



Université d'Oran 2 Mohamed Ben
Ahmed Faculté des Sciences de la
Terre et de l'Univers
Département Géographie et
Aménagement du Territoire

THESE

Pour l'obtention du diplôme de Doctorat en
Géographie et Aménagement du Territoire
Option : Géographie

Agriculture périurbaine : évolutions et menaces actuelles
Cas de la wilaya de Sidi bel abbès (Algérie)

Présentée et soutenue publiquement
par : MANSOUR Djamel

Devant le jury composé de :

GHODBANI Tarik, Professeur, Université d'Oran 2
SOUIAH Sid-Ahmed, MCA, Université d'Oran 2
HADIED Mohamed, Professeur, Université d'Oran 2
NOURINE Rachid, Professeur, Université d'Oran 1
MEBARKI Azzedine, Professeur, Université de Constantine 1
BOUDER Madjid, Professeur, USTHB (Alger)

Président
Directeur de thèse, rapporteur
Examineur
Examineur
Examineur
Examineur

Le 01/07/2025

Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département de Géographie et Aménagement
du Territoire

THESE

Pour l'obtention du diplôme de Doctorat en
Géographie et Aménagement du territoire
Option : Géographie

Agriculture périurbaine : évolutions et menaces actuelles
Cas de la wilaya de Sidi bel abbès (Algérie)

Présentée et soutenue publiquement par :
MANSOUR Djamel

Devant le jury composé de :

GHODBANI Tarik, Professeur, Université d'Oran 2
SOUIAH Sid-Ahmed, MCA, Université d'Oran 2
HADIED Mohamed, Professeur, Université d'Oran 2
NOURINE Rachid, Professeur, Université d'Oran 1
MEBARKI Azzedine, Professeur, Université de Constantine 1
BOUDER Madjid, Professeur, USTHB (Alger)

Président
Directeur de thèse, rapporteur
Examineur
Examineur
Examineur
Examineur

Le 01/07/2025

Table des matières

Liste des figures.....	VIII
Liste des tableaux	XI
Résumé :.....	XIII
REMERCIEMENTS	XVII
Dédicace.....	XVIII
Introduction générale.....	1
Contexte et problématiques	4
Questions de Recherche et Hypothèses.....	5
Méthodologie de recherche	Erreur ! Signet non défini.
Collecte des Références Bibliographiques	7
Analyse Cartographique.....	8
Investigations de Terrain et Entretiens Qualitatifs	8
Organisation de la Thèse	9
Terrain de recherche.....	12
Contexte et Problématique de l'Espace Urbain du Groupement de Sidi Bel Abbès.....	15
Partie 1 Sidi Bel Abbès : un espace agricole intérieur de la zone Nord de l'ouest algérien.....	18
1. Introduction	19
2. Chapitre 1 : Cadre Théorique	19
3. Chapitre 2 : Contexte Géographique et Socioéconomique de Sidi Bel Abbès	19
Chapitre I Agriculture périurbaine : concepts, évolutions et menaces !.....	21
1 Analyse des travaux scientifiques dans le contexte de l'étalement urbain et son impact sur l'agriculture périurbaine	22
1.1 Contexte mondiale caractérisé par un intérêt aux études urbaines et l'évolution des villes.....	22
1.2 Les études réalisées dans le contexte algérien : revue de littérature et débat critique.....	26
2 Le foncier au cœur des menaces occasionnées par l'étalement urbain	32
3 Conclusion.....	36
Chapitre II : les effets du contexte géographique de l'agglomération de Sidi Bel Abbès sur le développement de la ville.....	37
1 Introduction	38
2 Contexte géographique de Sidi Bel Abbès : Ville au centre de la plaine de Mekerra	39

3 La commune de Sidi bel abbès, aux confluences des pressions urbaines et démographiques : mise en évidence par l’outil GHSL et les statistiques de l’ONS.	40
3.1 Evolution des agglomérations.....	43
4 Contexte naturel et climatique de Sidi bel abbès.....	58
4.1 La zone littorale	58
4.2 Les espaces intérieurs	58
4.3 Les espaces sub-steppiques.....	59
4.4 Situation géographique de la plaine de Sidi Bel Abbès	61
4.5 Aperçu morphologique	64
4.6 Contexte géologique des bassins intérieurs où se localise Sidi bel abbès.....	65
4.6.1 Le bassin de la Mekerra : Une composante du grand bassin de la Macta	67
4.6.2 Aperçu hydrographique.....	67
4.7 Caractéristiques climatiques de la région Nord-Ouest algérienne	70
4.7.1 Analyse climatique locale de Sidi bel abbès	70
4.7.2 Le contexte climatique régional et local de Sidi Bel Abbès et son impact sur l’agriculture pluviale	70
4.7.3 Effets des changements climatiques sur les ressources en eau et l’agriculture	71
4.7.4 Impact sur la culture des céréales.....	71
4.7.5 Variations mensuelles et régimes saisonniers des précipitations à Sidi bel abbès	74
4.7.6 Le régime thermique et son influence sur l’agriculture pluviale à Sidi bel abbès.....	75
4.7.7 Classification thermique des climats et variations climatiques à Sidi bel abbès.....	77
4.7.8 Variations climatiques à travers les diagrammes ombrothermiques : une forte tendance à l’aridité.....	77
4.7.9 Analyse des courbes ombrothermiques et quotient pluviothermique d’Emberger.....	78
4.7.10 Analyse des courbes ombrothermiques	78
a. Quotient pluviothermique d’Emberger.....	78
4.7.11 6. Le Régime des Vents Dominants : Nord-ouest et Nord comme les Plus Fréquents	80
4.7.12 Régimes des Vents dans les Autres Zones	81
4.7.13 Impacts des Vents	81
4.8 Potentialités agricoles	82
4.8.1 Répartition générale des terres	83
.....	84
4.8.2 Secteur céréalier en Algérie	85
4.8.3 Contexte géographique de la céréaliculture en Algérie	85
4.8.4 Répartition des Terres dans la Wilaya de Sidi Bel Abbès.....	90

5 Situation du stock foncier agricole périurbain dans le cadre de la révision de PDAU	92
5.1.1 Potentiel agricole menacé par l'urbanisation	92
Source : Révision PDAU 2024 (direction d'urbanisme, Oct 2023)	93
5.1.2 Analyse du stock foncier et des Superficies Dégagées pour l'urbanisation	93
5.1.3 1. Expansion des Périmètres d'Urbanisation	93
5.1.4 Exploitation des Superficies Dégagées	96
5.1.5 Superficie utile totale	99
6 Conclusion	100
4. Conclusion de la première partie	101
Partie 2 Les effets de la ville sur l'espace agricole périurbain	103
1. Introduction	104
Chapitre I Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine	105
1 Les données géographiques : contexte et disponibilité	106
1.1.1 Les images optiques multi spectrales Sentinel-2	108
1.2 Source des données et prétraitement	110
1.3 Composites multi temporels sans nuage	111
1.4 Informations supplémentaires requises pour l'étude	114
1.4.1 Les données climatiques depuis NASA	114
1.4.2 Le modèle numérique de terrain (MNT)	114
1.4.3 Cartographies existantes de l'occupation des surfaces	115
a. - Les données auxiliaires	115
b. Les données vectorielles de limitation de la zone d'étude (INCT)	115
2 Méthodologie de l'étude	115
2.1 Cartographie de la répartition du couvert végétal	116
2.1.1 Résultats attendus :	117
2.2 Cartographie des surfaces bâties	117
2.2.1 Machine Learning Multiclassifieur :	118
2.2.2 Méthode BPL.BP :	119
2.2.3 Deep Learning :	119
a. Architecture du modèle	120
2.2.4 Méthode de multiclassifieurs	121
a. Algorithme de classification	122
2.3 Fusion de décision	124

2.4 Détection de changements	125
2.4.1 Résultats attendus :.....	126
a. Connaissances produites :.....	126
b. Apports pour la thèse :.....	126
2.5 Identification et analyse des changements de l'agriculture périurbaine.....	126
2.5.1 Estimation des Changements dans les zones de végétation	127
a. Résultats attendus :.....	129
b. Apports pour la thèse :.....	129
2.6 Analyses spatiales du foncier périurbain vis-à-vis l'étalement urbain (tendance des prélèvements des terres selon des informations cadastrales bien localisées).....	129
a. Résultats attendus :.....	130
b. Connaissances produites :	130
c. Apports pour la thèse :.....	130
2.7 Méthodologies d'analyse multicritère (AHP)	130
2.7.1 Collecte et source de données et revue de littérature des approches,	130
2.7.2 Méthodes annexes de cartographie et d'analyse multicritères	131
a. Méthode de la combinaison linéaire pondérée : Indice de Susceptibilité aux Fonciers.....	131
b. Techniques de régression logistique.....	132
c. Méthode AHP Floue.....	132
d. Méthode AHP.....	133
2.7.3 Principe de la méthode AHP	134
2.7.4 Méthode semi-quantitative.....	134
2.7.5 Processus d'analyse hiérarchique multicritère pour planifier le développement urbain	134
2.7.6 Avantage et inconvénients de la méthode AHP	137
2.7.7 Représentation des données à référence spatiale	139
2.7.8 Elaboration d'une hiérarchie multicritère et spécification des différents critères	140
a. Nature juridique Foncier.....	141
b. Pente.....	142
c. Rendement agricole	143
d. Type de sol	144
e. Proximité des oueds.....	145
f. Proximité des routes.....	146
g. Géologie	147
2.7.9 Classement et harmonisation des critères d'évaluation	148
2.7.10 Mesure des critères d'évaluation	150
2.7.11 Évaluation de la cohérence.....	153
2.7.12 Qualification des critères.....	154
3 Conclusion.....	156

Chapitre II.....	158
Caractérisation de l'étalement urbain et son impact sur l'agriculture périurbaine.....	158
1 Introduction	159
2 Analyse globale comparée avec les dimensions locales des changements d'occupation du sol	160
3 Évolution des modes d'occupation du sol (1987-2019).....	160
4 2. Analyse des matrices de confusion.....	161
5 Taux de changement des surfaces (1987-2019)	166
6 Analyses des impacts de l'étalement urbain sur l'agriculture périurbaine (commune de SBA)	169
6.1 Évaluation des performances des méthode utilisées pour l'extraction du bâti.....	169
6.2 Dimensions spatiales de l'étalement urbain.....	174
6.3 Résultats statistiques des surfaces urbanisées dans la SBA	177
7 Dynamique urbaine sur la transformation des terres agricoles.....	178
7.1 1987 to 1999	179
7.2 1999 to 2009	181
7.3 2009 to 2019	181
7.4 Orientation spatiale de l'expansion urbaine	183
8 Discussions and perspectives.....	184
9 Prélèvement des terres agricoles par l'urbanisation : analyse mise en évidence par des indicateurs paysagers	186
9.1 Changement d'occupation du sol à l'échelle de la commune de SBA.....	186
9.1.1 Analyse des indicateurs de formes	188
10 Conclusion.....	193
2. Conclusion partie 2.....	194
Partie 3 Analyse des facteurs qui contribuent à la vulnérabilité des terres agricoles en zone périurbaine	195
1. Introduction de la Partie3.....	196
Chapitre I Foncier agricole périurbain : évolutions et menaces actuelles. Cas de la commune de Sidi Bel Abbès : une analyse basée sur des données cadastrales spatiales...	197
1 Introduction	198

2 Les réformes agraires à sidi bel Abbès : constat général, dispositifs règlementaire et mise en œuvre.....	200
3 Sidi Bel Abbès : une ville au sein d'une plaine agricole	201
4 Les mutations de la nature juridique : source d'instabilité de foncier périurbain .	201
4.1 Foncier périurbain au péril de l'étalement urbain	201
5 Les modes d'occupation du sol : évaluation et impact.....	205
6 Stratégies et modes de résistance face au péril de l'étalement urbain.....	209
7 Politiques agricoles et leurs impacts sur la gestion du foncier	214
8 Conclusion.....	219
Chapitre II Cartographie des terres agricoles vulnérables en zone périurbaine	221
1 Introduction	222
2 L'expérimentation de la méthode AHP sur le site de sidi bel abbès	223
3 Cohérence et fiabilité des critères.....	225
4 Priorités et poids des critères	226
4.1 Critère : foncier.....	226
4.2 Critère Rendement	226
4.3 Critère : Carte des sols	226
4.4 Critère : Pente	227
4.5 Critère : Oueds.....	227
4.6 Critère : Routes	228
4.7 Critère : Géologie	228
4.8 Interprétation des critères de susceptibilité aux fonciers de terrain - AHP	228
4.8.1 Analyse des critères AHP et liens avec la cartographie	230
4.8.2 Pression urbaine sur les zones périurbaines	232
4.8.3 Synthèse et recommandations	232
4.8.4 Lecture de la légende et des catégories	233
4.8.5 Identification des zones favorables et défavorables	233
4.8.6 Analyse des menaces pour les projets urbains	234
4.8.7 Proposition de stratégie de gestion des menaces.....	235
4.8.8 Conflits potentiels dans la planification	238
4.8.9 Implications pour la révision du PDAU	238
5 Conclusion	241

2. Conclusion de la troisième partie	243
Conclusion et perspectives	244
Annexe	249
Liste des sigles	264

Liste des figures

Figure 1 : Plan de la thèse	11
Figure 2: Localisation géographique de la zone d'étude	14
Figure 3: Découpage administratif par daïra au niveau de la wilaya de SBA.....	17
Figure 4:Contexte géographique de la zone d'étude « Considération naturelle de la plaine de Mekerra ».....	39
Figure 5 Evolution de la population de la commune de SBA	42
Figure 6: Etalement démographique des communes limitrophes de la ville de SBA	43
Figure 7 Répartition des agglomérations selon les strates dans la wilaya de Sidi bel abbès (1998-2008)	45
Figure 8 : Densité de population (GHSL)	50
Figure 9: Nombre de population (GHSL)	Erreur ! Signet non défini.
Figure 10: Découpage administratif de la Wilaya de Sidi Bel Abbès (BENTEKHICI 2018).....	60
Figure 11: carte d'altitudes	62
Figure 12: carte des pentes	63
Figure 13: Carte géomorphologique simplifiée du secteur d'étude	64
Figure 14:Profil morphologique simplifié du secteur d'étude (selon la ligne XY).....	65
Figure 15: Profil en long de l'Oued Mekerra (ANRH ; modifiée).....	65
Figure 16: Carte géologique (BENTEKHICI 2018)	66
Figure 17: Découpage des grands bassin hydrographiques (ABH).....	69
Figure 18: Localisation de bassin versant de Mekerra (ABH)	69
Figure 19: répartition spatiale des précipitations.....	72
Figure 20: Carte des isohyètes de la région Ouest (ONM, (BENTEKHICI 2018)).....	73
Figure 21: Diagramme ombrothermiques (station de Sidi bel abbès)	78
Figure 22: Classification du climat	80
Figure 23: Répartition spatiale des vents (direction et vitesse).....	82
Figure 24: répartition des terres.....	84
Figure 25: Statistiques sur les enquêtes effectués par le Ministère de l'Agriculture de développement agricole et de la pêche (Cartes 1, 2,3 et 4).....	87
Figure 26: Répartition des surfaces céréalieres par espèce dans le territoire Nord d'Algérie	89
Figure 27 Répartition des surfaces agricoles des différentes cultures dans la wilaya de Sidi bel Abbès	90
Figure 28 Répartition des surfaces destinées aux cultures arboricoles	91
Figure 29 Evolution des poches urbaines destinées à l'urbanisation entre 2008 et 2024 (analyse entre deux PDAU).....	98
Figure 30: Fréquence temporelle des différents satellites d'observation de la terre	106
Figure 31: Résolutions spectrales des capteurs Sentinel-2 et Landsat 7 et 8.....	107
Figure 32 : Evolution de l'offre en satellites spatiaux optiques. (Sources (Vos et al. 2019))	108
Figure 33: Couverture terrestre des scènes Sentinel-2.	109
Figure 34:Couverture terrestre des scènes Landsat	110
Figure 35: Couverture temporelle des images utilisées.....	111
Figure 36: Synthèse des caractéristiques des images utilisées.	113
Figure 37: Etapes de la cartographie de l'occupation et de l'utilisation des sols.	116

Figure 38: Description des classes retenues pour la cartographie de l'occupation des sols.....	118
Figure 39: Architecture du modèle.....	120
Figure 40 Approche utilisée dans ce travail	122
Figure 41 les méthodes de fusion.....	124
Figure 42: Méthode de suivi de changements de l'occupation et de l'utilisation des sols.....	128
Figure 43 : Méthodes de cartographie de la susceptibilité par méthode floue AHP multi-niveau.....	133
Figure 44 : Processus d'analyse multicritère	139
Figure 45 Présentation des données géospatiales utilisées.....	140
Figure 46 : Pondération des poids (nature juridique)	142
Figure 47 : Pondération des poids (rendement agricole, travail réalisé dans le cadre d'un projet interne (CTS-2017), collaboration avec direction des service agricoles de Sidi Bel Abbès)).....	143
Figure 48: Pondération des poids (les pentes, traitement via MNT, SRTM)	144
Figure 49 : Pondération des poids (Carte des sols, Carte de reconnaissance des sols)	145
Figure 50: Pondération des poids (proximité des oueds, traitement via le MNT).....	146
Figure 51 : Pondération des poids (proximité des routes, traitement et analyses spatiales).....	147
Figure 52 : Pondération des poids (caractéristique géologique).....	148
Figure 53 : Échelle d'importance relative de comparaison entre les critères d'un même niveau	150
Figure 54 : Hiérarchie des critères ou indicateurs de choix des sites d'urbanisation.....	151
Figure 55 Matrice de comparaison.....	152
Figure 56 Carte d'occupation du sol (1987/1999).....	162
Figure 57 Carte d'occupation du sol (2009/2019).....	164
Figure 58 les transitions effectuées par rapport des classes d'occupation du sol	168
Figure 59 les méthodes expérimentées pour l'extraction du bâti : visualisation et comparaison	171
Figure 60 Interprétation coefficient kappa	172
Figure 61 comparaison entre les métriques statistiques	173
Figure 62: Evolution de l'espace bâti depuis le damier colonial d'original de la ville actuelle de SBA	176
Figure 63 Dynamique urbaine de l'étalement urbain par période.....	179
Figure 64 répartition des cultures selon les périodes étudiées par l'étalement urbain	180
Figure 65: L'évolution des zones céréalières dans l'espace périurbain de la ville de sba.....	181
Figure 66 Consommation des terres par espaces et par périodes	182
Figure 67 Orientation spatiales de l'étalement urbain (a) et la tendance du rural vs l'urbain (b)	183
Figure 68 Cartes d'occupation des sols entre 1987 et 2019.....	186
Figure 69 Matrice de transition entre les différentes catégories d'occupation des sols dans la commune de SBA	187
Figure 70 Nombre de Composants (Number of Patches - NP)	188
Figure 71 Indice de Dimension Fractale (Fractal Dimension Index - FDI)	189
Figure 72 Distance Euclidienne des Composants les Plus Proches (Euclidean Nearest Neighbor Distance - ENN)	190
Figure 73: Nouveau pôle urbain à la périphérie de la ville de Sidi Bel Abbès : adaptation des parcelles agricoles (1, 2,3) aux menaces actuelles face à l'urbanisation.....	191
Figure 74 : Ville de Sidi bel abbès, vue par le satellite Landsat à différente date, (1) Landsat (TM5) 1987, (2) Landsat (8) 2019, (3) évolution de la surface bâtie entre 1987 et 2019.....	202

Figure 75 : Plan de situation de la section cadastrale drapé sur un fond d'imagerie Landsat (périmètre en bleue, a et b), (1) Section cadastrale sur un fond d'image Landsat (1987, a et b)), (2) Section cadastrale sur un fond d'image Landsat (2019, a et b)).....	203
Figure 76 : Répartition spatiale des DAS.....	204
Figure 77 : Modèles d'utilisation des terres vs statut légal : évaluation et impact, zoom sur les parcelles affectées par l'urbanisation (exemple : Section n° 3 (a) et 4 (b) - Périphérie nord de la ville de SBA).....	206
Figure 78 : SAU 4 : zone mixte (27,40 ha), (1) IVV en 1987 vue par Landsat TM (Institut Viticulture et Vignoble) (2) Bâti 2019 : mis en évidence par image Landsat en 2019, (3) Extrait de SAU4 (vue par Google Earth), (4) programme AADL, (5) Programme Promotionnel.....	207
Figure 79: La zone Nord : habitat et équipement de proximité (8,43 ha), (1) EAC Kada El Hassani (Parcelle d'Olivier haie végétale) (2) EAC Boumlik AEK (transformé en bâti en 2019) (3) habitat collectif et habitat semi-collectif (4) EAC Kada El Hassani en activité	208
Figure 80 : Répartition des surfaces attribuées à l'urbanisation suivant la nature juridique et l'occupation.....	210
Figure 81: Interprétation des résultats cartographiques (a et b)	211
Figure 82 : Foncier péri-urbain préservé par : (1) nouvelle plantation d'olivier limitrophe de la ville de SBA (partie nord) (2) Parcelle d'avoine en irriguée	212
Figure 83 : Parcelles en périphérique de la ville, difficilement photographié, (1) Plan de situation de la zone visée, (2) Plan de section cadastrale n° 3, (3) Nouvelle plantation d'olivier (zone programmée pour une extension projetée de la ville – coté Nord de la	213
Figure 84 : Délimitation de la zone concernée par l'opération de déclassement (en rouge), (1) EAC, Naamane Abdelkader, zone céréalière (image Landsat1987) (2) Dépôt de tramway (image Landsat 2019).....	214
Figure 85 : Les pratiques agricoles actuelles sont les suivantes : (EAC1) la création de nouvelles plantations d'oliviers, (EAC2) la reconversion d'une parcelle abandonnée en 2011, cultivée avec des céréales en 2022, et (EAC3) la culture actuelle de céréales sur l.....	216
Figure 86 : Schéma sur les actions exercées sur le foncier dans un contexte des réformes et modalités de gouvernance foncière en Algérie	217
Figure 87: Affectation des pondérations et calcul des poids.....	224
Figure 88: Matrices de décisions par critère.....	225
Figure 89 : Carte de susceptibilité au foncier de terrain "AHP" - 07 critères	231
Figure 90: Analyses comparatives entre les résultats de l'analyse multicritère et la nouvelle révision du PDAU de la ville de SBA (zones de divergence).....	237
Figure 91: Analyses comparatives entre les résultats de l'analyse multicritère et la nouvelle révision du PDAU de la ville de SBA (zones de divergence et de cohérence)	240

Liste des tableaux

Tableau 1:répartition des agglomération urbaines selon wilaya et la strate en 2008	46
Tableau 2 : Répartition des agglomération urbaines selon wilaya et la taille au RGPH 1998	47
Tableau 3: Répartition des agglomération urbaines selon wilaya et la taille au RGPH 2008	48
Tableau 4 : Evolution des indices de l'urbain selon les wilayas entre 1987 et 2008	49
Tableau 5 : répartition des agglomération urbaines selon wilaya et Tx d'accroissement en 2008.....	50
Tableau 6: répartition des agglomérations rurales et semi-rurales par wilaya et leurs population respectives	54
Tableau 7: : Répartition des communes selon les wilayas et le type.....	54
Tableau 8:Précipitations moyennes des station ONM (1987-2012).....	75
Tableau 9: Données des températures mensuelles (1987-2012)	76
Tableau 10: Température, mois plus chaud et moi plus froid	76
Tableau 11: Quotient pluviométrique d'emberger	79
Tableau 12: Statistiques sur la situation des terres agricoles en Algérie.....	85
Tableau 13:Statistiques sur la situation des terres agricoles dans le groupement sba	92
Tableau 14: Statistiques sur surfaces agricoles utiles dans le groupement sba	93
Tableau 15: Périmètres d'urbanisation du groupement.....	94
Tableau 16: Caractéristiques des scènes du capteur Sentinel-2.	109
Tableau 17: Caractéristiques techniques des images Landsat	111
Tableau 18: Valeurs NDVI pour chaque type d'occupation du sol(Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023c).....	127
Tableau 19: Catégorisation des critères d'analyse multicritère	149
Tableau 20: Classification de degrés d'importance affectés pour chaque sous critères	151
Tableau 21: Pondération des critères.....	152
Tableau 22: Indice de consistance aléatoire (Saaty et Vargas 1980; SAATY 2002)	154
Tableau 23: Matrice de confusion 1987	163
Tableau 24: Matrice de confusion 1999	163
Tableau 25: Matrice de confusion 2009	165
Tableau 26: Matrice de confusion 2019	165
Tableau 27: Taux de changement 1987-1999	166
Tableau 28: Taux de changement 1999-2009	167
Tableau 29: Taux de changement 2009-2019	167
Tableau 30: Métriques statistiques	169
Tableau 31: Coefficient Kappa pour les classificateurs individuels.....	170
Tableau 32: Résultats statistiques et les différentes méthodes de fusion	174
Tableau 33: quantification de l'espace bâti entre 1987 et 2019	177
Tableau 34: Taux d'urbanisation à différentes périodes (ha).....	177
Tableau 35: Détérioration des terres agricoles au profit de l'étalement urbain	178
Tableau 36: Evolution de l'espace bâti depuis le damier colonial d'original de la ville actuelle de SBA	180
Tableau 37: Structure agraire (section 3 (a), figure79)	205
Tableau 38: Répartition de l'occupation du sol et la nature juridique sur les terrains urbanisés	209

Tableau 39: les informations relatives à une parcelle affectée dans le cadre d'un projet de Dépôt tramway	214
Tableau 40: Comparaison des sous critères "nature juridique"	226
Tableau 41: Comparaison des sous critères "rendement agricole"	226
Tableau 42: Comparaison des sous critères "sols "	227
Tableau 43: Comparaison des sous critères "pente"	227
Tableau 44: Comparaison des sous critères "oueds "	227
Tableau 45: Comparaison des sous critères "routes "	228
Tableau 46: Comparaison des sous critères "géologie "	228

« Agriculture périurbaine : évolutions et menaces actuelles

Cas de la wilaya de Sidi Bel Abbès (Algérie) »

Résumé :

Si la croissance de la population, les modifications des régimes de précipitation et l'augmentation de la température ont des effets néfastes sur l'agriculture en termes de productions agricoles en Algérie, il n'en demeure pas moins que ces terres agricoles sont aussi sous l'emprise de menaces dans les zones proches des grandes villes (le périurbain). C'est à ce péril dû à l'étalement urbain que ce travail se destine pour montrer l'ampleur du phénomène et les retombées négatives qu'il occasionne dans les espaces à usage agricole au voisinage des grandes villes algériennes. On assiste ces dernières décennies à des tensions et des conflits d'usages en périphéries des grandes villes. La ville devient prédatrice et consomme de manière effrénée le stock des terres agricoles pour élargir son périmètre urbain.

L'observation de la terre par les satellites constitue une source d'information de premier ordre pour examiner les changements d'usage, évaluer les superficies soustraites à l'agriculture et estimer les pertes en matière de productions et de rendements. Cette statistique agricole que nous nous proposons d'élaborer dans ce travail dont il est nécessaire de coupler à des enquêtes terrain pourrait constituer une source d'information importante et non négligeable pour l'aide à la décision en matière d'aménagement et de protection des terres agricoles dans les zones périurbaines.

La chaîne de traitement combinant les techniques de Machine Learning (ML) et celles de la classification supervisée, couplée à des indicateurs paysagers, est tout à fait en mesure de faire de bonnes estimations en matière de statistiques agricoles au niveau des périphéries des grandes villes. A ce jour, les données agricoles reposent principalement sur les recensements généraux de l'agriculture (RGA), initiés en 1970 dans le cadre des réformes agraires. Malgré une actualisation partielle en 2001, les méthodes restent classiques et inadaptées aux dynamiques foncières actuelles. Le RGA 2024, toujours non publié, limite l'accès à des données actualisées sur le stock foncier et la surface agricole utile (SAU). L'échelle globale des données masque les transformations périurbaines, d'où la nécessité de recourir à la télédétection pour une analyse plus adéquate.

De plus, la production des statistiques agricoles est importante et utile dans une perspective d'indépendance alimentaire pour l'Algérie et de la mise en place d'un système alimentaire efficace. Notre approche consiste à utiliser des acquisitions satellitaires multi-temporelles (compromis fréquence/précision) pour voir la dynamique spatiale et temporelle des états de la végétation tout au long des campagnes agricoles (mise à jour des estimations après chaque acquisition satellite). Le travail s'articule autour de la détermination de l'occupation du sol des reconversions et des prélèvements fonciers (surface/images précises) et des estimations de rendements (suivi des cultures/image fréquentes). L'objectif est de pouvoir constituer une analyse multicritère permettant de développer une application sur un espace à vocation agricole menacé par l'urbanisation, la valider et l'évaluer et qui pourrait être un prototype reproductible pour d'autres territoires au voisinage des grandes villes du pays.

Mots clés : Agriculture périurbaine, étalement urbain, menaces, foncier agricole, Landsat, machine Learning (ML), AHP.

Peri-urban agriculture: current developments and threats

"Case of the Wilaya of Sidi Bel Abbès (Algeria)"

Abstract:

If population growth, changes in precipitation patterns, and rising temperatures have detrimental effects on agriculture in terms of crop production in Algeria, it remains true that these agricultural lands are also under threat in areas close to major cities (the peri-urban zones). This work is aimed at addressing the risks posed by urban sprawl to demonstrate the extent of the phenomenon and the negative repercussions it causes in agricultural areas near major Algerian cities. In recent decades, we have witnessed tensions and conflicts over land use on the outskirts of major cities. The city is becoming predatory and is frantically consuming the stock of agricultural land to expand its urban perimeter.

The observation of the Earth by satellites is a primary source of information for examining changes in land use, assessing areas taken out of agriculture, and estimating losses in production and yields. This agricultural statistic that we propose to develop in this work, which needs to be coupled with field surveys, could constitute an important and significant source of information for decision-making regarding the management and protection of agricultural land in peri-urban areas.

The processing chain combining machine learning (ML) techniques and supervised classification (SC), along with landscape indicators, is fully capable of making accurate estimates regarding agricultural statistics in the outskirts of large cities.

As of today, agricultural data mainly relies on the general censuses of agriculture (RGA), initiated in 1970 as part of land reform. Despite a partial update in 2001, the methods remain traditional and unsuitable for current land dynamics. The 2024 RGA, still unpublished, limits access to updated data on land stock and usable agricultural area (SAU). The global scale of the data obscures peri-urban transformations, hence the need to resort to remote sensing for a more adequate analysis. Moreover, the production of agricultural statistics is significant and useful regarding food independence for Algeria and the establishment of an effective food system. Our approach involves using multi-temporal satellite acquisitions (a trade-off between frequency and precision) to observe the spatial and temporal dynamics of vegetation states throughout agricultural campaigns (updating estimates after each satellite acquisition). The work revolves around determining land use for reconversions and land withdrawals (precise surface/images) and yield estimates (crop monitoring/frequent images). The aim is to be able to create a multi-criteria analysis that allows for developing an application in an agricultural area threatened by urbanization, to validate and evaluate it, and which could serve as a reproducible prototype for other territories near the major cities of the country.

Keywords: Peri-urban agriculture, urban sprawl, threats, agricultural land, Landsat, machine learning (ML), AHP.

الزراعة الحضرية: التطورات والتهديدات الحالية حالة ولاية سيدي بلعباس (الجزائر)

ملخص:

إذا كانت زيادة السكان، وتغيرات أنماط الأمطار، وارتفاع درجات الحرارة لها آثار سلبية على الزراعة من حيث الإنتاج الزراعي في الجزائر، فإنه لا يزال من المؤكد أن هذه الأراضي الزراعية تتعرض أيضاً لتهديدات في المناطق القريبة من المدن الكبرى (المناطق الحضرية). إن هذا العمل يهدف إلى تسليط الضوء على المخاطر الناتجة عن التمدد الحضري، لإظهار حجم الظاهرة والتداعيات السلبية التي تترتب عليها في المساحات الزراعية المجاورة للمدن الكبرى في الجزائر. شهدت العقود الأخيرة توترات وصراعات في الاستخدامات في ضواحي المدن الكبرى. تتحول المدينة إلى مفترس وتستهلك بشكل مفرط مخزون الأراضي الزراعية لتوسيع نطاقها الحضري .

تعتبر مراقبة الأرض بواسطة الأقمار الصناعية مصدراً رئيسياً للمعلومات لفحص التغيرات في الاستخدام، وتقييم المساحات المستبعدة من الزراعة، وتقدير الخسائر في الإنتاج والعائدات. هذه الإحصائية الزراعية التي نقترح إعدادها في هذا العمل، والتي من الضروري ربطها باستطلاعات ميدانية، يمكن أن تشكل مصدراً مهماً ومعتبراً للمعلومات لدعم اتخاذ القرار في مجال تنظيم وحماية الأراضي الزراعية في المناطق الحضرية .

سلسلة المعالجة التي تجمع بين تقنيات التعلم الآلي (ML) وتقنيات التصنيف المراقب (CS) ، معززة بمؤشرات المناظر الطبيعية، قادرة تماماً على تقديم تقديرات جيدة في مجال الإحصائيات الزراعية على مستوى ضواحي المدن الكبرى . حتى يومنا هذا، تعتمد البيانات الزراعية بشكل أساسي على التعداد العام للزراعة (RGA) ، الذي بدأ في عام 1970 في إطار الإصلاحات الزراعية. على الرغم من التحديث الجزئي في عام 2001، فإن الأساليب لا تزال تقليدية وغير ملائمة للديناميات العقارية الحالية. يقتصر RGA 2024 ، الذي لم يُنشر بعد، على الوصول إلى بيانات محدثة حول المخزون العقاري والمساحة الزراعية القابلة للاستخدام (SAU) كما أن نطاق البيانات العالمي يُخفي التحولات شبه الحضرية، مما يبرز الحاجة إلى استخدام الاستشعار عن بُعد لتحليل أكثر ملاءمة.. علاوة على ذلك، فإن إنتاج الإحصاءات الزراعية مهم ومفيد في إطار تحقيق الاستقلال الغذائي للجزائر وإرساء نظام غذائي فعال. تتمثل نهجنا في استخدام عمليات الاستحواذ على الصور الساتلية متعددة الأوقات (توازن بين التردد والدقة) لرؤية الديناميكية المكانية والزمنية لحالات الغطاء النباتي طوال الحملات الزراعية (تحديث التقديرات بعد كل عملية استحواذ ساتلي). يتمحور العمل حول تحديد استخدام الأراضي للتحويلات والاقتطاعات العقارية (مساحة/صور دقيقة) وتقديرات العوائد (متابعة المحاصيل/صور متكررة). الهدف هو القدرة على إعداد تحليل متعدد المعايير يسمح تطبيق في مساحة ذات طابع زراعي مهددة بالتحضر، والتحقق من صحتها وتقييمها، والتي يمكن أن تكون نموذجاً قابلاً للتكرار لمناطق أخرى قريبة من المدن الكبرى في البلاد .

الكلمات المفتاحية: الزراعة الحضرية، التمدد الحضري، التهديدات، الأراضي الزراعية، لاندسات، التعلم الآلي (ML) ، عملية التحليل الهرمي (AHP).

REMERCIEMENTS

Cette thèse a été menée au sein du Département Observation de la Terre (DOT) du Centre des Techniques Spatiales (CTS) et du laboratoire EGEAT (Espaces Géographiques et Aménagement du Territoire) de l'Université Oran 2 - Mohamed Ben Ahmed. Le terrain de recherche a été effectué grâce à un financement dans le cadre d'une Bourse de recherche à courte durée SCAC/IRMC 2020, pour laquelle je tiens à exprimer ma sincère reconnaissance.

Je souhaite d'abord adresser mes remerciements les plus sincères à M. SOUIAH Sid-Ahmed, Professeur émérite à CY Cergy Paris Université et à l'Université Oran2 Mohamed Ben Ahmed, pour avoir dirigé cette thèse avec tant de compétence. Sa disponibilité constante et ses conseils avisés ont été inestimables tout au long de ce travail de recherche.

Je tiens également à remercier chaleureusement M. GHODBANI Tarik, Professeur à l'Université Oran2, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury de soutenance. Mes remerciements vont aussi aux membres du jury : M. HADEIED Mohamed professeur à l'Université Oran2, M. NOURINE Rachid, professeur à l'Université d'Oran 1, M. MEBARKI Azzedine, professeur à l'Université de Constantine 1, et M. BOUDER Madjid, Professeur à l'USTHB Alger, pour leur évaluation attentive de ce travail.

Je suis également reconnaissant envers les directeurs du CTS et de l'ENSGTS, notamment M. Mahi Habib (Directeur du CTS) et M. Seddiki Akrem Mohamed (Directeur de l'ENSGTS), ainsi que mes collègues du CTS : MM. Kebir Wahib Hassen, Zegrar Ahmed, Gacemi Mohemd el Amine, Benia Ahmed, Ghabi Mohamed, et Kamel Si Youcef, Rabehi Walid, Benhanifia khatir et Mme Charef Amina pour leur soutien.

J'exprime ma profonde gratitude à M. Karoui Moussa Soufiane (Chef de département DOT-CTS) pour ses encouragements, qui m'ont permis de participer et de remporter le 3e prix au MENA Three Minute Thesis Competition 2021 dans le cadre de cette thèse de doctorat.

Je souhaite également remercier toutes les personnes ayant potentiellement contribué à cette thèse, en particulier MM. Kamel Saidi, Khelifa Djerrir, Larabi Mohamed el Amine et Mme Bakheti Khadidja. Leurs compétences de hautes qualités et leurs motivations dans le domaine géospatial ont été extrêmement précieuses.

Je remercie également MM. Bouhlala Mohamed el Amine, Gorine Bachir, Beldjilali Bilel, Benyelles Zakaria et Hartani Ahmed. Un grand merci à mes enseignants de département de Géographie notamment : Mme Bachir Belmahdi Farida, Mme Midoun Fatiha, Mme Aït Menguellet, Mme Sidi Yikhlef M. Bel Mahi Nadir Mohamed, M. Blal Sidi Ahmed, M. Hani Smail, M. Otmane Tayeb et le personnel administratif, notamment M. Boukhaloua (Directeur de la bibliothèque de l'université oran2) et M. Dida Kamel, pour leur soutien précieux.

Enfin, je suis reconnaissant à toutes les personnes qui m'ont aidé par leurs conseils et remarques, notamment M. Dari Ouassini, ex-enseignant-chercheur à l'Université Oran2 et docteur de l'Université de Sherbrooke, ainsi que M. Benaissa Noureddine, Professeur à l'Université Oran1.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à la mémoire de ma mère et de ma sœur, que Dieu leur fasse miséricorde, dont l'amour continue de m'accompagner malgré leur absence. À mon père, pour son soutien et ses conseils, et à ma petite famille, pour leur amour et leur patience. À toutes les personnes avec qui je partage l'amitié et l'affection, je vous exprime ma profonde gratitude.

Introduction générale

Depuis les années 1950, environ 75% des algériens vivaient en milieu rural, contre seulement 25% en milieu urbain (Bessaoud et al. 2019a). Cependant, au fil des décennies, cette tendance s'est inversée, l'Algérie a connu une transformation démographique significative, marqué par une urbanisation rapide et une réduction progressive de la population rurale, en 2018 environs 70% de la population réside en zones urbaines. Les projections démographiques pour 2025 indiquent une poursuite de la dynamique d'urbanisation, avec près de 85% de la population attendue en milieu urbain, traduisant ainsi une transformation progressive mais profonde de la structure démographique du pays vers une prédominance urbaine ¹.

L'évolution démographique en Algérie de 1950 à 2018, met en évidence une urbanisation croissante. La population urbaine, qui était initialement faible en 1950, connaît une augmentation rapide à partir des années 1970². En 2018, la population urbaine dépasse largement celle de la population rurale, atteignant environ 40 millions d'habitant tandis que la population reste relativement stable, autour de 10 millions. D'ici 2050, la tendance à l'urbanisation continue avec une prévision de 50 millions d'habitants en milieu urbain, contre une population rurale stagnante ou en légère diminution. Cela reflète une forte concentration de la population dans les zones urbaines au détriment des zones rurales³.

Cette évolution rapide place l'Algérie dans une position notable au sein du contexte africain. En 2018, environ 72% de la population algérienne vivait en milieu urbain, ce qui est supérieur à la moyenne de l'Afrique du Nord et bien au-dessus de la moyenne africaine. L'Algérie se distingue parmi les pays les plus urbanisés du continent africain, illustrant ainsi non seulement la rapidité de son urbanisation mais aussi son avance par rapport à de nombreux autres pays africains. Les données de la FAO soulignent que l'Algérie est en train de devenir un pays de

¹ Source : Nations Unies, Département des affaires économiques et sociales, Division de la population (2018). Perspectives de l'urbanisation mondiale : La révision de 2018.

² Population urbaine et rurale dans le pays ou la région actuelle en pourcentage de la population totale, de 1950 à 2050 (*World Urbanization Prospects - Population Division - United Nations*, consulté le 11.09.2024).

³ Proportion de la population urbaine dans le pays actuel par rapport à sa sous-région et à sa région. La proportion est exprimée en pourcentage de la population totale, de 1950 à 2050 (*World Urbanization Prospects - Population Division - United Nations*, consulté le 11.09.2024).

Introduction générale

plus en plus urbanisé avec des implications profondes pour son développement économique, social et environnemental dans les décennies à venir⁴.

L'évolution de la population urbaine en Algérie, montre une urbanisation rapide et soutenue par rapport à l'Afrique du Nord et au continent africain dans son ensemble (Bessaoud et al. 2019a). Depuis 1950, la proportion de la population urbaine en Algérie a grimpé de 30% près de 80% en 2050, dépassant les tendances observées en Afrique du Nord où l'urbanisation devrait atteindre environ 70% en 2050, et en Afrique, où elle est prévue à environ 50%⁵.

Cette urbanisation accélérée en Algérie est le reflet de la migration massive des populations rurales vers les zones urbaines, favorisée par le développement économique et les politiques gouvernementales axées sur la modernisation des infrastructures urbaines (TRACHE 2017; Bendjelid et al. 2004). Cette dynamique contraste fortement avec le reste de l'Afrique, où l'urbanisation progresse à un rythme plus modéré, laissant une grande partie de la population en milieu rural (Agharmiou-rahmoun et Hammoutene 2022).

Dans ce contexte, l'Algérie se distingue par une transformation démographique significative qui a des implications majeures pour la gestion urbaine, notamment en termes de logement, de transport, d'emploi et de services publics. L'urbanisation rapide représente à la fois une opportunité de modernisation et un défi en matière de développement durable (Founou-Tchuigoua et Amara 1985; Bédrani 1995). Il est essentiel pour le gouvernement algérien de planifier efficacement cette croissance urbaine pour éviter les déséquilibres socio-économiques et les pressions sur les infrastructures. Ce qui nous a conduit à conclure que l'Algérie est un exemple d'un modèle d'urbanisation accéléré en Afrique du Nord, avec des implications profondes pour son avenir économique et social (B. Semmoud et Ladhém 2015a; N. Semmoud 2015; B. Semmoud 1990a).

En Algérie, selon les différents recensements officiels, le nombre d'agglomérations urbaines est passé de 211 à 751 entre 1977 et 2008, avec l'apparition de nouvelles agglomérations, dont 236 entre 1977 et 1987, 132 entre 1987 et 1998, et 172 dans la dernière décennie (ONS 2012). Dans ce contexte, l'étalement urbain démesuré a conduit à une progression de la population

⁴ Taux de changement annuel moyen du pourcentage d'urbanisation du pays actuel, de la sous-région et de la région entre 1950 et 2018, comparé aux taux de changement annuels moyens du pourcentage d'urbanisation de tous les pays du monde (*World Urbanization Prospects - Population Division - United Nations*, consulté le 11.09.2024).

⁵ Proportion de la population urbaine dans le pays actuel par rapport à sa sous-région et à sa région. La proportion est exprimée en pourcentage de la population totale, de 1950 à 2050 (*World Urbanization Prospects - Population Division - United Nations*, consulté le 11.09.2024).

Introduction générale

urbaine souvent au détriment des zones rurales. Cette croissance démographique dans les villes a entraîné une consommation accrue des terres agricoles, contribue à un déclin soutenu des espaces ruraux (Rebaï, Desbonnet, et Rebei 2023; Nemouchi et Zeghiche 2021a; Asmaa Missoumi, Hadeid, et Desponds 2019). La périphérie des grandes villes algériennes, autrefois dominée par des activités agricoles, est de plus en plus absorbée par l'extension urbaine. Cette dynamique met en péril les terres agricoles qui sont essentielles non seulement pour la production alimentaire mais aussi pour le maintien de l'équilibre écologique du pays (S.-A. Souiah 1996). Dans ce contexte, l'agriculture périurbaine en Algérie se trouve au cœur des enjeux, cherchant à répondre aux besoins alimentaires croissants des populations urbaines tout en luttant contre la pression foncière croissante (S. A. Souiah 2002; Seddiki et al. 2021).

Dans ce contexte, l'agriculture périurbaine apparaît non seulement comme moyen de renforcer la sécurité alimentaire des zones urbaines, mais aussi comme composante clé du développement territorial. Cependant, les défis liés à la pression foncière, à la gestion des ressources et à la durabilité des pratiques agricoles exigent une planification stratégique et des approches adaptées. À ce titre, plusieurs études, dont celles menées par (Fleury et Moustier 1999), mettent en évidence l'importance de la mobilité des flux et la gestion de l'espace dans les zones périurbaines ainsi que la nécessité d'encourager des systèmes agricoles diversifiés et durables.

L'agriculture périurbaine est un enjeu majeur pour la sécurité alimentaire, la santé publique et le développement durable. Elle peut être définie comme l'agriculture pratiquée dans les zones périurbaines, c'est-à-dire les zones situées aux limites de l'urbain où les terres agricoles coexistent avec des activités urbaines. Elle peut inclure des jardins familiaux, des exploitations agricoles de petites et moyennes tailles, ainsi que des productions commerciales (Fleury et Moustier 1999; Poulot 2014a; Fleury et Donadieu 1997).

Dans le contexte de l'Algérie, l'agriculture périurbaine est une question complexe et importante, notamment en raison de la croissance rapide des villes et de l'urbanisation accélérée, qui ont conduit à la fragmentation des terres agricoles et à une perte de fertilité des sols. Selon une étude menée par (Ardjoum 2015a), les terres agricoles de la wilaya de Sidi Bel Abbès ont été reconverties en de nouvelles zones d'expansions urbaines (Bouchentouf 2001; Mansour, Souiah, El Amine Gacemi, et al. 2023). En réponse à cette situation, le gouvernement algérien a mis en place des politiques pour encourager l'agriculture périurbaine sur les terres agricoles du domaine public de l'État (Durand 1977). Ces politiques comprennent des incitations fiscales

Introduction générale

pour les agriculteurs, des programmes de soutien technique et des projets de développement rural(Hammami et al. 2010; Bessaoud et al. 2019a).

Cependant, l'agriculture périurbaine peut également offrir des opportunités pour l'emploi et le développement économique local. Des études ont montré que les exploitations agricoles périurbaines peuvent être plus productives et plus diversifiées que les exploitations rurales, en raison de l'accès aux marchés urbains et à une main-d'œuvre qualifiée.

Contexte et problématiques

La compréhension de l'espace périurbain est aujourd'hui essentielle pour appréhender son état actuel et ses évolutions futures avec un minimum d'incertitudes. En Algérie, notamment dans la wilaya de Sidi Bel Abbès, l'étalement urbain exerce une pression croissante sur les terres agricoles, menaçant ainsi l'équilibre fragile de ces espaces. La croissance démographique, les changements climatiques et l'évolution des modes d'utilisation des ressources naturelles accentuent ces tensions.

La nécessité de représenter et de comprendre les espaces géographiques est particulièrement essentielle dans les zones où la disponibilité des ressources agricoles, pastorales, hydriques et alimentaires sont vitales pour les populations locales. Les politiques agricoles et d'aménagement jouent un rôle déterminant dans la gestion de ces espaces, influençant la manière dont les terres sont utilisées et protégées.

L'agriculture périurbaine à Sidi Bel Abbès est particulièrement vulnérable face à l'étalement urbain et à la fragilité du foncier périurbain. Selon les données de l'Office National des Statistiques (ONS 2012), la population de Sidi Bel Abbès a augmenté de 15 % entre 2000 et 2020, exerçant une pression croissante sur les terres agricoles. Cette urbanisation rapide a entraîné une consommation accélérée des terres arables : entre 2000 et 2020, environ 10 % des terres agricoles de la wilaya ont été converties en zones urbaines, soit une perte annuelle de 0,5 %.

La situation dans la wilaya de Sidi Bel Abbès rappelle celle de nombreuses autres régions d'Algérie où l'urbanisation rapide menace l'agriculture périurbaine. Par exemple, dans la wilaya d'Oran, l'urbanisation a conduit à une diminution de du potentiel agricole terres agricoles entre 2000 et 2020 (Nemouchi et Zeghiche 2021a; Maachou et Otmane 2016a; Asmaa Missoumi, Hadeid, et Desponds 2019). À Mostaganem(Belguesmia, Yousfi, et Otmane 2019; Yamani et

Introduction générale

Trache 2020a; N. Bentekhici et Yousfi 2013), une autre région fortement urbanisée, les pertes de terres agricoles s'est chiffrées sur la même période (Bakour et Baouni 2015; GUECHI 2011; Chorfi et Younesi 2008) . Ces tendances sont représentatives de la pression croissante sur les terres agricoles dans tout le pays.

La thèse envisagée vise à cerner les évolutions et menaces dans les zones périurbaines, avec une attention particulière à la wilaya de Sidi Bel Abbès, en Oranie. Ce contexte est marqué par une urbanisation rapide qui exerce une pression croissante sur les terres agricoles périphériques, entraînant des conflits d'usage et des transformations significatives des paysages agricoles. Cette problématique est d'autant plus complexe du fait des politiques agricoles en vigueur qui influencent directement la gestion du foncier.

La compréhension des dynamiques de l'espace périurbain est primordiale face aux enjeux liés à l'expansion urbaine et aux politiques agricoles. L'urbanisation croissante a des répercussions notables sur les zones adjacentes aux grandes villes, notamment par une consommation accrue des terres agricoles pour l'expansion urbaine, créant ainsi des tensions et des conflits entre les usages urbains et agricoles. En parallèle, les politiques agricoles jouent un rôle déterminant dans la gestion du foncier, en régulant les pratiques agricoles et l'utilisation des terres.

Cette thèse vise à analyser non seulement les évolutions et les menaces qui pèsent sur les espaces agricoles en périphérie des grandes villes algériennes, mais aussi à évaluer l'impact des politiques agricoles sur la gestion de ces espaces. L'objectif est de quantifier l'ampleur de l'emprise urbaine, d'évaluer ses retombées négatives sur les terres agricoles et de comprendre comment les politiques agricoles influencent ces dynamiques.

Questions de recherche et hypothèses

Dans le prolongement des analyses précédemment menées sur la dynamique territoriale de Sidi Bel Abbès, cette recherche interroge les relations complexes entre l'étalement urbain et la transformation des espaces agricoles en périphérie. L'objectif est de comprendre les mécanismes d'interactions entre urbanisation et agriculture périurbaine dans un contexte marqué par la pression foncière, la reconfiguration des usages du sol, et les limites des politiques d'aménagement urbain et agricole.

Introduction générale

Questions de recherches

Trois questions centrales guident cette étude :

1. Quel est l'impact spatial et fonctionnel de l'étalement urbain sur les terres agricoles périurbaines ?
2. Comment cette évolution affecte-t-elle la disponibilité du foncier agricole, la continuité de l'activité agricole, et les équilibres territoriaux à l'échelle locale ?
3. Quels sont les outils méthodologiques pertinents pour spatialiser et quantifier ces dynamiques à caractère urbain et agricole (télédétection, cartographie, croisement des données géographiques) ?

Suite à ce questionnement, cette étude repose sur les hypothèses suivantes :

1. L'urbanisation non maîtrisée contribue à une réduction significative et irréversible des terres agricoles périurbaines, compromettant ainsi la vocation productive historique de ces espaces, en particulier de la ville de Sidi Bel Abbès.
2. Les conflits d'usage du sol résultent en grande partie d'un désajustement entre planification urbaine et réalité foncière, et peuvent être mis en évidence par des outils d'analyse spatiale comme la télédétection, la cartographie multi temporelle et l'analyse des plans directeurs (PDAU)
3. Les contraintes environnementales (nature du sol, fragmentation du foncier) et les pressions économiques (valorisation du foncier urbain, absence de soutien ciblé à l'agriculture périurbaine) accentuent la vulnérabilité de ces espaces, que les politiques agricoles et d'aménagement actuelles peinent à encadrer de manière efficace.

La particularité de ce travail réside notamment dans l'intégration d'une analyse fine du stock foncier communal, examinée à travers deux études de révisions du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) ; ces études permettent de quantifier les surfaces réservées à l'urbanisation, en identifiant les assiettes foncières projetées et leur niveau réel de consommation. Les observations montrent que la quasi-totalité du stock prévu a été consommée, ce qui révèle une pression urbaine continue et plus en plus difficile à maîtriser.

En considérant ces documents d'urbanisme dans une perspective diachronique, il devient clair que la ville de Sidi Bel Abbès est soumise à des menaces croissantes liées à l'avancement du bâti, notamment au détriment des terres agricoles situées en périphérie. Cette lecture critique des PDAU offre ainsi un éclairage essentiel sur les mécanismes de consommation du foncier, sur les choix de planification urbaine, mais aussi sur l'insuffisance des mesures de préservation des espaces agricoles dans les documents de planification.

Ce travail met donc en évidence la tension constante entre les projections urbaines et la capacité d'absorption du territoire, rendant d'autant plus urgente une reconsidération des logiques d'aménagement, notamment dans les zones périurbaines à vocation agricole

Introduction générale

L'objectif principal de cette recherche est de comprendre comment l'urbanisation affecte l'agriculture périurbaine, en mettant en lumière les conflits d'usage du foncier. Cette analyse se concentrera sur la ville de Sidi Bel Abbès, en Oranie, afin de fournir des données concrètes sur les transformations des espaces périurbains.

Pour répondre à ces questions, la recherche combinera une analyse théorique avec des observations de terrain, incluant des entretiens indirects et l'étude des données disponibles sur l'évolution des espaces périurbains et des politiques agricoles. Cette approche intégrée fournira des insights précieux sur la gestion des ressources, la durabilité des pratiques agricoles, et les effets combinés de l'urbanisation et des politiques agricoles dans un contexte de pression urbaine croissante.

La télédétection spatiale sera utilisée pour cartographier fréquemment de vastes espaces, produisant des cartes d'occupation et de changements d'occupation des terres. Les données satellitaires de différentes résolutions seront intégrées pour analyser les dynamiques à plusieurs échelles spatiales et temporelles. Les modèles d'intelligence artificielle seront utilisés pour caractériser les grands ensembles paysagers et leurs évolutions.

Pour mener à bien cette recherche, il est très utile de combiner plusieurs approches afin de mieux caractériser les enjeux de l'étalement urbain et son impact sur l'agriculture périurbaine. Trois approches principales sont proposées dans cette thèse.

Collecte des références bibliographiques

La première étape consiste en une collecte exhaustive des références bibliographiques. Cette étape est réalisée à partir de diverses bases de données bibliographiques via l'application Zotero, permettant de recenser des travaux portant sur l'agriculture périurbaine et l'impact de l'étalement urbain. Les documents recueillis incluent des ouvrages généraux, des articles scientifiques, des thèses, des mémoires de fin d'études et des rapports. Cette documentation offre une perspective comparative entre les expériences des pays occidentaux, notamment ceux de la rive nord de la Méditerranée et celles des pays en développement comme l'Algérie.

Des sources complémentaires ont également été exploitées, telles que les recensements généraux de la population et de l'habitat (1966, 1977, 1987, 1998, et 2008) de l'Office National des Statistiques (ONS), ainsi que des documents des directions locales de la wilaya de Sidi Bel Abbès, incluant les statistiques de la Direction de l'Urbanisme et de la Construction (DUC), de

Introduction générale

la Direction des Services Agricoles (DSA) et de la Direction du Cadastre. Les données collectées ont été triées et saisies manuellement puis exploitées sous forme de graphes ou intégrées dans un Système d'Information Géographique (SIG).

Analyse cartographique

La seconde méthode repose sur des techniques de télédétection pour remédier le manque de cartographies thématiques et de données statistiques sur la zone d'étude. Les traitements numériques des images satellitaires constituent un moyen efficace pour combler ces lacunes. Nous avons utilisé des images satellitaires issues des capteurs Landsat, avec une résolution spatiale de 30x30 mètres, acquises à différentes dates : Landsat TM (1987, 1999, et 2009), Landsat 8 OLI (2019) et Sentinel2 A. Ces images ont permis d'identifier et de quantifier les changements survenus au cours des trois dernières décennies dans les territoires agricoles périurbains, aboutissant à la création de différentes cartes de changement. Ces analyses ont permis d'extraire des informations très essentielles sur l'étalement urbain et l'agriculture de la commune de sidi bel abbès.

Investigations de terrain et entretiens qualitatifs

La troisième approche comprend des investigations de terrain et des entretiens qualitatifs. La compréhension des transformations en territoires périurbains nécessite une approche sociologique, appuyée par des enquêtes de terrain. Un planning a été mis en place pour :

Collecter des informations et des données qualitatives et quantitatives (observations sur site, localisation par GPS, photographies).

Réaliser des entretiens qualitatifs avec les acteurs locaux (groupes et individus), basés sur une grille préalablement conçue afin de mieux saisir le contexte local et croiser les perspectives sur la conduite des activités agricoles. Les entretiens ont été menés auprès des populations concernées, ainsi que des acteurs professionnels et institutionnels (P/APC, décideurs, promoteurs, agriculteurs).

Confronter les résultats de l'analyse cartographique avec les pratiques réelles des différents groupes sociaux sur le terrain pour évaluer la mise en œuvre des politiques agricoles et situer les conflits ou menaces par rapport à l'étalement urbain.

Introduction générale

Les entretiens ont été conduits auprès de plusieurs acteurs locaux, dont la Direction de l'Urbanisme et de la Construction (DUC), la Direction des Services Agricoles (DSA), l'Office National des Terres Agricoles (ONTA) ainsi qu'au niveau de la commune. Les observations de terrain ont constitué un apport fondamental, validant les résultats obtenus à partir des traitements de télédétection.

Organisation de la thèse

Au regard des données collectées et des difficultés rencontrées pour répondre aux nombreuses interrogations, cette thèse est organisée en trois parties distinctes, structurées en six chapitres (voir figure1) :

Première Partie : Sidi Bel Abbès - Un espace agricole intérieur de la zone Nord de l'Ouest Algérien

Cette première partie comporte deux chapitres. Elle expose le contexte général de notre étude en présentant un état de l'art sur les travaux scientifiques caractérisant l'agriculture périurbaine, incluant des définitions du concept "agriculture périurbaine" et la caractérisation du contexte géographique de la zone d'étude.

Deuxième Partie : Les effets de la ville sur l'espace agricole périurbain

Cette partie est dédiée à la mise en œuvre de méthodes de télédétection dans le premier chapitre pour caractériser et quantifier les dynamiques périurbaines à travers l'utilisation d'une série temporelle d'imagerie satellitaire. Dans le deuxième chapitre, cette démarche multi temporelle permet de saisir le rythme de l'étalement urbain et d'analyser les transformations apportées au paysage périurbain.

Troisième Partie : analyse des facteurs contribuant à la vulnérabilité des terres agricoles en zone périurbaine

Cette partie tente d'appréhender sur le terrain le rôle des acteurs impliqués dans la production et la gestion des espaces périurbains et de montrer les conséquences socio-spatiales des politiques urbaines menées au sein des territoires périurbains. En particulier, elle examine celles qui concernent l'agriculture périurbaine et la problématique du foncier et sa nature juridique. Cette section met en avant la place l'évolution de la nature juridique et son impact

Introduction générale

sur la gestion des espaces périurbains en soulignant les contraintes liées à sa mise en œuvre en Algérie, à travers l'étude de cas de l'agglomération de Sidi Bel Abbès.

En fin de compte, cette thèse combine des analyses théoriques, des méthodes de télédétection et des investigations de terrain pour offrir une analyse multicritère pour la projection des dynamiques de l'étalement urbain et de ses impacts sur le foncier agricole périurbain et ses propriétaires à Sidi Bel Abbès.

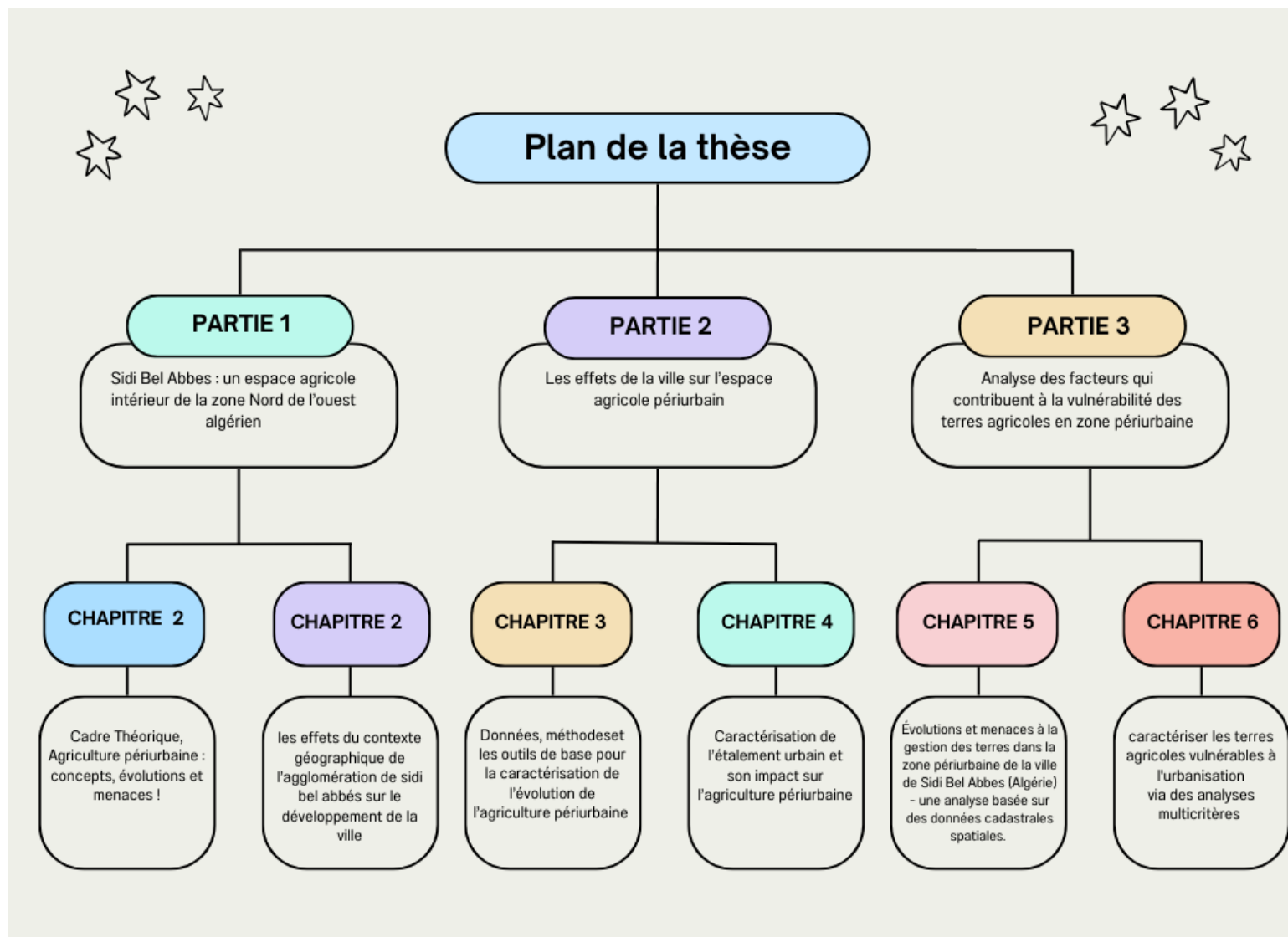


Figure 1 : Plan de la thèse

Terrain de recherche

La zone d'intérêt de cette recherche correspond à la wilaya de Sidi Bel Abbès, désignée sous le terme de « Groupement de Sidi Bel Abbès ». Le choix de ce groupement comme champ d'étude repose sur des préjugées en matière de l'évolution des menaces sur les terres agricoles en périphérie de la ville de Sidi Bel Abbès.

La définition du groupement de Sidi Bel Abbès retenue dans cette recherche est basée sur la délimitation spatiale approuvée lors de la révision du Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) de Sidi Bel Abbès. Cette délimitation inclut le territoire de cinq communes : Sidi Bel Abbès, Sidi lahcen, Sidi brahim, Amarna, Tilmouni et Zerouala, couvrant une superficie de 31 412 hectares et comptant plus d'un million d'habitants selon le dernier recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) de 2008⁶ (voir figure 2).

Le groupement de Sidi Bel Abbès constitue un terrain d'étude idéal répondant aux critères de notre problématique : la continuité du bâti avec la ville-centre, l'ampleur de l'urbanisation périphérique et l'accroissement des mobilités entre le centre et les espaces périurbains. Le territoire du groupement de Sidi Bel Abbès a connu une allongement spatiale considérable durant les dernières décennies, au détriment du potentiel agricole en périphérie de la ville. Cette croissance a touché toutes les communes périurbaines, en particulier à la périphérie agricole de la ville de SBA, produisant aussi bien les nouveaux sites d'extensions périurbains (figure 2).

Du point de vue urbanistique, le groupement de Sidi Bel Abbès présente une grande variété d'occupations des sols, allant de l'urbain dense à l'habitat dispersé de type périurbain. Les surfaces non bâties correspondent à des terres agricoles ou à des espaces naturels tels que les massifs forestiers, les pâturages, et les plans d'eau. Cette diversité constitue un bon exemple pour notre étude, en particulier pour mettre en évidence les changements engendrés par le processus de périurbanisation.

⁶ Au moment de rédaction de ce travail, nous n'avons pas accès aux données récentes de dernier recensement de 2022. Selon les services concernés (visite à l'APC de Sidi bel Abbès et à l'ONS d'Oran en novembre 2023), il nous a été indiqué que les résultats du recensement sont encore en phase de saisie et que leur publication officielle nécessitera encore du temps (*ONS : Office National des Statistiques*).

Introduction générale

Au démarrage de ce travail, la wilaya de sidi bel abbès avait été envisagé comme zone d'étude principale, en raison de sa vocation agricole affirmée et de la présence d'un pôle urbain central en croissance. Toutefois, au fur et mesure de l'avancement de l'analyse, il est apparu nécessaire d'adopter une échelle d'observation plus fine, à la fois plus pertinente sur le plan administratif et plus cohérente vis-à-vis des enjeux d'aménagement et d'urbanisme.

Ainsi, en se référant aux découpages utilisés dans les études de planification urbaine, notamment les plans directeurs d'aménagement et d'urbanisme (PDAU), l'échelle retenue pour détaillée est celle du groupement de la ville de sidi bel abbès. Ce groupement englobe la commune chef-lieu ainsi que cinq communes périphériques limitrophes : cette entité est considérée comme un espace fonctionnel cohérent, où se concentrent les dynamiques le plus marquantes d'urbanisation.

L'observation progressive du terrain et l'exploitation des données ont relevé que l'urbanisation s'est principalement développée en périphérie immédiate de la ville-centre, souvent au détriment des terres agricole de qualité, historiquement intégrées aux systèmes de production locaux. En revanche, les agglomérations secondaires ou rurales environnantes ont connu un développement urbain beaucoup plus modérer, voir marginal.

Cette disparité spatiale dans les dynamiques d'urbanisation conduit à recentrer l'analyse sur la ville de sidi bel abbès et sa périphérie immédiate. L'objectif a été de caractériser l'étalement urbain dans cet espace stratégique, et d'en évaluer les impacts directs sur l'agriculture périurbaine, qui occupait autrefois un rôle productif dans l'économie locale. Cette approche ciblée permet ainsi de mieux cerner les interactions entre urbanisation et agriculture, et de documenter les conflits d'usage du sol au sien de cet espace de transition.

Introduction générale

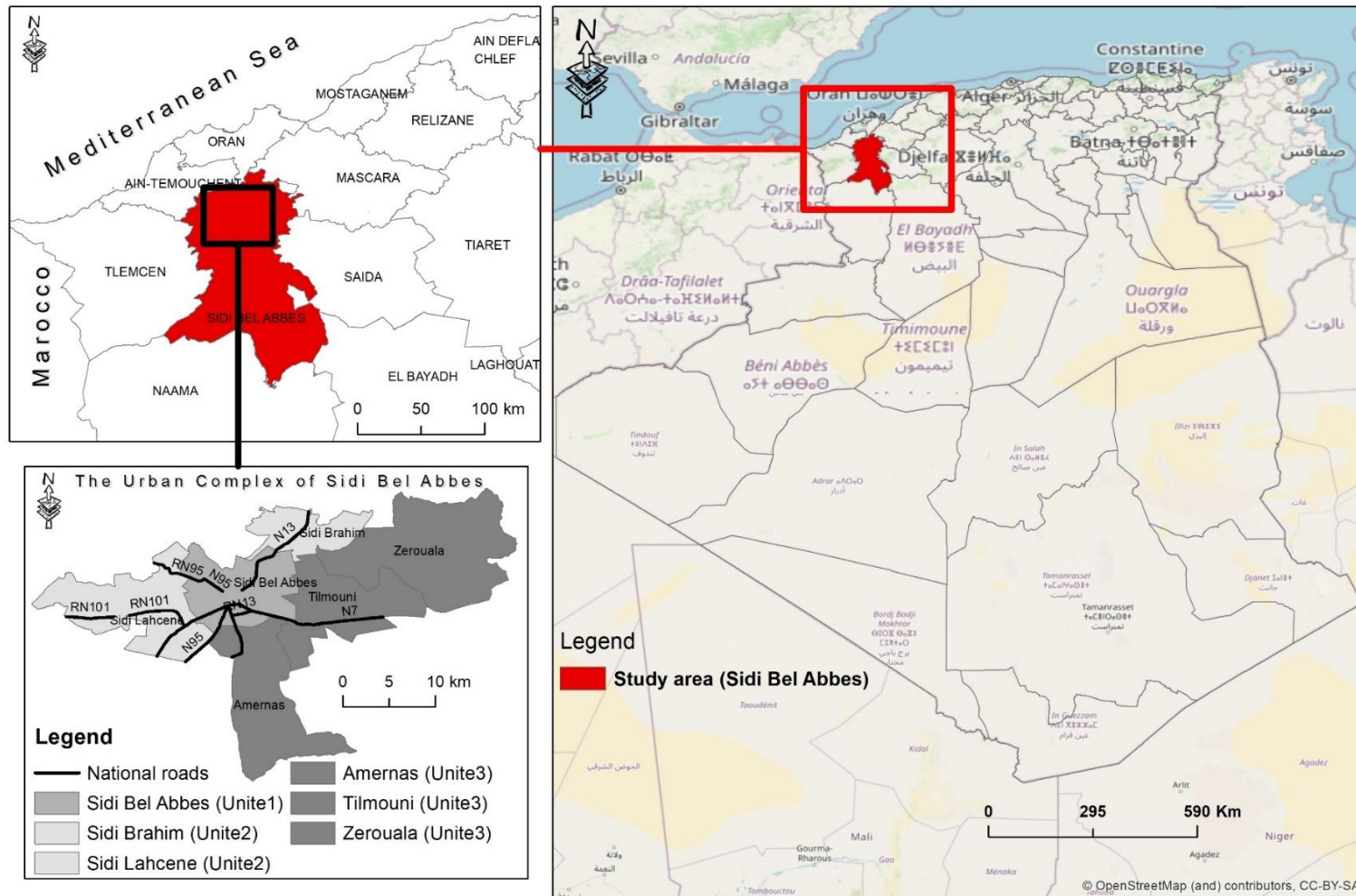


Figure 2: Localisation géographique de la zone d'étude

Contexte et problématique de l'espace urbain du groupement de Sidi Bel Abbès

L'espace urbain des communes du groupement de Sidi Bel Abbès se trouve entouré de terres agricoles de hautes valeurs menacées par l'étalement urbain. La commune de Sidi Bel Abbès, à l'instar de la majorité des villes algériennes, fait face à une gestion délicate du foncier agricole. La compétition pour l'accès au stock foncier communal, en particulier la propriété et la nature juridique des terres, augmente sous les effets conjugués de la progression démographique et de l'évolution des nécessités pour satisfaire la demande locale en matière de logements et d'équipements. Dans ce contexte, le foncier se met au cœur des préoccupations et des enjeux qui conduisent les études des instruments d'urbanisme, telles que la révision du Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU).

En effet, les problématiques territoriales à Sidi Bel Abbès se manifestent par un déséquilibre dans l'occupation du territoire et dans la répartition spatiale du contexte socio-économiques, essentiels pour réduire des inégalités et assurer le bien-être des populations.

Au sein du groupement des communes, le noyau urbain de Sidi Bel Abbès tenue un rôle central, avec une concentration des activités qui s'étend également de manière privilégiée vers les pôles périphériques situés le long des axes de transport, tels que Sidi Lahcène, Sidi Brahim, et Bellouladi (voir figure 2). La question foncière en milieu urbain et la soustraction des terrains disponibles ont entraîné une extension vers les zones agricoles les plus proches de la ville, créant ainsi une seconde centralité avec un niveau d'hierarchie urbaine moins élevé que celui de noyau initial de la ville.

Ce phénomène induit des inégalités socio-économiques entre le centre urbain et sa périphérie et entre-temps les communes du groupement. Les activités les plus importantes sont localisées dans le chef-lieu de la commune de Sidi Bel Abbès. Pour analyser cette différenciation spatiale, il est nécessaire de prendre en compte les facteurs d'évolution et de croissance de chaque commune, tels que l'accès au marché du travail, au logement, aux soins et aux moyens de transport. Ce déséquilibre territorial constitue le principal problème de l'aménagement du groupement, malgré les atouts et les potentialités des communes de groupement.

Introduction générale

La croissance urbaine et sociale continue de progresser, poussant les autorités locales à lancer de nouveaux programmes d'habitat et d'équipements dans les communes périurbaines, principalement pour répondre à une demande croissante en logement. Dans ce contexte, il devient impératif de préserver le foncier agricole, qu'il soit public ou privé, car il constitue un atout stratégique pour la wilaya. L'investissement dans le secteur agricole est vivement encouragé, dans une démarche visant à favoriser la coexistence entre les zones rurales et urbaines, tout en répondant à la forte demande alimentaire au sein du groupement et de la ville de sidi bel abbès.

La question primordiale aujourd'hui tourne sur une solution équitable pour contourner le potentiel agricole destiné à développer le secteur agricole et identifier les endroits adaptés pour les terrains qui tiendront en compte la croissance du groupement, tout en répondant aux besoins croissants des populations en matière de logement, de services et de travail.

Introduction générale

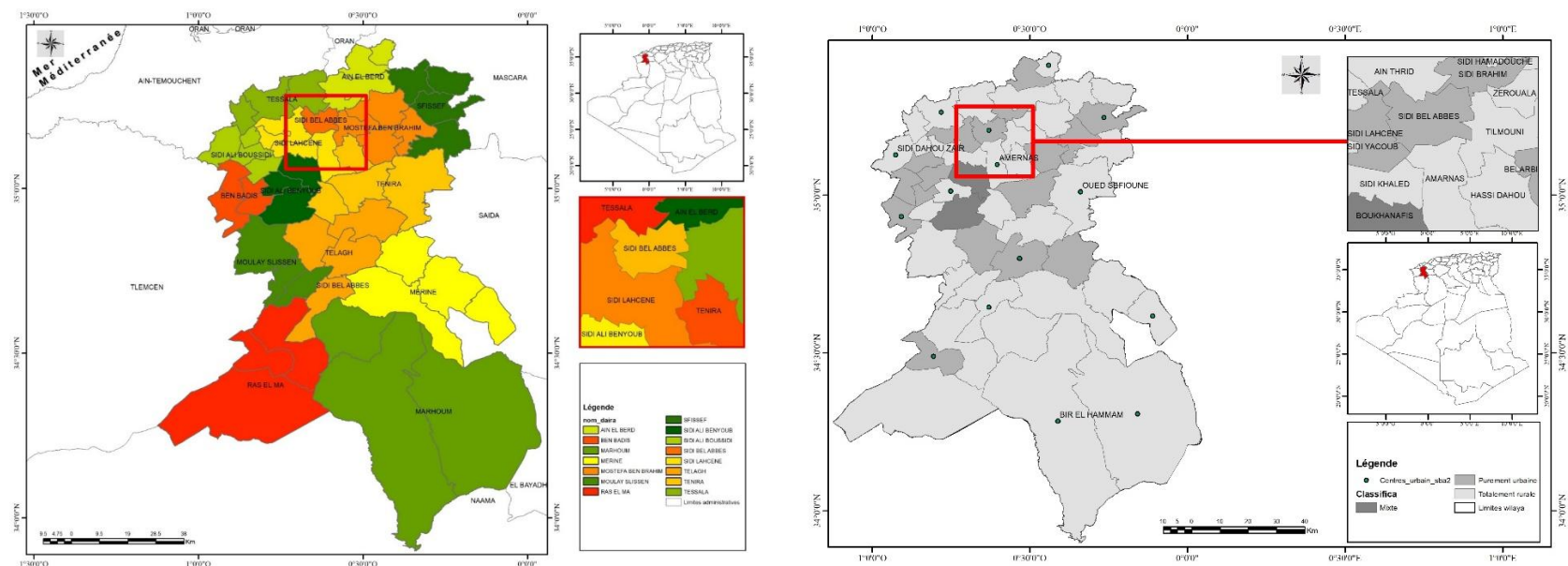


Figure 3: Découpage administratif par daïra au niveau de la wilaya de SBA

Partie 1

Sidi Bel Abbès : un espace agricole intérieur de la zone Nord de l'ouest algérien

1. Introduction

L'étalement urbain a connu une progression significative au cours des dernières décennies, affectant profondément l'agriculture périurbaine. Ce phénomène, commun aux grandes villes des deux rives de la Méditerranée, s'impose aujourd'hui comme la nouvelle forme d'expansion urbaine. L'émergence de ce processus a inversé les flux démographiques, entraînant un redéploiement centrifuge des populations vers les périphéries des grandes agglomérations.

Les grandes villes algériennes, en particulier Sidi Bel Abbès, ont également observé ce mode de croissance urbaine. Ce phénomène est dû à l'installation de nombreux ménages dans les zones périurbaines, entraînant une évolution démographique soutenue par les transferts des populations des quartiers centraux vers les périphéries. Parallèlement, les déplacements quotidiens domicile-travail se sont considérablement amplifiés en raison de la concentration de l'emploi dans les quartiers centraux.

Cette première partie de la thèse est dédiée à présenter la cadre théorique et faire analyser le contexte géographique de la zone d'étude. Elle comprend deux chapitres distincts :

2. Chapitre 1 : Cadre Théorique

Ce chapitre présente une revue théorique des concepts d'étalement urbain et d'agriculture périurbaine. Il inclut une définition des termes clés, une analyse de leur évolution et des menaces associées. L'objectif principal est de dresser un état de l'art sur le développement de l'agriculture périurbaine dans trois régions distinctes (Amérique du Nord, Europe et Maghreb) et de comparer ces dynamiques avec le contexte algérien. Cette comparaison permet d'identifier les similitudes et les divergences, fournissant ainsi une base pour comprendre les particularités du phénomène en Algérie.

3. Chapitre 2 : Contexte Géographique et Socioéconomique de Sidi Bel Abbès

Ce chapitre retrace le contexte géographique de la ville de Sidi Bel Abbès, en tenant compte de ses caractéristiques naturelles, climatiques et socioéconomiques selon les statistiques officielles. Différents aspects sont analysés, notamment la croissance démographique, la densité

de population. Ces éléments permettent de mieux appréhender la vitesse et l'ampleur des transformations des territoires périurbains de Sidi Bel Abbès.

L'objectif global de cette partie est d'analyser de manière théorique l'impact de l'étalement urbain sur l'agriculture périurbaine, en mettant en évidence les dynamiques spécifiques à la ville de Sidi Bel Abbès. Cette analyse théorique est ensuite contextualisée à l'échelle internationale à travers des comparaisons avec d'autres régions, tout en reliant cette compréhension aux particularités géographiques locales de la commune de Sidi Bel Abbès.

Chapitre I

**Agriculture périurbaine : concepts,
évolutions et menaces !**

1 Analyse des travaux scientifiques dans le contexte de l'étalement urbain et son impact sur l'agriculture périurbaine

1.1 Contexte mondiale caractérisé par un intérêt aux études urbaines et l'évolution des villes

L'étalement urbain est un sujet de recherche attrayant qui intéresse les chercheurs et les décideurs de divers domaines : géographie, aménagement du territoire, urbanisme, écologie, économie, etc., où la télédétection (TLD) joue un rôle prédominant en tant qu'un outil pour évaluer et analyser l'étalement urbain et surveiller l'évolution des territoires. Une revue de la littérature a été réalisée, incluant des recherches dans des bases de données bibliographiques telles que Google Scholar, Web of Science (WoS) et Scopus, en utilisant quelques mots-clés tels que : "étalement urbain", "cartographie urbaine", "changement d'utilisation des terres" et "télédétection" (Herold, Goldstein, et Clarke 2003; Demaze 2010; Dhanaraj et Angadi 2020; Maity, Mallick, et Rudra 2020; Das et Angadi 2022; Shah, Ali, et Nizami 2022).

Selon de nombreux auteurs, le terme 'étalement urbain' est apparu pour la première fois avec l'établissement des premiers noyaux urbains (Franz et al. 2007; Ismael 2021). Dans ce contexte, le concept de protection des terres agricoles contre l'étalement urbain remonte à l'histoire de l'urbanisation. Par ailleurs, ce phénomène a touché le Royaume-Uni dès le XIIIe siècle, et pour protéger les terres agricoles contre l'avancée urbaine en 1935, les urbanistes britanniques ont initié la ceinture verte (Ismael 2021).

Entre 1950 et 1960, l'Europe a connu une croissance significative des zones urbaines avec un taux de croissance annuel de 3,3 %. En Europe de l'Est, les spécialistes en géographie urbaine ont proposé des explications sur les causes et les conséquences de l'étalement urbain. Par conséquent, la politique a toujours été influencée par l'organisation des groupes sociaux, générant des relations de pouvoir entre les acteurs impliqués dans les politiques d'utilisation des terres (Ismael 2021). Les zones bâties ne sont pas le seul facteur responsable de l'étalement urbain ; il existe d'autres types d'artificialisation, tels que les infrastructures, les réseaux routiers et les zones d'activités, qui occupent beaucoup de terres et contribuent à l'étalement urbain. Cet étalement urbain a causé de nombreux problèmes de développement, notamment la pression sur le logement, la prolifération des logements informels et l'augmentation de la criminalité dans les quartiers, les problèmes d'approvisionnement en eau, d'assainissement, la congestion du trafic, la perte de terres agricoles en périphérie des grandes villes, etc (Shah, Ali, et Nizami 2022).

Chapitre1 : Agriculture périurbaine : concepts, évolutions et menaces !

Plusieurs travaux scientifiques ont été menés sur l'agriculture périurbaine. Selon (Vanier 2005b; 2005a), cette agriculture vue comme une réponse aux problèmes d'approvisionnement dans les villes. Cependant, les géographes se sont également intéressés aux impacts de l'urbanisation sur l'agriculture en milieu périurbain. Ainsi, plusieurs études ont été menées les mutations de l'usage des sols (Courtine 1986; Diry 1994b; 1994a; Prost 2001) et la régression des terres agricoles (Jehin 1998; Léger-Bosch et Alavoine-Mornas 2013)

D'autre géographes ont souligné comment l'espace rural périurbain est devenu à la fois source de production agricole pour la ville et lieu de loisir et de culture de la vie agricole. Dans son article, Mancebo (2014) propose d'inverser la tendance en s'appuyant sur ce que peuvent apporter les espaces périurbains à la production urbaine et construction territoriale (appropriation des espaces de production par les agriculteurs périurbains).

Il est également important de noter les travaux de plusieurs chercheurs qui se sont intéressés aux enjeux propres aux espaces périurbains dans le contexte de développement durable. Serrano et Larrue (2010) étudient la mise en œuvre d'une réflexion sur les dimensions spatiales du développement durable dans l'aménagement des espaces périurbains à partir du cas de l'agglomération de tours, notamment en termes de consommation d'espace et de ressource, mais aussi d'équité sociale. Selon la revue de littérature sur l'étalement urbain et ségrégation socio spatiale, par Pouyanne (2006), plusieurs études ont été examinées, les relations entre l'étalement urbain et ségrégation socio spatiale et ont proposé des différentes pistes de méthodologies. Certaines études ont proposé une approche par les densités ou par la variation de la densité pour évaluer le processus d'étalement. Cependant, ces approches sont plutôt limitées et ne fournissent qu'une indication partielle de l'étalement urbain. D'autres études ont examiné les mobilités résidentielles individuelles pour comprendre les dynamiques de localisation/relocalisation et l'influence de l'étalement urbain sur la ségrégation socio-spatiale. En outre, Pouyanne (2006) présente également des résultats empiriques sur l'influence de l'étalement urbain sur les facteurs de ségrégation, qui peuvent soit amplifier soit freiner le processus ségrégatif.

Dans ce contexte, plusieurs travaux scientifiques ont fait état de conflits d'usage entre les espaces ruraux et urbains. Ainsi, Berger et Beaucire (2002), Poulot (2014) ont analysé la division sociale de l'espace périurbain en Ile de France en construisant un système d'information cartographique et statistique à partir d'un gros volume de données. Ils ont

Chapitre1 : Agriculture périurbaine : concepts, évolutions et menaces !

souligné que la pression résidentielle et économique sur les terres périurbaines a entraîné des conflits d'usage de ces espaces entre les activités agricoles, industrielles et résidentielles.

De même, Poulot, Aragau, et Rougé (2016) ont étudié les espaces ouverts en France en associant la périurbanisation à un processus d'urbanisation sous forme de lotissements sur des terres agricoles. Ce processus est favorisé par le développement d'un réseau routier performant qui provoque un déversement des citadins sur les périphéries. Cette situation engendre des conflits d'usage des espaces ruraux entre les habitants et les agriculteurs locaux.

George (1964) a analysé ainsi les nouvelles formes d'organisation de l'espace périphérique et leurs impacts sur le fonctionnement du couple centre-périphérie. Ces conflits vont de la réglementation des activités économiques à la satisfaction des besoins des citadins en matière de loisirs et d'environnement.

Les études mentionnées auparavant abordent les problématiques liées aux conflits d'usages entre les espaces ruraux et urbains dans différents contextes géographiques. Par exemple, Poulot et Rouyres (2007); Glita 2023; Berger et Beaucire (2002) ont étudié la division sociale de l'espace périurbain en île de France.

D'autres études ont apporté des contextes géographiques différents. Par exemple Merenne-Schoumaker et Jehin (1998) ont étudié les conflits d'usage des espaces périurbains en Belgique, en se basant sur une enquête auprès des agriculteurs et des habitants locaux. De même, Rebaï, Desbonnet, et Rebei (2023) ont étudié les fermes périurbaines en Tunisie, en examinant les stratégies d'adaptation des agriculteurs face aux pressions urbaines croissantes.

Dans ce contexte, l'espace rural est un terrain de recherche très complexe abordé par plusieurs géographes notamment, Toubanc et Poulot (2017); Poulot et Rouyres (2007); Poulot, Aragau, et Rougé (2016); Poulot (2014c; 2014b; 2014a), qui souligne les évolutions des relations entre les espaces ruraux et urbains. Elle observe que les espaces périurbains, situés à la frontière entre ville et campagne, ont longtemps été considérés comme annonciateurs de changement profonds dans la ruralité, même si ces transformations sont plus lentes que prévu.

Poulot (2011) rappelle la tradition d'études sur le rural dans ces zones, notamment à travers les travaux de Kayser (1979; 1987), qui ont montré que ces espaces sont des lieux de renaissance rurale. Elle note également que la distinction entre géographie urbaine et rurale s'est atténuée, le périurbain étant désormais un terrain d'étude commun aux deux disciplines.

Chapitre1 : Agriculture périurbaine : concepts, évolutions et menaces !

L'analyse de Poulot (2008) se divise en plusieurs parties. Elle commence par une généalogie des espaces périurbains, montrant que ces zones, autrefois périphériques, sont devenues des campagnes urbaines. Elle aborde ensuite les approches de la géographie rurale face à ces espaces et termine par une réflexion sur la redéfinition des liens entre ville-campagne (Poulot 2014a).

Les espaces ruraux périurbains, bien qu'ils soient souvent perçus comme des extensions urbaines, conservent une ruralité propre, avec des paysages ouverts, des pratiques agricoles en transition, et un rôle de plus en plus reconnu dans l'alimentation locale. Cette évolution est marquée par une institutionnalisation du « vert », où les espaces ouverts sont intégrés dans le document d'urbanisme et les projets métropolitains, contribuant à une nouvelle lecture de la ruralité périurbaine (Toublanc et Poulot 2017; Poulot et Rouyres 2007; Poulot 2011).

Poulot et Rouyres (2007) souligne la nécessité de repenser le concept de ruralité dans ces espaces, en tenant compte des transformations en cours et des nouvelles réalités qu'elles imposent, tout en reconnaissant l'importance des campagnes périurbaine dans la dynamique territoriale contemporaine.

La France connaît une forte périurbanisation, avec une extension des zones urbaines qui englobent progressivement les terres agricoles, notamment en ile de France (Glita 2023; Fleury et Donadieu 1997; Berger et Beaucire 2002). Ce phénomène, visible à marne la vallée, où Disneyland a transformé 2000 ha de terres agricoles, illustre la manière dont les zones périurbaines se sont étendues à travers tout le pays. Entre 1982 et 2011, la France a gagné 9.5 millions d'habitants, dont une grande partie dans les aires urbaines. Aujourd'hui les grands pôles urbains et les espaces périurbain couvrent la moitié du territoire et regroupent plus de 80% de la population (Hervé et Jean-Marc 2018).

Le métropolisation, qui voit les grandes villes françaises dépasser leur empreinte géographique traditionnelle, entraîne une organisation de la ville à une échelle régionale, mais pose des défis en termes de gouvernance et d'impact environnementale. Les centres commerciaux, en pleine expansion, symbolisent cette transformation du territoire, marquant la nouvelle frontière entre espaces périurbains et zones rurales (Vanier 2005a).

La périurbanisation est un phénomène clé dans l'évolution des territoires en France, marquant l'extension des zones urbaines au de la des centres-villes vers des espace périurbains. Ce processus, qui a pris de l'ampleur au cours des dernières décennies, est caractérisé par le

Chapitre1 : Agriculture périurbaine : concepts, évolutions et menaces !

développement de nouvelles habitations et infrastructure dans les communes situées à la périphérie des grandes villes. L'étymologie du terme périurbanisation explique bien ce phénomène « péri » signifie autour en grec, et « urbanisation » se réfère à l'extension des zones urbaines.

Concrètement, la périurbanisation est visible dans l'organisation des territoires. Par exemple, en ile de France, la croissance des zones comme marne la vallée montre comment des espaces autrefois ruraux ont été transformés en zones urbaines densément peuplées. Entre 1982 et 2011, la population a fortement augmenté, avec une concentration dans les grandes aires urbaines. Cette expansion a conduit à une transformation des paysage ruraux en environnement urbanisés, souvent marqués par l'apparition des lotissements et de centres commerciaux en périphérie.

La périurbanisation en France illustre un changement majeur dans la géographie urbaine, ou les zones rurales autour des villes se transforment progressivement en extensions urbaines. Ce phénomène soulève des enjeux de gouvernance, d'aménagement du territoire, et de gestion des ressources, car il redéfinit les frontières entre la ville et la campagne et modifie les dynamique sociales, économiques et environnementales.

Dans le contexte maghrébin, ce travail ressemble à ce qui passe en Tunisie, où l'agriculture périurbaine est également influencée par la pression urbaine et réorganisation foncière, l'étude montre des similitudes dans les défis auxquels sont confrontés les agriculteurs, mais aussi des différences dans les réponses institutionnelles et individuelles.

Dans le contexte européen, la comparaison avec les études sur l'agriculture périurbaine dans les pays du nord, comme celles de Fleury et Donadieu (2003; 1997) en France, révèle une approche plus institutionnalisée de la multiplication de l'agriculture dans les zones périurbaines, contrastant avec l'approche plus individualisé observée en Algérie.

1.2 Les études réalisées dans le contexte algérien : revue de littérature et débat critique

En Algérie, ce sujet a été largement exploré par divers géographes qui se sont penchés sur différents aspects tels que l'agriculture périurbaine, étalement urbain et gestion du foncier agricole. Parmi les travaux réalisés dans ce contexte, on peut citer l'étude de Souiah (1998a), qui apporte une contribution à la caractérisation du foncier périurbain à travers son étude sur les conflits du foncier périurbain a belkhadem, mecheria (Algérie), met en lumière des

Chapitre1 : Agriculture périurbaine : concepts, évolutions et menaces !

dynamiques complexes entre les régimes fonciers traditionnels et modernes, ainsi que les stratégies des acteurs locaux pour contourner les régularisations étatiques.

Souiah (1998a) souligne la superposition des régimes fonciers traditionnels (comme arch, melk) et les régimes modernes hérités de la colonisation française. Cette dualité crée un imbroglio juridique et social où les droits d'usage et de propriété s'entrecroisent, compliquant la gestion du foncier.

L'ordonnance de 1974 sur les réserves foncières communales (RFC) a exacerbé les tensions entre les autorités locales et les propriétaires fonciers. Ces derniers, attachés à leurs droits coutumiers et au sens sacré de la propriété, ont souvent résisté aux tentatives de l'État de réquisitionner leurs terres pour des projets d'urbanisme. Face aux pressions étatiques, certains propriétaires ont opté pour l'urbanisation clandestine, en lotissant leurs terres selon des modes de transaction foncière coutumiers. Ce phénomène, bien que non réglementé, reflète une forme de résistance et d'adaptation aux changements imposés par les politiques foncières nationales (S. A. Souiah 1998a; Elloumi et Jouve 2003a).

Les cas étudiés par (S. A. Souiah 1998a) présente des similitudes avec d'autres études sur les dynamiques foncières dans les périphérie urbaines du tiers monde, comme l'a décrit Durand-Lasserve (1986). Dans ces contextes, l'exclusion des populations pauvres et l'urbanisation clandestine sont souvent des réponses à des politiques foncières qui ne tiennent pas en compte des réalités locales et des traditions foncières. Par exemple, au Maroc et en Tunisie, des phénomènes similaires d'urbanisation irrégulière ont été observés, où des terres périurbaines sont subdivisées et vendues sans infrastructures, souvent à des populations socialement marginalisées (Durand-Lasserve 1986). Cependant, le cas de belkhadem diffère en ce que l'urbanisation clandestine y est principalement motivée par le refus des propriétaires de céder à l'État, même en échange d'une indemnité, illustrant une résistance plus organisée et consciente de la part des propriétaires.

L'analyse du paysage périurbain par Maachou (2012) offre des analyses sur les effets de l'urbanisation sur les paysages agricoles autour de la ville d'Oran. Cette étude souligne plusieurs concepts clés qui sont essentiels pour comprendre les dynamiques en jeu dans ces espaces en transformation. La croissance urbaine rapide à Oran a provoqué une réduction significative des terres agricoles, accentuant la pression sur les terrains périurbains. L'urbanisation incontrôlée a transformé des zones autrefois dédiées à l'agriculture en zones résidentielles et industrielles, entraînant ainsi une régression du paysage rural et agricole., cette

Chapitre1 : Agriculture périurbaine : concepts, évolutions et menaces !

situation a été exacerbée par l'absence des politiques efficaces pour freiner cette expansion urbaine, laissant l'agriculture périurbaine sans protection suffisante.

La fragmentation spatiale des paysages périurbains autour d'Oran a conduit à une spécialisation des fonctions dans différentes zones, créant ainsi des espaces résidentiels, industriels, et tertiaires qui se sont développés au détriment des terres agricoles. Cette transformation, souvent désorganisée, a non seulement modifié le paysage, mais a également fragmenté la structure sociale des populations vivant dans ces espaces, renforçant ainsi les inégalités et tensions entre les différents usages du sol.

Selon Maachou (2012), le manque des politiques agricoles adaptées aux spécifications des espaces périurbains, malgré l'existence de cadre législatifs et réglementaires, ceux-ci sont souvent inefficaces ou mal appliqués, ce qui permet la conversion continue des terres agricoles en terrains constructibles. La planification urbaine actuelle ne prend pas en compte les besoins des zones agricoles, conduisant à une perte de ces espaces essentiels pour la durabilité environnementale et alimentation d'Oran. Bien que l'agriculture périurbaine ait subi un déclin important, l'étude de Maachou (2012) soutient qu'il existe encore un potentiel pour revitaliser ces espaces. En effet, certaines zones agricoles autour d'Oran restent actives, et avec des politiques de protection adéquates, il serait possible de relancer une dynamique agricole qui pourrait non seulement soutenir l'économie locale mais aussi contribuer à la préservation des espaces ruraux. La sécurité foncière et l'investissement dans l'infrastructures agricoles durables sont essentielles pour assurer la viabilité à long terme de l'agriculture périurbaine.

Maachou et Otmane (2016a) a contribué aussi à la compréhension de l'agriculture périurbaine, en particulier à Oran, en soulignant les dynamiques de diversification agricoles et les stratégies d'adaptation. Ces contributions incluent comment les agriculteurs oranais ont diversifié leurs cultures pour inclure des produits à forte valeur ajoutée, notamment dans la filière maraîchère et arboricole.

Face aux pressions urbaines croissantes et à la précarité foncière, les agriculteurs adoptent des stratégies telles que l'intensification agricole et l'utilisation de la technique moderne comme l'irrigation goutte à goutte.

Un autre travail réalisé par Nemouchi et Zeghiche (2021), apportent une contribution importante à la compréhension de l'impact de l'urbanisation sauvage sur les terrains agricoles à Oran, en Algérie(Beauregard 2010). Leur travail met en lumière les mécanismes par lesquels

Chapitre1 : Agriculture périurbaine : concepts, évolutions et menaces !

l'urbanisation galopante compromet les terres agricoles, en soulignant les conséquences néfastes de la durabilité de l'agriculture locale. Elles analysent les stratégies des différents acteurs impliqués dans ce processus, notamment les autorités locales et les promoteurs immobiliers, et critiquent la gestion foncière qui a permis cette dégradation.

L'étude théorise sur la relation contractuelle entre l'urbanisation et la préservation des terres agricoles, en s'appuyant sur des concepts de gouvernance foncière, d'aménagement du territoire et de durabilité agricole. Ce travail se situe dans un débat plus large sur la durabilité urbaine et la protection des terres agricoles, un sujet largement étudié dans littérature géographique et environnementale. En comparaison avec d'autres études, leur travail se distingue par une focalisation sur la spécificité du cas oranais et sur l'implication des instruments d'urbanisme comme outils de dégradation plutôt que de protection des ressources agricoles (Nemouchi 2023; 2008).

L'étude présentée par Prenant (1956a) se concentre sur la structure urbaine de trois faubourgs de Sidi Bel Abbès, une ville coloniale en Algérie. L'auteur examine ces faubourgs en termes de leur aménagement, leur peuplement et les différences socio-économiques qui les caractérisent. Le contexte historique de l'étude est celui de l'après-guerre, avec une attention particulière portée sur l'évolution démographique et l'impact de la colonisation sur l'organisation urbaine.

André Prenant apporte une contribution significative en explorant les différences structurelles et démographiques entre les trois faubourgs : Sénéclosure, Marceau et Négrier. Il met en lumière les contrastes marqués entre ces quartiers, non seulement en termes de peuplement (avec une forte présence de musulmans à Sénéclosure, par exemple), mais aussi en termes de conditions de vie, d'infrastructures, et de développement économique. Cette étude pourrait être comparée avec d'autres recherches sur les effets de la colonisation sur l'organisation urbaine dans les villes coloniales, notamment en Afrique du Nord. Des études comme celles sur la structure urbaine à Alger ou à Casablanca pourraient offrir des perspectives complémentaires, soulignant des dynamiques similaires ou contrastées en termes de ségrégation sociale et de développement urbain (Prenant 1956).

Ardjoum (2015) a présenté de manière significative une caractérisation des zones naturelles périurbaines de la ville de Sidi Bel Abbès. Leur étude se concentre sur l'identification, la classification et la valorisation des espaces naturels, soulignant l'importance de ces zones pour l'équilibre écologique de la ville.

Chapitre1 : Agriculture périurbaine : concepts, évolutions et menaces !

Les résultats de l'étude ont montré que les espaces naturels périurbains de Sidi Bel Abbès occupent une surface de plus de 3969 ha. Ces zones sont majoritairement utilisées pour l'agriculture, y compris la céréaliculture, le maraîchage et l'arboriculture. Cependant, l'étude a également révélé que ces espaces sont en déclin en raison de l'urbanisation croissante, ce qui menace la biodiversité locale et contribue au réchauffement climatique (ARDJOUR Safia et al. 2015). Les discussions soulignent la nécessité d'une protection législative et d'une sensibilisation des citoyens pour la conservation de ces espaces.

L'étude rédigée par Asmaa Missoumi, Hadeid, et Desponds (2019), a apporté des réponses essentielles pour la compréhension des dynamiques de l'agriculture périurbaine, particulièrement sous la pression de l'urbanisation dans l'agglomération d'Oran. L'auteur a adopté une approche méthodologique combinant l'analyse des images satellites pour quantifier les changements d'utilisation des sols et des entretiens semi-directifs pour analyser les jeux d'acteurs impliqués dans ce processus. L'étude explore les notions de l'agriculture périurbaine, souvent marginalisée par l'expansion urbaine. L'auteur met en lumière l'inadéquation des instruments d'aménagement existants, tel que le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) et plan d'occupation du sol (POS), pour protéger efficacement les terres agricoles contre l'empiétement urbain. L'étude soutient que ces instruments de planification ne sont pas adaptés pour gérer l'urbanisation rapide observée à Oran, entraînant ainsi une perte significative des terres agricoles de grande valeur. Les résultats de cette étude révèlent une réduction considérable des terres agricoles autour de la ville d'Oran, avec une perte annuelle moyenne de 42 ha, principalement en raison des projets résidentiels et d'infrastructures. L'auteur montre que, malgré l'existence de cadres juridiques visant à protéger les terres agricoles, ceux-ci se sont avérés largement inefficaces. La discussion met en évidence l'incapacité des autorités locales et des règlements d'urbanisme à freiner l'étalement urbain, ce qui conduit à la fragilisation progressive de l'agriculture périurbaine (Asmaa Missoumi, Hadeid, et Desponds 2019; Maachou et Otmane 2016a).

D'autres travaux ont été réalisés par Belguesmia, Yousfi, et Otmane (2019) sur les dynamiques territoriales en Algérie, notamment en ce qui concerne l'interface ville-campagne dans le contexte des villes intermédiaires sud- Méditerranéens. L'auteur se concentre sur le processus de périurbanisation à Mostaganem, illustrant comment les interactions entre les espaces urbains et ruraux transforment les paysages et les pratiques agricoles. Cela se manifeste par l'urbanisation non contrôlée qui mène à une fragmentation des terres agricoles, réduisant ainsi la surface agricole utile. L'émergence d'une nouvelle classe moyenne dans les zones

Chapitre1 : Agriculture périurbaine : concepts, évolutions et menaces !

périurbaines, combinée à une diversification des emplois, reflète une recomposition des rapports villes-campagne. Il résulte comment les différents acteurs développent des stratégies pour accéder au foncier, que ce soit par des moyens légaux ou informels, ce qui alimente les dynamiques de périurbanisation (Yamani et Trache 2020a; N. Bentekhici et Yousfi 2013; Belguesmia, Yousfi, et Otmane 2019; Gacemi et al. 2023).

Une autre contribution réalisée par Rabehi, Guerfi, et Habib (2020) sur la baie d'Alger, un espace côtier en Algérie qui est soumis à une forte pression d'urbanisme. La métropole d'Alger est marquée par une forte concentration démographique importante, où l'urbanisation a progressé de manière anarchique, notamment dans les zones côtières, la baie d'Alger, centre économique de la capitale, subit une métropolisation rapide, menant à des dégradations environnementales et à une saturation des infrastructures urbaines (Rabehi, Guerfi, et Habib 2020b; Rabehi, Guerfi, et Mahi 2019; Rabehi 2018). La recherche menée par Hamadène et Boudier (2024), présente une analyse des espaces périurbains et de leur organisation spatiale à travers une approche spatio-temporelle, en utilisant des images satellites. Cette contribution a introduit une analyse hiérarchique par critères (AHP) pour évaluer l'intégration économique ou l'exclusion de ces espaces à Alger (zone de Mitidja) (Boudier 2003). Cette recherche vise à fournir des outils qui pourraient assister la gestion de la planification urbaine en quantifiant les paysages urbains et en reflétant les différentes politiques de développement urbain.

L'analyse se concentre sur divers critères tels que l'accessibilité, l'indépendance économique, la disponibilité des infrastructures de services et des installations commerciales, ainsi que la population, afin de déterminer et de classer les espaces périurbains en fonction de leur intégration économique au sein de la métropole d'Alger.

Cette étude souligne les transformations des terres agricoles dans certaines communes en périphérie d'Alger, mettant en lumière les impacts socio-économiques de l'urbanisation sur ces espaces (Boudier 2003).

L'aspect théorique de l'étude s'appuie sur le concept de métropolisation et de littoralisation. Cette étude présente une analyse comparative de la baie d'Alger à différentes époques (1985-2000-2015), mettant en évidence les dynamiques d'urbanisation. La comparaison montre que l'expansion urbaine varie selon les zones et les périodes, avec des changements notables dans des formes de croissance urbaine, comme l'intensification récente dans les zones et les centres historiques déjà urbanisés avant 1985 (Rabehi, Guerfi, et Mahi 2019; Otmani et al. 2020).

Chapitre1 : Agriculture périurbaine : concepts, évolutions et menaces !

Rabehi, Guerfi, et Mahi (2019) ont montré une urbanisation rapide souvent illégale, surtout dans les zones proches du littoral. La législation, comme la loi de littoral de 2002, n'a pas toujours été efficace pour freiner cette expansion. Les cartes générées via la télédétection illustrent des formes d'urbanisation variées, allant de noyaux urbains stables à des expansions récentes, notamment en réponse aux pressions démographiques et au besoin en logements.

2 Le foncier au cœur des menaces occasionnées par l'étalement urbain

La gestion foncière a constitué un élément essentiel dans la formation des morphologies urbaines. À travers le monde, les configurations urbaines sont souvent le résultat des politiques foncières adoptées. En Algérie, l'étalement urbain des dernières décennies est devenu préoccupant, notamment en raison de l'épuisement des réserves foncières. La régression continue de la surface agricole par habitant, souvent causée par l'avancée anarchique du front urbain, se fait souvent en dehors de toute planification (Ahmed Bousmaha et Chouache, s. d.). En 1939, la surface agricole utile par habitant dépassait 0,80 hectare, mais aujourd'hui elle est tombée sous la barre de 0,20 hectare (Elloumi et Jouve 2003b). Cette situation est aggravée par la reconversion des terres agricoles de qualité situées aux abords des villes en terres non agricoles (Elloumi et Jouve 2003b). Les besoins socio-économiques en foncier urbain trouvent satisfaction dans les espaces périphériques, rendant difficile l'exercice de l'activité agricole périurbaine et entraînant son recul. La situation est exacerbée par une planification urbaine inefficace (M. Cherif 1982a). En matière de protection du foncier agricole, des dispositifs juridiques existent mais ne sont pas mis en œuvre. La croissance urbaine consomme abusivement les ressources foncières, créant un cadre bâti mal intégré. La gestion foncière joue un rôle structurant dans la formation et l'évolution des territoires urbains algériens (Ahmed Bousmaha et Boulkaibet 2019; A. Bousmaha et Chouache 2017).

En Algérie, la question foncière est préoccupante, marquée par une évolution historique profonde. Depuis l'indépendance, le foncier agricole a fait l'objet de nombreuses réformes, souvent partielles ou totales, et s'est toujours inscrit dans une législation riche. La constitution de février 1989, la loi d'orientation foncière de 1990, la loi d'orientation agricole de 2008 et la loi relative à l'exploitation des terres agricoles du domaine privé de l'État de 2010 en sont les principales. La législation foncière couvre trois catégories juridiques de biens : biens de propriété privée, biens de propriété domaniale et biens wakf ou habous. L'État algérien a entrepris diverses réformes pour aborder la question foncière complexe, dont l'adoption de la constitution de 1989, la loi d'orientation foncière de 1990, et la loi d'orientation agricole de

Chapitre1 : Agriculture périurbaine : concepts, évolutions et menaces !

2008(Baouche 2014a; BÉDRANI et Bouaita 2003; Chaib et Mezner 2008a; S. A. Souiah 1998b).

La constitution de 1989 a profondément modifié la gestion des terres, en garantissant la propriété privée et en limitant l'action de l'État par l'indemnisation préalable en cas d'expropriation. Elle consacre trois catégories de propriétés : biens domaniaux, biens Melk (ou de propriété privée), et biens wakf. La loi 90-25 du 18 novembre 1990, portant orientation foncière, vise à régir l'ensemble du patrimoine foncier et définit sept catégories de terres pour faciliter la délimitation et les mesures de sauvegarde. Elle reconnaît la propriété privée et élargit la définition aux droits réels immobiliers, tout en imposant des contraintes pour favoriser le potentiel productif des terres et préserver les terres agricoles de qualité (Bedrani et Bouaita 2003; Baouche 2014b; Colin et Daoudi 2022; Daoudi et Colin 2017a).

La loi 08-16 du 03 août 2008 portant orientation agricole consolide les principes de la loi d'orientation foncière, fixant des objectifs clairs pour la préservation et la valorisation du patrimoine foncier. Elle institue des instruments d'encadrement foncier pour les terres agricoles, et impose des peines pour la non-utilisation des terres agricoles à d'autres fins que l'agriculture. L'accès à la terre a toujours été un fondement des politiques foncières depuis l'indépendance. En termes juridiques, l'accès à la terre est une opération de transfert de propriété ou de droits réels d'une personne à une autre, et peut concerner autant les terres de propriété privée que les terres domaniales ou wakf (Akram et al. 2019; Bouchemal 1997).

Pour les terres de statut privé, l'accès à la propriété se fait selon le droit commun, notamment par la vente, la succession, la donation, le testament et le droit de préemption. Pour les terres domaniales, la loi 83-18 du 13 août 1983 permet l'accès à la propriété à travers la mise en valeur, notamment pour les terres situées dans les zones sahariennes ou présentant des caractéristiques similaires. Les exploitations agricoles en Algérie sont définies par la loi 08-16 du 03 août 2008 comme des activités de maîtrise et d'exploitation biologique de caractère végétal ou animal, incluant le stockage, le conditionnement, la transformation et la commercialisation des produits issus de l'exploitation(Bouchemal 1997).

Les exploitations agricoles collectives (E.A.C.) sont constituées par cooptation réciproque de plusieurs producteurs pour exploiter collectivement des terres consenties par l'État. Les exploitations agricoles individuelles (E.A.I.) concernent les parcelles de terre attribuées individuellement après la constitution des E.A.C. Les fermes pilotes, établissements publics à caractère industriel et commercial, ont pour mission la production de matériel végétal et animal

Chapitre1 : Agriculture périurbaine : concepts, évolutions et menaces !

nécessaire à la réalisation des objectifs agricoles, et sont placées sous la tutelle du ministère de l'agriculture(Bouchemal 1997; BÉDRANI et Bouaita 2003).

Cette analyse théorique vise à identifier le type de corpus le plus approprié (qualitatif ou/et quantitatif), afin d'enrichir les interprétations envisagées à travers ce travail. En explorant les définitions et concepts de la ville, de l'urbain, de l'urbanisation, de l'aménagement, et de la périurbanisation, nous établissons une base de connaissances solide pour choisir les méthodologies les plus adaptées à l'étude des évolutions de l'agriculture périurbaines.

L'examen des caractéristiques de la ville, de l'urbanisation, et de l'espace périurbain fournit un cadre pour identifier les variables et les aspects à analyser. La compréhension des processus de l'étalement urbain et les transformations des espaces agricoles nous guide dans le choix entre des approches quantitatives, telles que l'analyse statistique des données démographiques et foncières, et des approches qualitatives, comme les études de cas et les enquêtes de terrain.

L'étude propose d'investiguer les outils géospatiaux notamment, les images satellitaires, machine Learning, Deep Learning et les indices de végétation pour caractériser l'étalement en périphérie agricole de la ville de SBA entre 1987, 1999, 2009 et 2019 en utilisant les images Landsat TM, ETM+ et OLI. Notre travail révèle l'impact de l'étalement sur les terres agricoles périurbaines de la ville de SBA. Lorsqu'on traite des terres à travers des dynamiques complexes telles que les environnements agricoles périurbains, il est nécessaire d'améliorer les méthodes qui prennent en compte toutes les caractéristiques permettant de mieux identifier et analyser tous les types de transformations, sans se concentrer uniquement sur un type particulier de changement.

Il est donc nécessaire de combiner des approches reposant sur le traitement d'images, en tenant compte de l'hétérogénéité des données utilisées pour détecter et analyser les changements, acquises à plusieurs années d'intervalle, à différentes saisons et avec des capteurs aux propriétés spatiales et spectrales différentes. L'hétérogénéité des données est l'une des principales sources d'erreur dans l'interprétation des changements. Enfin, il est important de prendre en compte les différents types de changements des objets à suivre au fil du temps.

Avant d'entamer cette analyse approfondie, il est essentiel de caractériser le contexte géographique de la zone étudiée. Cette étape permettra de comprendre les avantages des milieux et les contraintes existantes sur les plans naturel, climatique et agricole. En connaissant mieux le contexte géographique, nous pourrions situer nos analyses dans un cadre précis et pertinent,

Chapitre1 : Agriculture périurbaine : concepts, évolutions et menaces !

ce qui enrichira notre compréhension des dynamiques urbaines et périurbaines spécifiques à cette ville.

3 Conclusion

Cette revue théorique nous a permis de synthétiser le contexte des travaux appropriés et pour appuyer aussi nos interprétations sur des connaissances approfondies et contextualisées de l'étalement urbain, agriculture périurbaine et le foncier agricole périurbain. Nous avons opté pour deux corpus, un quantitatif, utilisant des outils géospatiaux pour analyser l'étalement urbain, le prélèvement des terres agricoles et le foncier périurbain, et un qualitatif, basé sur des entretiens sur site et des observations.

Dans une deuxième partie, l'analyse établit un lien entre l'étalement urbain, le prélèvement des terres agricoles, et le foncier périurbain pour comprendre le régime juridique des terres consommées par l'urbanisation. En examinant ces relations, nous pouvons mieux appréhender comment les politiques foncières influencent la conversion des terres agricoles en zones urbaines et les implications juridiques pour les terrains périurbains intégrés dans le tissu urbain.

Chapitre II : les effets du contexte géographique de l'agglomération de Sidi Bel Abbès sur le développement de la ville

1 Introduction

Ce chapitre propose une caractérisation géographique de la zone d'étude. Bien que la wilaya de Sidi Bel Abbès ait déjà été examinée en détail sur les plans naturel, climatique et agricole dans diverses études antérieures notamment le travail de la thèse de Bentekhissi Nedjla, qui a largement contribué à la compréhension des caractéristiques naturelles, climatiques, géologique, géomorphologique de la wilaya de Sidi Bel Abbès. Cette étude a permis de reconduire et d'affiner sur ces aspects essentiels, offrant ainsi un cadre solide pour la recherche actuelle.

L'objectif de cette analyse est d'explorer les tendances démographiques dans les espaces périurbains de Sidi Bel Abbès. Nous nous intéressons particulièrement à la dynamique de la population, y compris la densité de population, en étudiant l'évolution démographique des communes-centre et des communes périurbaines pendant les périodes de recensement en Algérie de 1987 à 2008. Nous visons à identifier les facteurs ayant contribué au processus d'étalement urbain. Ensuite, ce chapitre examine les aspects naturel et climatique, notamment l'impact des conditions climatiques sur l'activité agricole en milieu périurbain, en particulier dans le domaine de la céréaliculture, qui dépend des conditions pluviométriques. Cette analyse met en lumière le fait que, bien que l'expansion urbaine puisse sembler menaçante pour l'agriculture, le phénomène de sécheresse, exacerbé ces dernières années, semble avoir un impact plus significatif sur les pratiques agricoles dans un contexte semi-aride. Nous démontrons ainsi que les défis climatiques actuels jouent un rôle crucial dans la transformation des espaces périurbains et influencent la viabilité de l'agriculture dans cette wilaya.

2 Contexte géographique de Sidi Bel Abbès : Ville au centre de la plaine de Mekerra

La wilaya de SBA est située à l'ouest de pays à 80 km d'Oran. Administrativement⁷ Sidi Bel Abbès est limitrophe aux wilayas d'Oran au Nord, de Tlemcen à l'Ouest, de Mascara et Saida à l'Est, d'El Bayadh et Naâma au Sud. La commune de SBA a été choisie comme zone d'étude, elle couvre une superficie de 7077 ha sur les rives de l'Oued de Mekerra qui traverse la ville, généralement de Sud-Ouest en Nord-Est (voir figure 4).

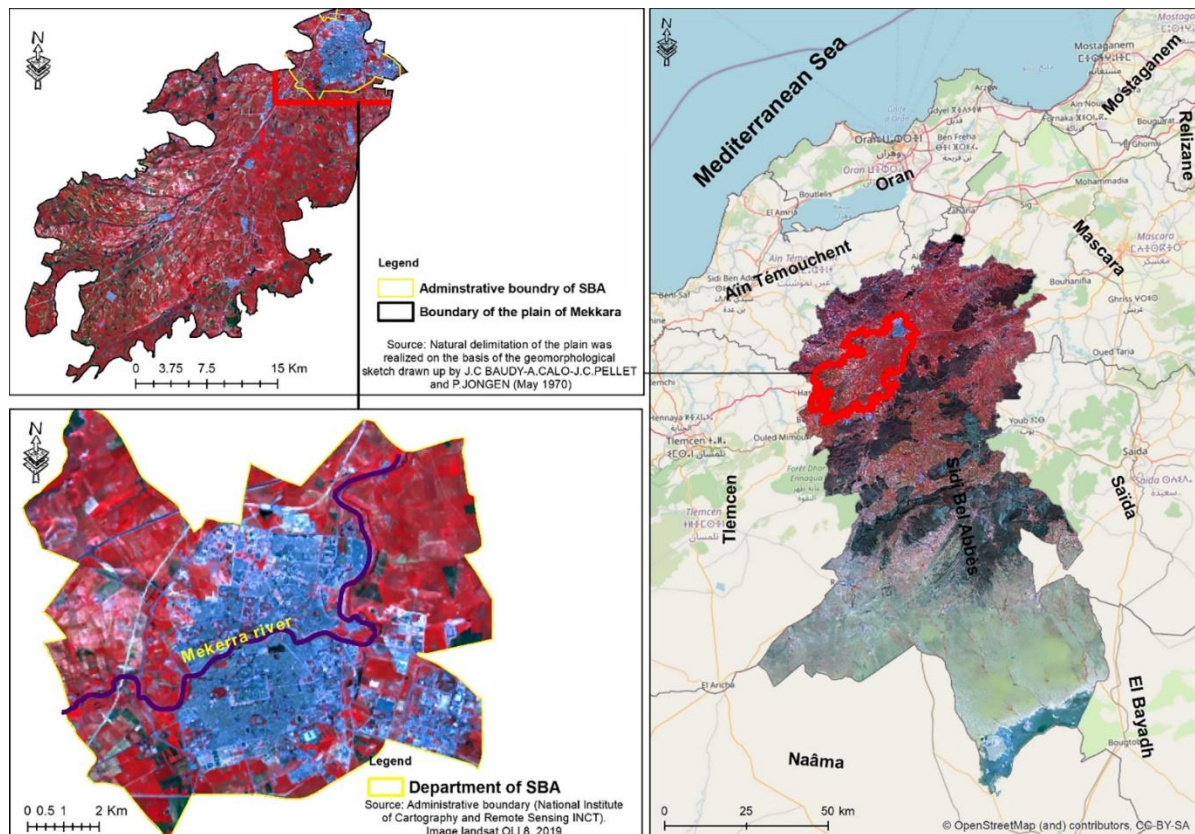


Figure 4: Contexte géographique de la zone d'étude « Considération naturelle de la plaine de Mekerra »

La ville s'installe au sein d'une plaine fertile comprise entre les monts Tessala au nord et les monts de daïa au sud. La surface de la plaine, elle est autour de 51018,1 ha. la commune de SBA

⁷ Le découpage administratif de 1974 (ordonnance N° 074-69 du 02 juillet 1974) a donné les nouvelles limites administratives de la wilaya de sidi bel Abbès, après sa modification en 1984, ce découpage a conduit à la division de la wilaya en 52 communes et 15 daïras dont le chef-lieu de wilaya et la commune de Sidi Bel Abbès.

représente une surface de 4831,3 ha soit 9.46% de la surface de la plaine(Mansour, Gacemi, et mohamed 2018). La topographie est pratiquement plate à l'échelle d'une plaine fertile par excellence sur plan agro-pédologique⁸(FARAOUN et BENABDELI 2010). Les sommets varient entre + 470 et +490 m avec des pentes plus au moins régulières. Les seuls obstacles d'ordre naturel sont créés par l'Oued Mekerra qui traverse la ville et constitue une source d'activité fluviale(BACHI 2011) (figure4).

3 La commune de Sidi bel abbès, aux confluences des pressions urbaines et démographiques : mise en évidence par l'outil GHSL et les statistiques de l'ONS.

La commune de Sidi Bel Abbès s'étend sur une superficie de 7775 ha et comptait 237 400 habitants selon Recensement Générale de Population et Habitat en 2015 (figure2, RGPH-ONS⁹). Elle est marquée par une forte activité économique et démographique, avec une population qui s'accroît selon les trois périodes recensées par ONS de façon inégale notamment ; +3,06 % en 1977-1987, 1,7 % en 1987-1998 et 1,4 % en 1998-2008 (voir figure 5, (a et b)). Ce qui a rendu la ville de SBA une aire attractive de population qui représente 34,44% en 1998 et 35,21% en 2008 (voir figure 5, (a et b)). Cette croissance démographique entraîne une pression sur l'espace urbain de SBA car elle est à l'origine de l'extension de la zone bâtie en périphérie (voir figure 5, (a et b)). Cette dernière est en étroite relation via les mobilités résidentielles (Bendjelid, 1997,p.43). En effet, la croissance de la population dans les communes périphériques est conséquence d'une migration issue d'autres communes vers la ville (ARDJOUM 2015; KAROUI 2016).

Sur le plan démographique et économique, le groupement compte 328 077 habitants, représentant 44 % de la population de la wilaya. Elle comprend six communes réparties sur une superficie de 499,38 km² (voir figure 5, (a et b)). Le foncier industriel accessible couvre une superficie de 434 hectares, 64 ares et 73 centiares, avec une concentration de 85 % de l'activité industrielle dans le chef-lieu, dominée par les secteurs de l'agroalimentaire, de l'électronique et de la construction. En termes d'agriculture, la le groupement dispose de 38 334 hectares de terres agricoles utiles, dont 1 039 hectares sont irrigués, ainsi que 9 057 hectares de forêt.

⁸ Etude agro-pédologique de la plaine de SBA par Société Grenobloise d'Etudes et Applications Hydrauliques en 1970 (SOGREAH-Grenoble).

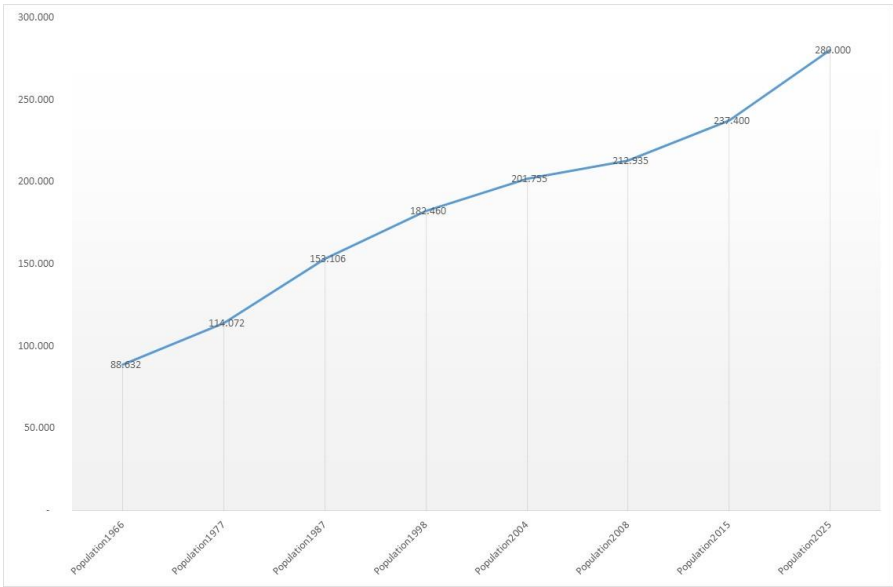
⁹ Office National des Statistiques (Annuaire Statistique de l'Algérie n° 31 2015)

Sur le plan éducatif, la wilaya compte 12 résidences universitaires offrant un total de 18 838 lits et neuf facultés qui accueilleraient, en 2019, 25 598 étudiants. Elle abrite également sept établissements de formation professionnelle, avec une capacité d'accueil de 2 500 places. En termes d'infrastructures, le groupement dispose de neuf châteaux d'eau d'une capacité de 4 700 m³ et de 18 réservoirs d'eau pouvant contenir 446 700 m³. La capacité hôtelière comprend 14 hôtels totalisant 902 lits.

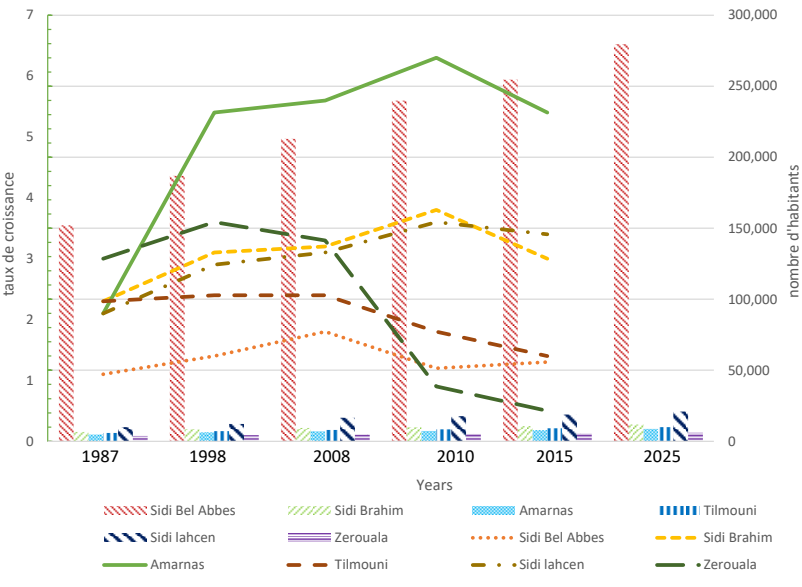
Le réseau de transport est bien développé avec 46 km de voies ferrées, 53 km de chemins communaux, 75,455 km de routes nationales et 64,315 km de chemins de wilaya. Le secteur éducatif primaire et secondaire est soutenu par 111 écoles primaires, 45 collèges et 22 lycées. Enfin, sur le plan sanitaire, la wilaya est équipée d'un CHU, de trois EHS, d'un hôpital, de 19 EPSP, d'un complexe mère-enfant, d'une maternité et d'un centre d'hémodialyse.

Le territoire comprend six communes, à savoir Sidi bel abbès, Sidi Lahcen, Sidi Brahim, Amarnas, Zerouala, et Tilmouni, ainsi que plusieurs agglomérations secondaires telles que Douar Djouaher, Belouladi, Douar Taouita, VSA Taouita, Boubarnas, et Louza, regroupant une population de 20 280 habitants. Ce territoire s'étend sur une superficie totale de 499,38 km², avec 76 % de terres agricoles et 18 % de forêts. La population totale atteint 328 077 habitants, soit 44 % de la population de la wilaya. En termes d'emploi, le territoire compte 110 552 personnes actives¹⁰.

¹⁰ Révision du PDAU du Groupement de SIDI BEL ABBES-SIDI LAHCEN-SIDI BRAHIM-AMARNAS-TILMOUNI note de présentation (Direction d'urbanisme 2024)



(a) Nombre d'habitants par année



(b) Taux d'accroissement vs nombre d'habitants par commune

Figure 5 Evolution de la population de la commune de SBA

Si on veut observer à titre d'exemple la période d'exode rural qu'a connu la wilaya de sidi bel abbès, on aperçoit ainsi (figure 5) que la croissance démographique est exponentielle soit en raison de la forte natalité ou en raison de l'attractivité de la ville (emploi, niveau de vie) par rapport au communes rurales périphériques. Le recensement de 1998 fait ressortir la primatie de la ville de SBA par rapport le reste des communes rurales (voir figure 6).

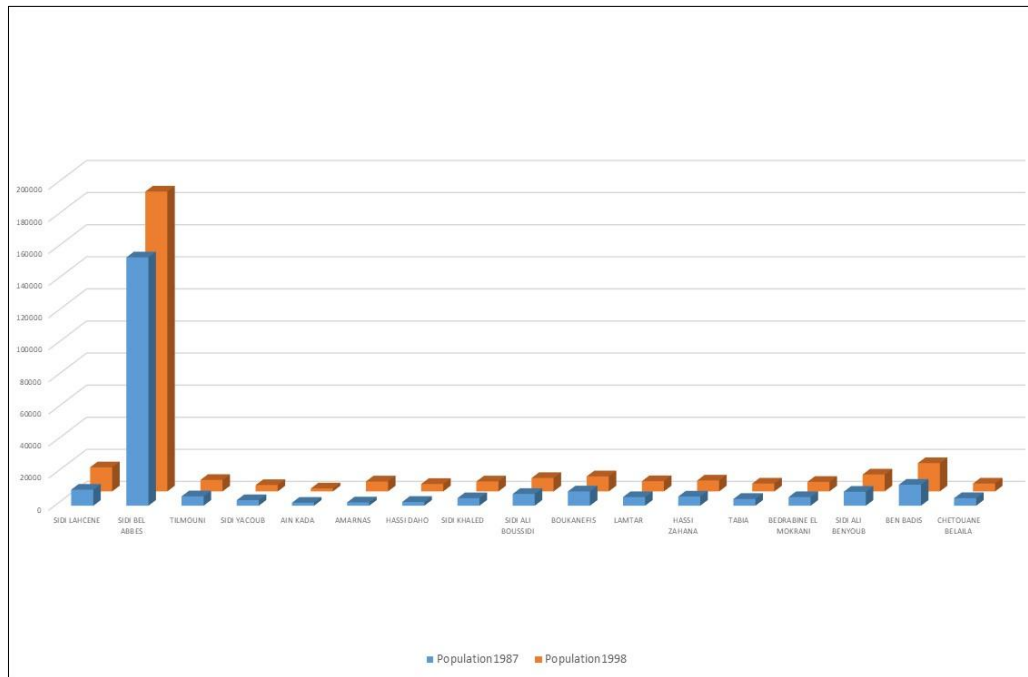
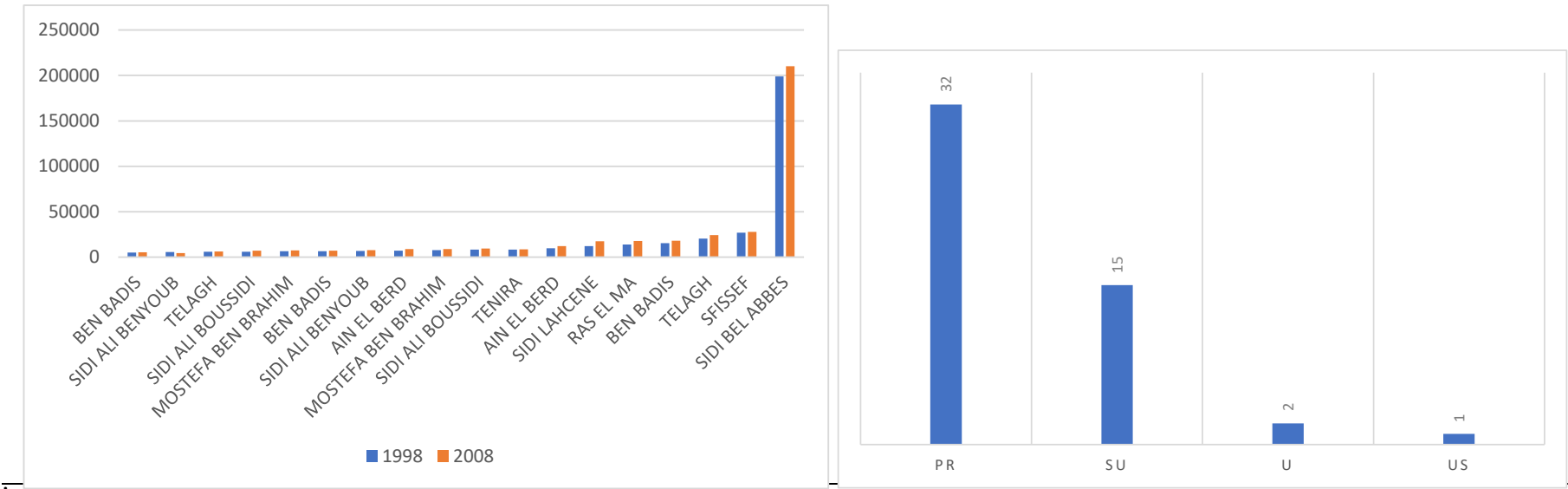


Figure 6: Croissance démographique des communes limitrophes de la ville de SBA

3.1 Evolution des agglomérations

L'analyse comparative de la répartition des agglomérations urbaines entre Sidi Bel Abbès et les autres wilayas, telles qu'Alger, Annaba, Constantine, et Oran, révèle des différences notables dans les modèles de développement urbain. Alger et Oran se distinguent par leur vaste étalement urbain, avec une forte présence d'agglomérations en zones suburbaines (SUB) et suburbaines urbaines (SU), reflétant un développement extensif et une urbanisation marquée des zones périphériques. En contraste, Annaba et Constantine présentent des niveaux d'urbanisation modérés, avec une répartition plus équilibrée entre les catégories urbaines et suburbaines. Sidi Bel Abbès, quant à elle, affiche une concentration importante d'agglomérations dans les catégories SU et U, mais se distingue par l'absence d'agglomérations en SUB, suggérant un développement concentré dans les zones suburbaines urbaines sans expansion significative vers les périphéries traditionnelles. Cette diversité dans les modèles de développement met en

lumière les variations régionales en matière d'urbanisation et d'étalement urbain, offrant une vue d'ensemble des dynamiques spécifiques à chaque wilaya (tableau1, figure7 (a et b)).



(a : évolution de la population des strates : SU, U et US)

(b : nombre de strate)

Figure 7 Répartition des agglomérations selon les strates dans la wilaya de Sidi bel abbès (1998-2008)

Tableau 1:répartition des agglomération urbaines selon wilaya et la strate en 2008

Wilaya	Strates					Total
	MU	US	U	SUB	SU	
Alger	1	0	0	19	4	24
Annaba	1	0	0	9	2	12
Constantine	1	0	1	9	2	13
Oran	1	0	0	24	8	33
Sidi Bel Abbès	0	1	2	0	16	19

L'analyse des agglomérations urbaines selon leur taille dans les wilayas d'Alger, Annaba, Constantine, Oran, et Sidi Bel Abbès, basée sur les données du RGPH de 1998, révèle des différences significatives dans la répartition et le développement urbain. Alger, avec un total de 32 agglomérations, présente la plus grande diversité en termes de taille, incluant des agglomérations allant de moins de 5000 habitants à plus de 300000 habitants. Cette diversité témoigne d'un développement urbain étendu et d'une forte concentration dans les grandes villes. Oran suit avec 23 agglomérations, majoritairement dans les catégories de 5000 à 10000 et 10000 à 20000 habitants, suggérant une présence significative d'agglomérations de taille moyenne. Constantine, avec 12 agglomérations, montre également une certaine diversité, bien que concentrée principalement dans les catégories de 5000 à 10000 et 10000 à 20000 habitants.

En revanche, Annaba, avec seulement 6 agglomérations, affiche une répartition plus restreinte et se concentre principalement dans les catégories de moins de 5000 à 20000 habitants, indiquant une urbanisation moins étendue et un développement urbain plus modéré. Sidi Bel Abbès, avec 18 agglomérations, se distingue par une concentration élevée d'agglomérations de taille petite à moyenne, en particulier dans la catégorie de 5000 à 10000 habitants, et une absence d'agglomérations de très grande taille (plus de 300000 habitants). Cette répartition suggère un développement urbain centré sur des agglomérations de taille modeste à moyenne, sans grandes métropoles. Ces variations illustrent les différences régionales en termes de densité et de taille des agglomérations, reflétant les dynamiques spécifiques de croissance urbaine dans chaque wilaya (tableau2).

Tableau 2 : Répartition des agglomération urbaines selon wilaya et la taille au RGPH 1998

Wilaya	Strates							Total
	Moins de 5000	5000 à 10000	10000 à 20000	20000 à 50000	50000 à 100000	100000 à 300000	Plus de 300000	
Alger	0	8	10	9	3	1	1	32
Annaba	0	1	2	2	0	0	1	6
Constantine	0	4	2	4	1	0	1	12
Oran	0	10	6	5	1	0	1	23
Sidi Bel Abbès	0	12	3	2	0	1	0	18

Comparaison des données de répartition des agglomérations urbaines selon la taille pour les wilayas d'Alger, Annaba, Constantine, Oran et Sidi Bel Abbès, entre les années 1998 et 2008, révèle plusieurs évolutions intéressantes dans la dynamique urbaine.

En 2008, **Alger** présente une légère augmentation du nombre d'agglomérations par rapport à 1998, avec un total de 24 agglomérations contre 32 auparavant. On observe un changement dans la répartition : les agglomérations de moins de 5000 habitants ont augmenté, tandis que celles dans les catégories intermédiaires ont diminué, et aucune nouvelle agglomération de grande taille (plus de 300000 habitants) n'a été ajoutée. Cela peut indiquer une croissance plus équitable entre les petites agglomérations, sans une expansion proportionnelle des très grandes villes.

Pour **Annaba**, le nombre total d'agglomérations est resté stable à 12, mais la répartition a changé : une augmentation des agglomérations de 5000 à 10000 habitants est notée, tandis que celles dans les autres catégories ont diminué ou sont restées constantes. Cette évolution suggère une concentration accrue dans les petites et moyennes agglomérations.

Constantine affiche une augmentation légère du total des agglomérations de 12 en 1998 à 13 en 2008, avec une notable évolution dans les tailles des agglomérations. Les agglomérations dans les catégories de 20000 à 50000 et 50000 à 100000 habitants ont augmenté, indiquant un développement urbain plus diversifié et une augmentation des agglomérations de taille intermédiaire.

Oran connaît une augmentation significative du nombre d'agglomérations, passant de 23 en 1998 à 33 en 2008, avec une montée dans les catégories de 5000 à 10000 et 10000 à 20000 habitants. Cette augmentation, tout en conservant le même nombre d'agglomérations très grandes (plus de 300000 habitants), reflète une expansion urbaine notable et une croissance importante des petites et moyennes agglomérations (tableau3).

Enfin, **Sidi Bel Abbès** a maintenu un total de 19 agglomérations, avec une répartition similaire à 1998 : une concentration importante dans les catégories de 5000 à 10000 habitants et une absence d'agglomérations de grande taille. Cela confirme une stabilité dans la taille des agglomérations, avec une légère augmentation dans les agglomérations de 10000 à 20000 habitants (tableau3).

En fin, entre 1998 et 2008, les tendances montrent un développement varié : une concentration accrue des petites agglomérations dans certaines wilayas, une croissance significative dans d'autres, et un maintien stable dans d'autres encore. Ces changements reflètent les dynamiques spécifiques de croissance urbaine et les stratégies de développement propres à chaque wilaya (tableau3).

Tableau 3: Répartition des agglomération urbaines selon wilaya et la taille au RGPH 2008

Wilaya	Strates							Total
	Moins de 5000	5000 à 10000	10000 à 20000	20000 à 50000	50000 à 100000	100000 à 300000	Plus de 300000	
Alger	2	8	5	7	0	1	1	24
Annaba	0	6	2	3	0	0	1	12
Constantine	0	2	3	4	3	0	1	13
Oran	1	14	9	5	3	0	1	33
Sidi Bel Abbès	0	12	4	2	0	1	0	19

Entre 1987 et 2008, les tendances d'urbanisation montrent des variations marquées entre les wilayas. Alger a connu une croissance urbaine spectaculaire, passant de 429 253 habitants en 1987 à 494 520 en 2008, avec un taux d'urbanisation augmentant de 89.25 % à 94.33 % et un rythme d'urbanisation en forte hausse, de 1.40 % à 5.38 %. Oran a également affiché une croissance notable, avec une augmentation de 257 019 habitants entre 1987 et 1998 et 279 458 entre 1998 et 2008, et un taux d'urbanisation passant de 86.56 % à 92.42 %, avec un rythme d'urbanisation de 1.09 % à 5.25 %. En revanche, Sidi Bel Abbès a montré une croissance urbaine plus modérée, avec une augmentation de 127 405 habitants entre 1987 et 1998 et de 59 493 entre 1998 et 2008, un taux d'urbanisation passant de 51.82 % à 69.07 %, mais un rythme d'urbanisation en déclin marqué de 6.10 % à 0.52 %. Constantine a maintenu une croissance relativement stable, avec un accroissement de 146 051 habitants de 1987 à 1998 et 130 407 de 1998 à 2008, et un taux d'urbanisation augmentant de 84.46 % à 89.18 %, avec un rythme d'urbanisation légèrement en hausse de 1.98 % à 2.01 %. Annaba a présenté une croissance plus modeste avec 70 889 habitants entre 1987 et 1998 et 61 310 entre 1998 et 2008, et un taux

d'urbanisation passant de 81.44 % à 84.07 %, avec un rythme d'urbanisation diminuant de -0.34 % à 2.26 %. Ces données illustrent une dynamique d'urbanisation inégale, avec des variations notables dans la croissance, le taux d'urbanisation, et les rythmes d'urbanisation parmi les différentes wilayas (tableau4).

Tableau 4 : Evolution des indices de l'urbain selon les wilayas entre 1987 et 2008

Wilaya	Croissance urbaine		Taux d'urbanisation			Tx accr.ann.moy.pop urbaine		Rythme d'urbanisation	
	1987/1998	1998/2008	1987	1998	2008	1987/1998	1998/2008	1987/1998	1998/2008
Alger	429 253	494520	89.25	90.66	94.33	1.8	2.0	1.40	5.38
Annaba	70 889	61 310	81.44	80.87	84.07	1.5	1.3	-0.34	2.26
Constantine	146 051	130 407	84.46	87.13	89.18	2.1	1.7	1.98	2.01
Oran	257 019	279 458	86.56	87.89	92.42	2.5	2.4	1.09	5.25
Sidi Bel Abbès	127 405	59 493	51.82	67.99	69.07	4.0	1.6	6.10	0.52

En 2008, la répartition des agglomérations urbaines par taux d'accroissement révèle des disparités significatives entre les wilayas. Alger se distingue par un nombre élevé d'agglomérations avec un taux d'accroissement supérieur à 2.89 %, totalisant 16 sur 24 agglomérations, tandis que seulement 5 se situent dans la catégorie de taux d'accroissement compris entre 0 et 1.61 %. Oran présente également une prédominance d'agglomérations avec un taux d'accroissement élevé, avec 24 sur 33 agglomérations classées dans la catégorie supérieure à 2.89 %,et 4 agglomérations ayant un taux d'accroissement entre 0 et 1.61 %. En revanche, Sidi Bel Abbès affiche une situation différente, avec une majorité d'agglomérations (13 sur 19) enregistrant un taux d'accroissement compris entre 0 et 1.61 %, indiquant une croissance urbaine plus lente tandis que seulement 1 agglomération présente un taux d'accroissement supérieur à 2.89 %. Annaba et Constantine montrent des profils mixtes, avec Annaba ayant 4 agglomérations dans la catégorie élevée et Constantine 5. En somme, Alger et Oran se caractérisent par une forte dynamique de croissance urbaine, tandis que Sidi Bel Abbès et Annaba montrent des croissances plus modérées (tableau5, figure8).

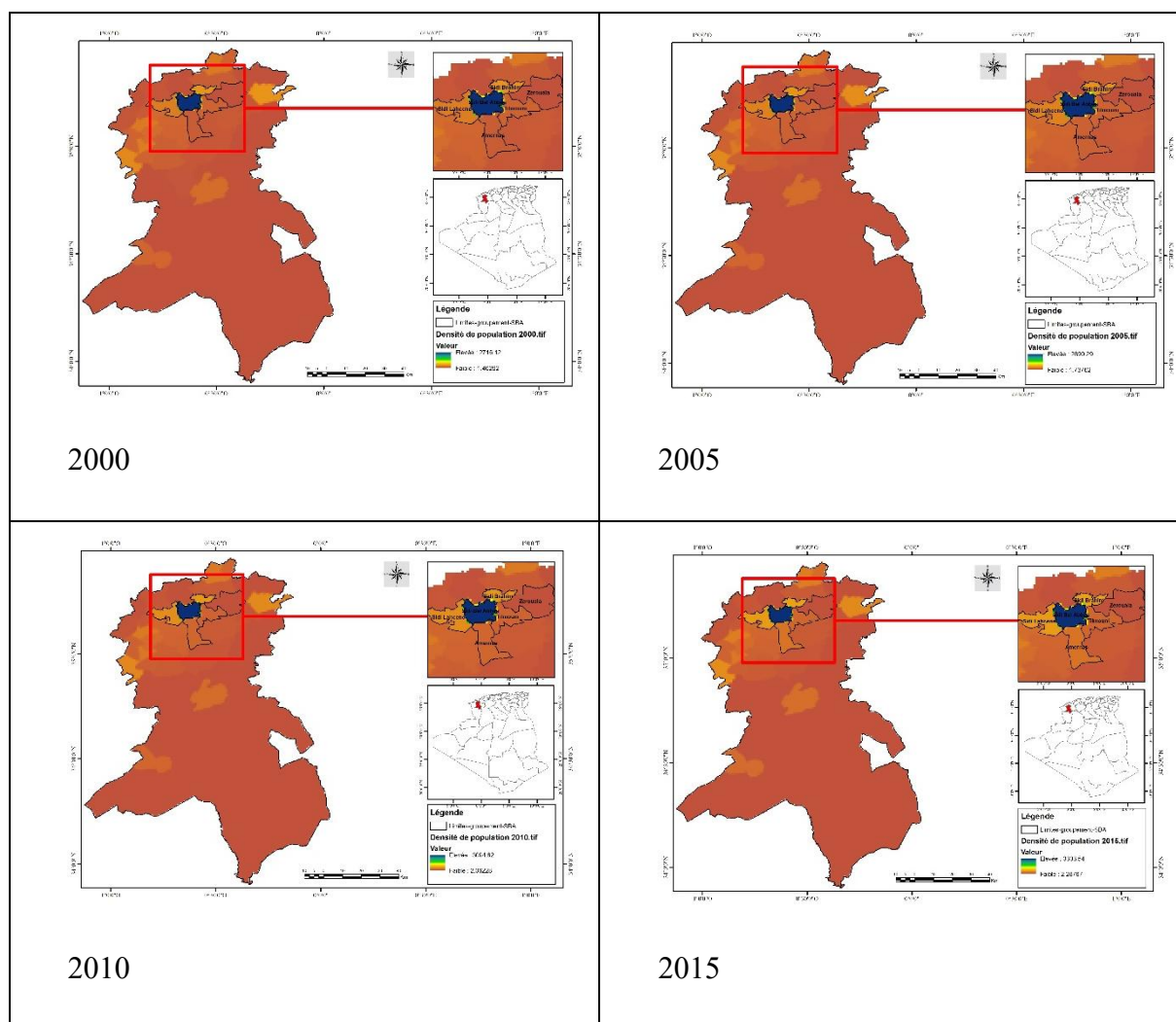


Figure 8 : Densité de population (GHSL¹¹)

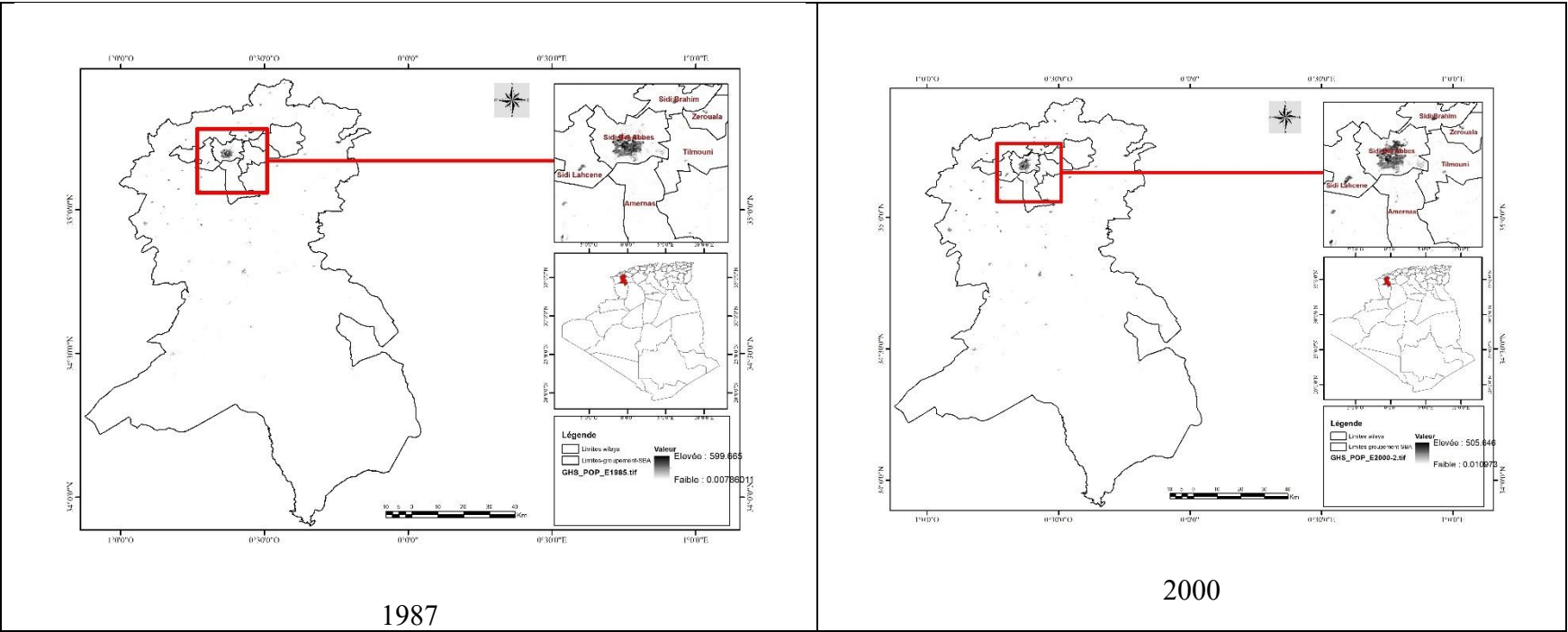
Tableau 5 : répartition des agglomération urbaines selon wilaya et Tx d'accroissement en 2008

Wilaya	Tx d'accroissement				Total
	tx≤0	0<tx≤1.61	1.61<tx≤2.89	tx>2.89	
Alger	0	5	3	16	
Annaba	1	5	2	4	
Constantine	1	1	6	5	
Oran	0	4	5	24	
Sidi Bel Abbès	0	13	5	1	

En analysant la répartition des agglomérations rurales et semi-rurales par wilaya en 2008, Sidi Bel Abbès se distingue par le plus grand nombre d'agglomérations, avec un total de 68 (20

¹¹ *Global Human Settlement - Download - European Commission (copernicus.eu)*, consulté Juin 2023

semi-rurales et 48 rurales agglomérées) et une population totale de 187 037 habitants, répartis en 88 333 habitants dans les zones semi-rurales, 76 053 dans les zones rurales agglomérées, et 31 651 dans les zones éparses. Alger, avec 48 agglomérations (12 semi-rurales et 36 rurales agglomérées), suit avec une population totale de 170 277, dont 51 278 en zones semi-rurales, 57 651 en zones rurales agglomérées, et 61 348 en zones éparses. Oran compte 45 agglomérations (6 semi-rurales et 39 rurales agglomérées) et une population totale de 110 180, répartie en 26 682 en zones semi-rurales, 55 049 en zones rurales agglomérées, et 28 449 en zones éparses. Constantine présente 39 agglomérations (3 semi-rurales et 36 rurales agglomérées) avec une population totale de 101 497, dont 13 714 en zones semi-rurales, 45 655 en zones rurales agglomérées, et 42 129 en zones éparses. Annaba, avec 34 agglomérations (11 semi-rurales et 23 rurales agglomérées), affiche la plus faible population totale parmi ces wilayas, avec 97 088 habitants, dont 45 852 en zones semi-rurales, 34 181 en zones rurales agglomérées, et 17 055 en zones éparses (tableau6, figure 9).



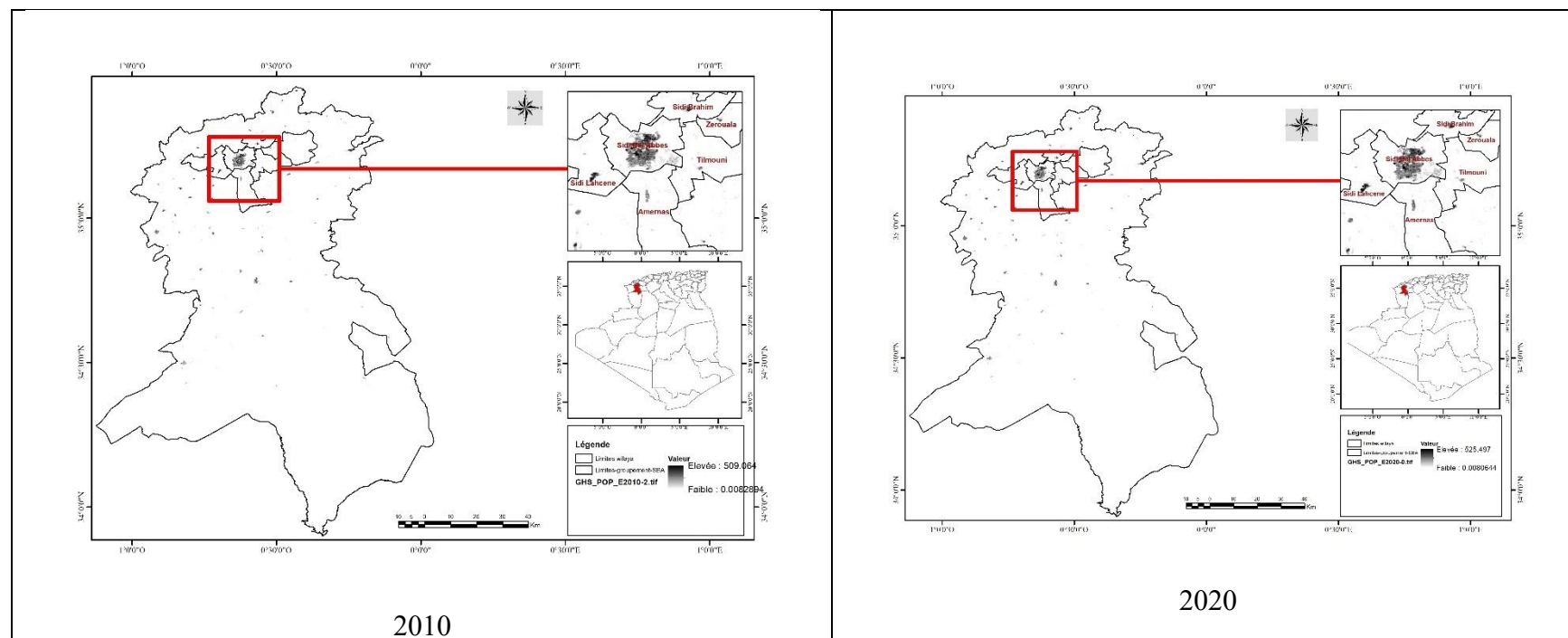


Figure 9 : Nombre de population (GHSL¹²)

¹² *Global Human Settlement - Download - European Commission (copernicus.eu)*, consulté Juin 2023

Tableau 6: répartition des agglomérations rurales et semi-rurales par wilaya et leurs population respectives

Wilaya	Nombre d'agglomérations		Total	Population			Totale
	Semi-rurale	Rurale agglomérée		Semi-rurale	Rurale agglomérée	Zone éparsée	
Alger	12	36	48	51278	57 651	61 348	170 277
Annaba	11	23	34	45852	34 181	17 055	97 088
Constantine	3	36	39	13 714	45 655	42 129	101497
Oran	6	39	45	26 682	55 049	28 449	110 180
Sidi Bel Abbès	20	48	68	88 333	76 053	31 651	187 037

En analysant la répartition des communes selon les wilayas et le type, Alger se distingue par une forte prédominance de communes totalement urbaines, avec 30 sur un total de 57. Elle compte également 20 communes à prédominance urbaine, 3 mixtes, 2 à prédominance rurale et 2 totalement rurales. Oran, avec 26 communes, présente une majorité de communes à prédominance urbaine (17), suivies de 5 mixtes, 2 à prédominance rurale, 1 totalement urbaine et 1 totalement rurale. Constantine et Annaba, chacune avec 12 communes, montrent des configurations différentes : Constantine a 6 communes à prédominance urbaine, 4 mixtes, et 2 totalement rurales, tandis qu'Annaba a 4 à prédominance urbaine, 2 mixtes, 2 à prédominance rurale, et 4 totalement rurales. Sidi Bel Abbès, avec 52 communes, se distingue par sa répartition majoritairement rurale : 33 communes totalement rurales, 17 à prédominance urbaine, et 2 mixtes, sans communes totalement urbaines ou à prédominance rurale. Cette diversité dans la répartition des communes reflète des dynamiques urbaines et rurales variées selon les wilayas (tableau7).

Tableau 7: : Répartition des communes selon les wilayas et le type

Wilaya	Type de commune					Total
	Totalement urbaine	Prédominance urbaine	Mixte	Prédominance rurale	Totalement rurale	
Alger	30	20	3	2	2	57
Annaba	0	4	2	2	4	12
Constantine	0	6	4	0	2	12
Oran	1	17	5	2	1	26
Sidi Bel Abbès	0	17	2	0	33	52

La synthèse des statistiques démographiques contribue de manière significative à notre problématique de recherche sur l'impact de l'étalement urbain sur l'agriculture périurbaine et le déclin rural. Les données montrent une urbanisation croissante dans des wilayas comme Alger et Oran, où les communes totalement urbaines et à prédominance urbaine dominent largement.

Cette urbanisation intense se traduit par une pression accrue sur les terres agricoles périurbaines, favorisant leur conversion en zones urbaines et entraînant un déclin des espaces agricoles.

En revanche, des wilayas comme Sidi Bel Abbès présentent une dynamique différente, avec une majorité de communes rurales et un taux d'accroissement urbain plus modéré. Cette configuration souligne un mode rural caractérisé par la présence d'une activité agricole qui domine ce territoire.

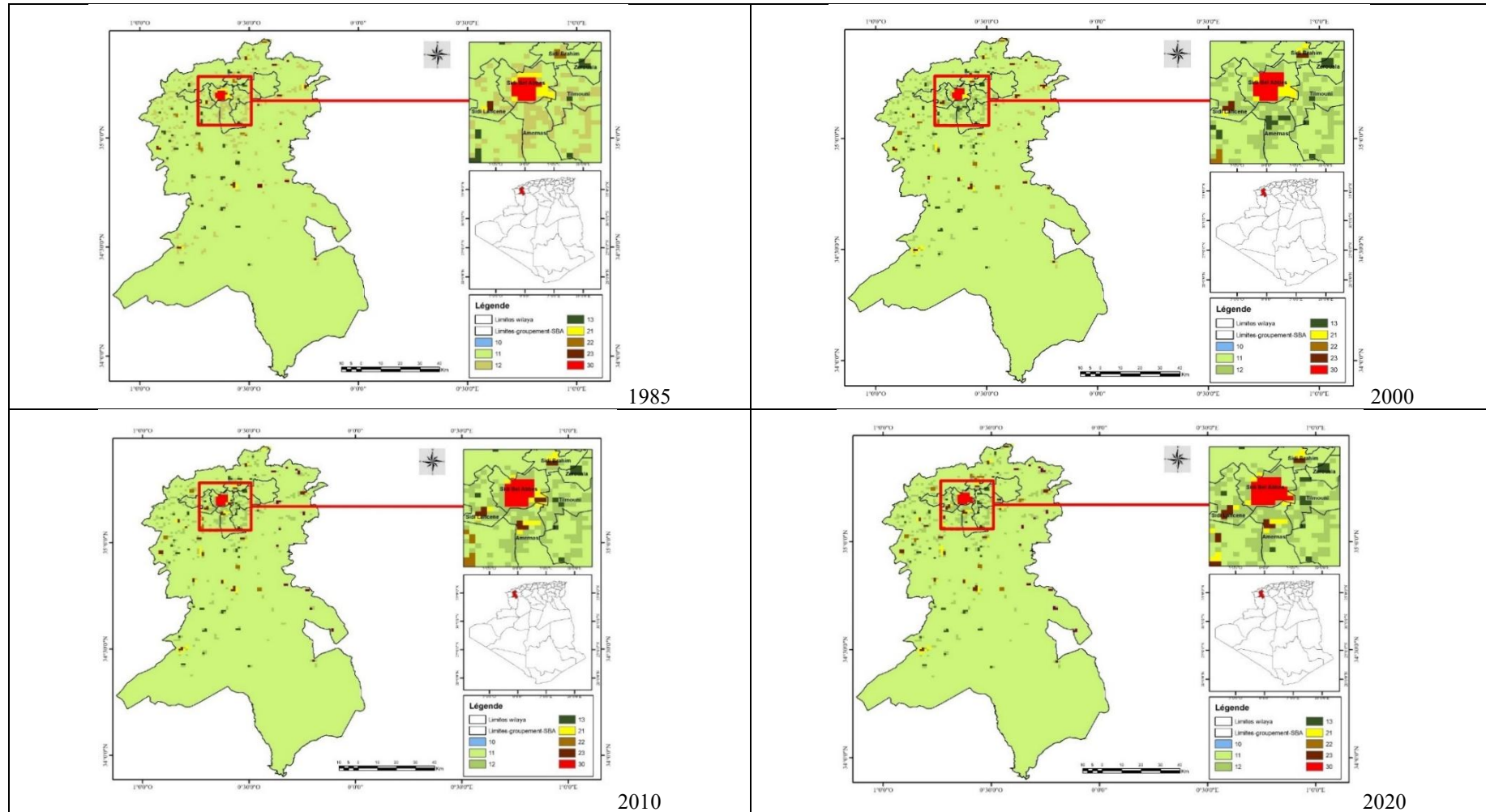


Figure 10: Délimitation de l'espace périurbain (GHSL)

(30) centre urbain (23) centre urbain dense (22) centre urbain semi dense (21) périurbain (13) Rural (12) densité faible (11) très faible densité¹³

¹³ Schiavina, Marcello; Melchiorri, Michele; Pesaresi, Martino (2023): GHS-SMOD R2023A - GHS settlement layers, application of the Degree of Urbanisation methodology (stage I) to GHS-POP R2023A and GHS-BUILT-S R2023A, multitemporal (1975-2030). European Commission, Joint Research Centre (JRC) [Dataset] doi: 10.2905/A0DF7A6F-49DE-46EA-9BDE-563437A6E2BA PID: <http://data.europa.eu/89h/a0df7a6f-49de-46ea-9bde-563437a6e2ba> Concept & Methodology: European Commission, and Statistical Office of the European Union, 2021. Applying the Degree of Urbanisation — A methodological manual to define cities, towns and rural areas for international comparisons — 2021 edition Publications Office of the European Union, 2021, ISBN 978-92-76-20306-3 doi: 10.2785/706535

L'analyse des taux d'accroissement urbain indique que des wilayas comme Alger et Oran continuent de croître rapidement, augmentant la compétition pour les terres et mettant en péril l'agriculture périurbaine. À Sidi Bel Abbès, bien que l'urbanisation soit plus modérée, la présence de nombreuses communes totalement rurales et une population rurale importante montrent une tendance à la conservation des terres agricoles malgré les défis économiques et environnementaux.

Ces statistiques démographiques révèlent également des variations dans le rythme d'urbanisation, avec des impacts divers sur les dynamiques rurales. Par exemple, à Sidi Bel Abbès, bien que le rythme d'urbanisation soit plus lent, la prédominance des communes rurales indique une importance continue de l'agriculture, mais aussi une possible dépopulation rurale en l'absence de développement adéquat.

Les données démographiques mettent en lumière des tendances d'urbanisation variées qui affectent différemment l'agriculture périurbaine et les zones rurales. Elles permettent d'identifier les zones les plus menacées par l'étalement urbain, d'évaluer la capacité des communes rurales à résister à cette pression, et d'orienter les politiques d'aménagement et de protection des terres agricoles. Ces insights sont essentiels pour formuler des stratégies de développement équilibré qui préservent les espaces agricoles tout en répondant aux besoins urbains croissants.

4 Contexte naturel et climatique de Sidi bel abbès

Sidi bel abbès, localisée dans la partie nord-ouest de l'Algérie, fait partie d'un ensemble topographique et naturel diversifié. Cette wilaya se différencie par sa géologie, sa lithologie et sa topographie, qui se classent en trois grands zones naturelles identifiés par l'ANAT en 2005 : la zone littorale, les espaces intérieurs et les espaces sub-steppiques.

4.1 La zone littorale

La zone littorale est caractérisée par une succession de massifs montagneux côtiers et sublittoraux, ainsi que de plaines. Elle s'étend sur environ 340 km de la côte algérienne, représentant 28 % du cordon littoral du pays.

Les principaux massifs montagneux de cette zone comprennent :

- **Les monts de Trara** : Cette chaîne côtière présente un relief accidenté avec des altitudes variant de 500 à 1 000 m. Le point culminant est le Djebel Fillaoucène, à 1 136 m, situé près de Nédroma (Ferhi 1992).
- **Les monts de Sebaâ Chioukh** : Avec une altitude moyenne de 600 à 800 m, cette série de collines marque la terminaison occidentale de la chaîne des Tessala.
- **Les monts de Tessala** : Ces monts s'élèvent au sud et sud-ouest d'Oran, avec des altitudes de 500 à 1 000 m, culminant à 1 061 m au Djebel Tessala.
- **Les monts de Murdjadjo** : Ce massif atteint une altitude maximale de 584 m et est recouvert de végétation, ce qui lui confère un certain équilibre écologique.
- **Dahra Ouest** : Avec une altitude d'environ 500 m, ce massif est particulièrement exposé à l'érosion.

4.2 Les espaces intérieurs

Les espaces intérieurs constituent un ensemble étendu, composé des monts de Tlemcen et de Daya, ainsi que des plaines de Maghnia, Hennaya et Sidi bel abbès (BENTEKHICI 2018).

- **Les monts de Tlemcen** : Avec des altitudes moyennes de 900 à 1 000 m, ces monts culminent à 1 843 m au Djebel Tenouchfi (THINTHOIN 1948).

Ils forment une barrière naturelle entre les hautes plaines steppiques et les hautes plaines telliennes.

- **Les monts de Daya :** Ce massif forestier présente des altitudes de 1 300 à 1 400 m, culminant à 1 455 m au Djebel Mezioud.
- **La plaine de Maghnia :** Caractérisée par des pentes douces (0 à 10 %), cette plaine est formée de terrains mésozoïques et cénozoïques.
- **La plaine d'Hennaya :** Située entre les piémonts des monts de Tlemcen et le plateau de Zenata, cette plaine présente des altitudes de 200 à 500 m.
- **La plaine de Sidi Bel Abbès :** Située au sud du Tell, cette plaine couvre une superficie de 1 121 km² avec des altitudes variant de 450 à 1 050 m. Elle est entourée par les monts de Tessala au nord, les monts d'Oued Mimoun et Sidi Ali Benyoub au sud, la vallée de l'oued Isser à l'ouest et les reliefs des Beni Chougrane et Bou Hanifia à l'est, formant ainsi une cuvette topographique.

4.3 Les espaces sub-steppiques

Les espaces sub-steppiques incluent les hautes plaines de Sidi Bel Abbès et de Tlemcen, situées dans la partie occidentale des espaces steppiques algériens. Ces plaines présentent un relief légèrement ondulé avec des altitudes décroissant du nord au sud, passant de 1 400 m au pied de l'Atlas tellien à 1 000 m près de la vaste dépression du chott Chergui (BENTEKHICI 2018).

La plaine de Sebdou, située dans ces espaces, est délimitée par divers plateaux et djebels, formant un fossé d'effondrement caractéristique de la wilaya de sidi bel abbès.

Ainsi, le contexte naturel et topographique de Sidi bel abbès, marqué par une diversité géologique et morphologique, joue un rôle crucial dans les processus d'urbanisation, influençant les conditions environnementales et les dynamiques écologiques de la wilaya de sidi bel abbès.

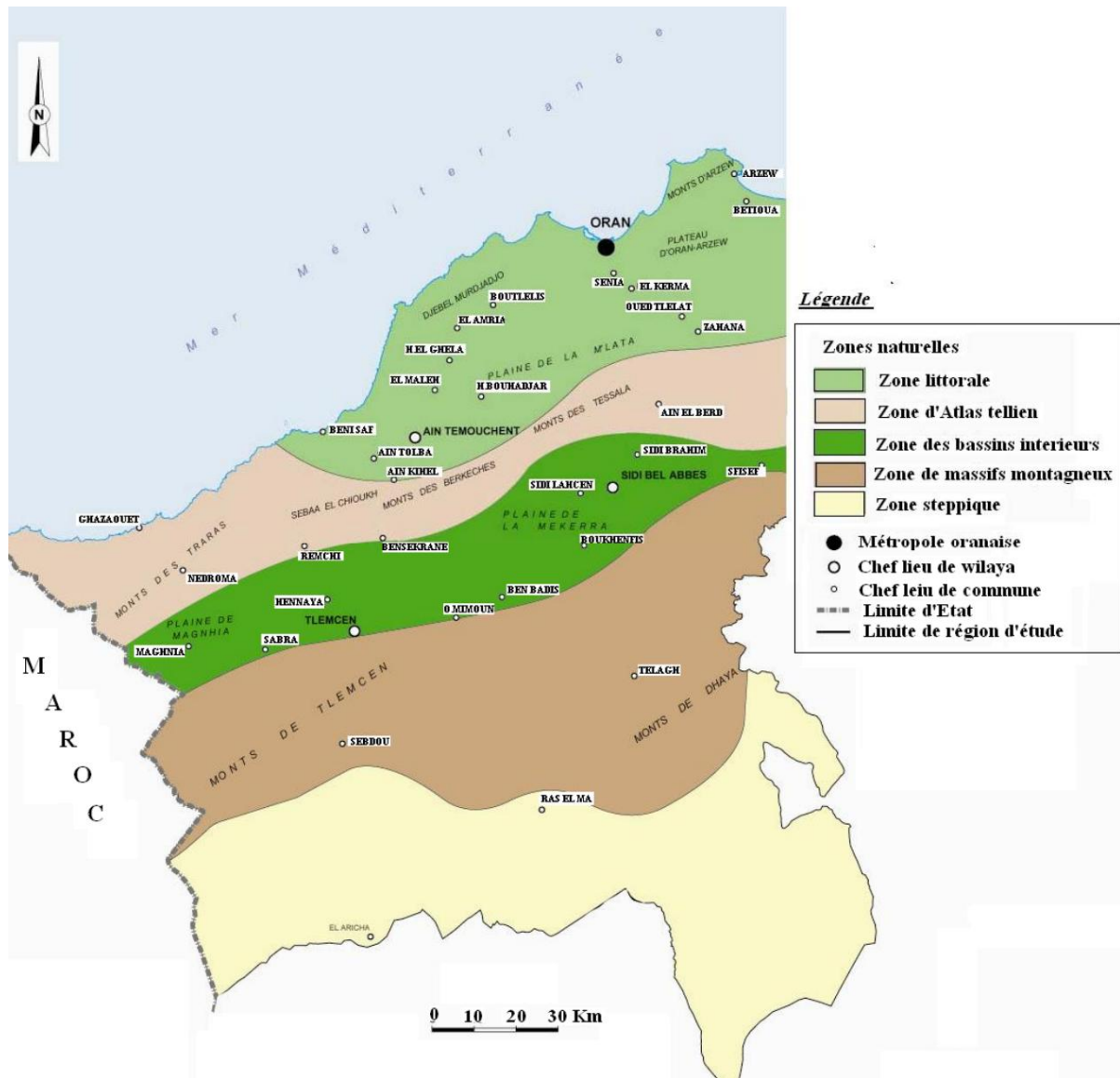


Figure 9: Découpage administratif de la Wilaya de Sidi Bel Abbès (BENTEKHICI 2018)

La ville de Sidi Bel Abbès, située de part et d'autre de l'Oued Mekerra, se trouve au nord-ouest de l'Algérie, à environ 80 kilomètres au sud d'Oran. Depuis 1974, elle est le chef-lieu de la wilaya de Sidi Bel Abbès.

Cette wilaya est principalement agricole, avec quelques activités industrielles. La wilaya de Sidi Bel Abbès, comme d'autres wilayas du pays, a connu ces dernières années un boom démographique considérable. En 2014, la population était estimée à environ 660 835 habitants, faisant de Sidi Bel Abbès la cinquième ville la plus peuplée du pays.

4.4 Situation géographique de la plaine de Sidi Bel Abbès

La wilaya de Sidi Bel Abbès abrite l'une des plaines les plus fertiles du pays, avec une altitude moyenne variant de 500 à 700 mètres. Cette plaine comprend :

- La plaine de Sidi Bel Abbès proprement dite (ancienne cuvette marécageuse),
- La plaine de Belarbi, prolongement à l'est,
- La plaine de Boukhanefis-Tabia, située au sud (à topographie assez accidentée),
- La plaine de Hassi Zahana, à relief largement ondulé et à plus haute altitude.

S'étendant sur une superficie avoisinant les 1 150 km², la plaine de Sidi Bel Abbès constitue le bassin versant de la moyenne Mekerra. Elle ne s'étend pas de manière uniforme sur toute sa longueur et devient de plus en plus étroite en allant vers le nord-est. La plaine est limitée au nord par la chaîne plissée des Tessala et au sud par le massif tabulaire de Tlemcen-Saïda. À l'est et à l'ouest, elle se raccorde respectivement aux plaines de Mascara et des Abdellys (figures 11 et 12)¹⁴ (BENTEKHICI 2018).

¹⁴https://earthmap.org/?aoi=dz&boundary=level0&feature=union_result&layers=%7B%7D&map=%7B%22center%22%3A%7B%22lat%22%3A35.22316844425813%2C%22lng%22%3A0.7550857707604242%7D%2C%22zoom%22%3A10%2C%22mapType%22%3A%22terrain%22%7D&scripts=%7B%7D&statisticsOpen=false (site consulté 11/09/2024)

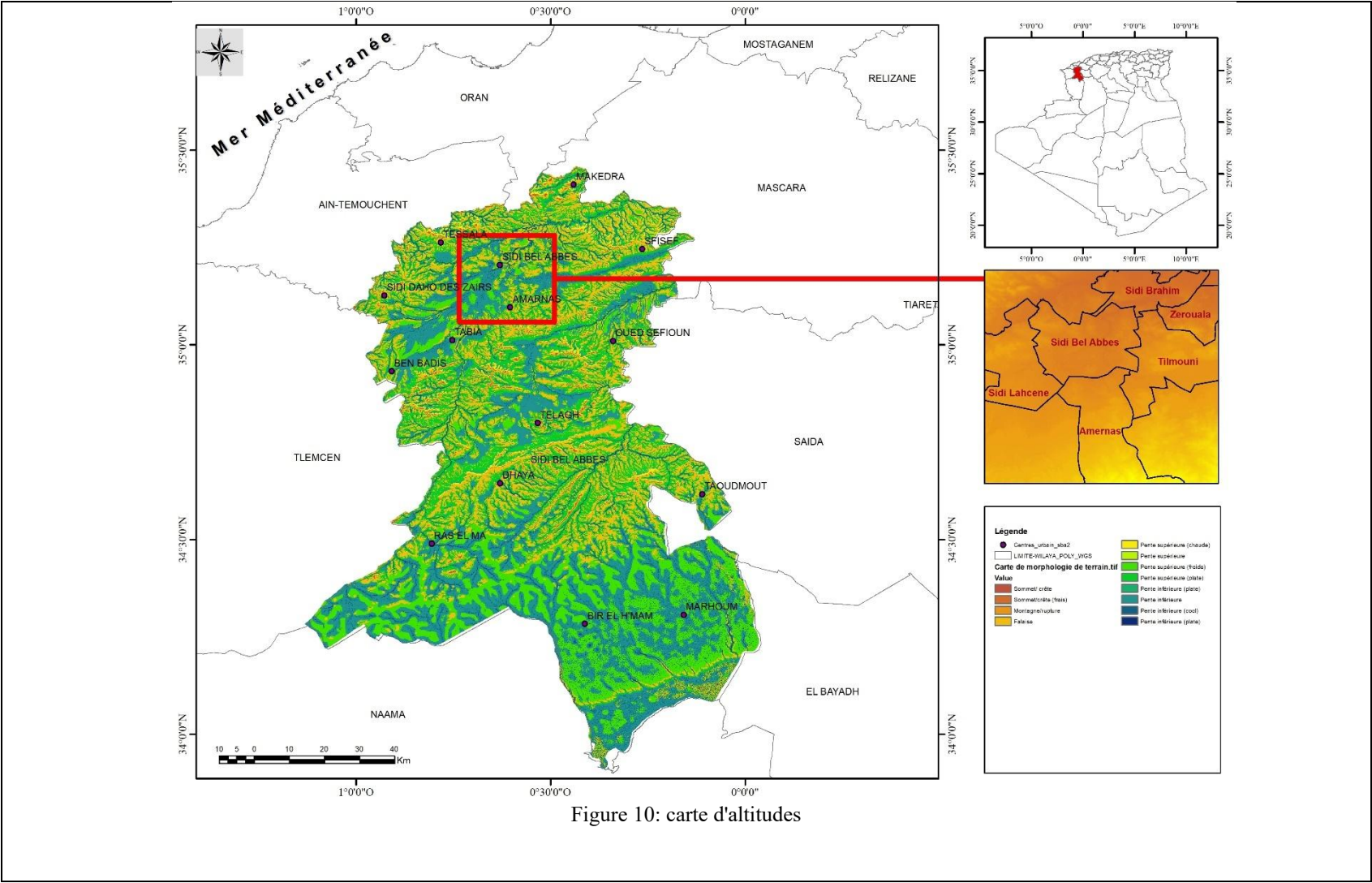
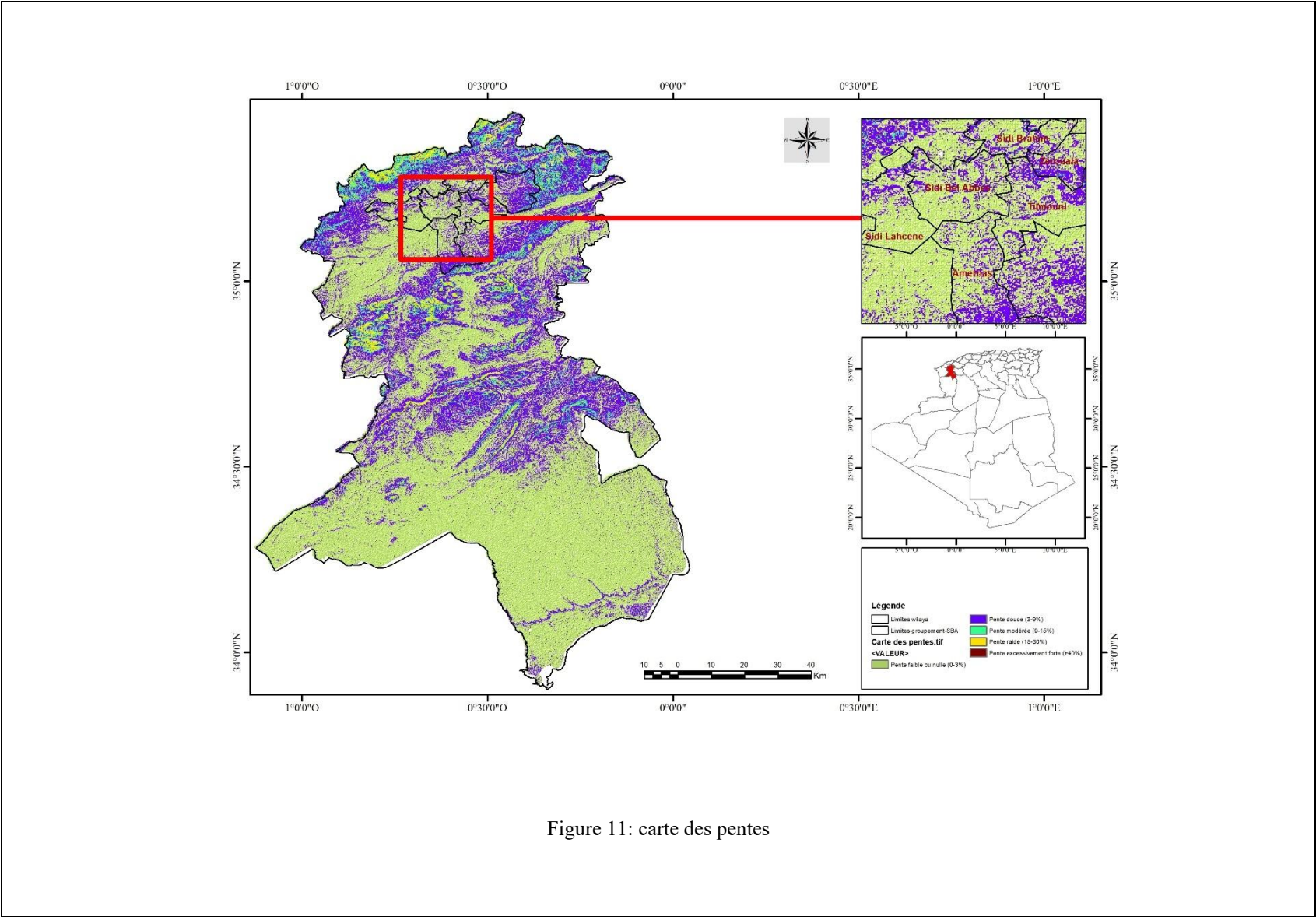


Figure 10: carte d'altitudes



4.5 Aperçu morphologique

La plaine de Sidi Bel Abbès est située entre deux massifs montagneux orientés WSW-ENE : les monts Tessala au nord et les monts Dhaya au sud, comme le montre la représentation morphologique simplifiée de la région ouest de l'Algérie (figure 12). La chaîne montagneuse des Tessala s'étend sur environ cinquante kilomètres et atteint une altitude moyenne de 800 mètres, culminant à 1061 mètres au sommet des Tessala (BENTEKHICI 2018).

Au sud de la plaine, les monts Dhaya, formés de terrains tertiaires reposant sur d'épaisses assises calcaires du Jurassique, culminent à 1378 mètres au sommet du Djebel Tzenga. Par rapport à la plaine de la M'leta, la plaine de Sidi Bel Abbès présente une altitude moyenne plus élevée, ce qui justifie parfois son appellation de « haute plaine » de Sidi Bel Abbès dans la littérature régionale (BENTEKHICI 2018).

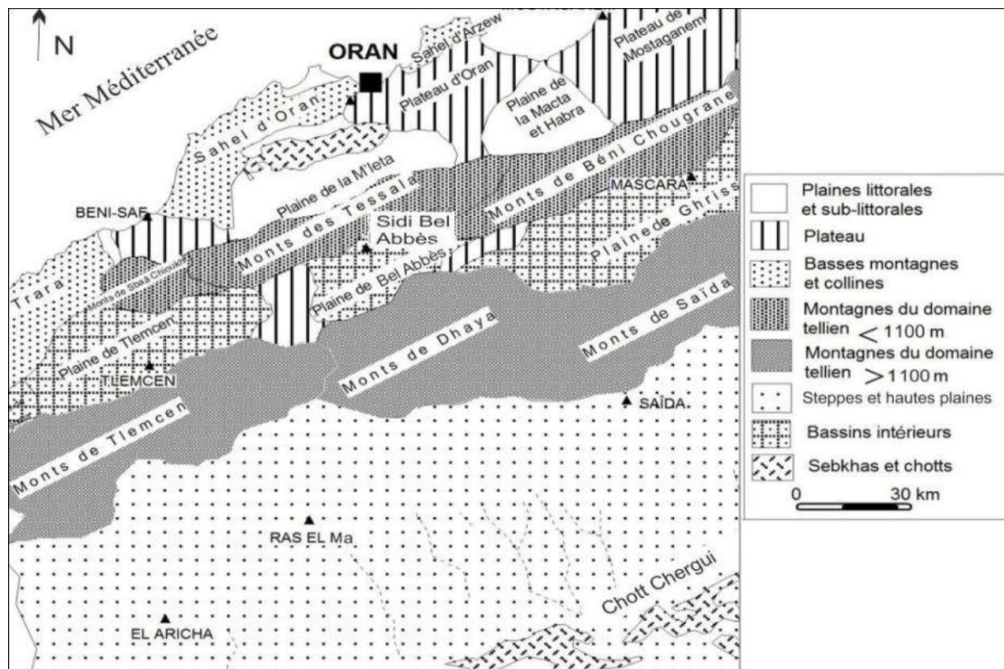


Figure 12: Carte géomorphologique simplifiée du secteur d'étude

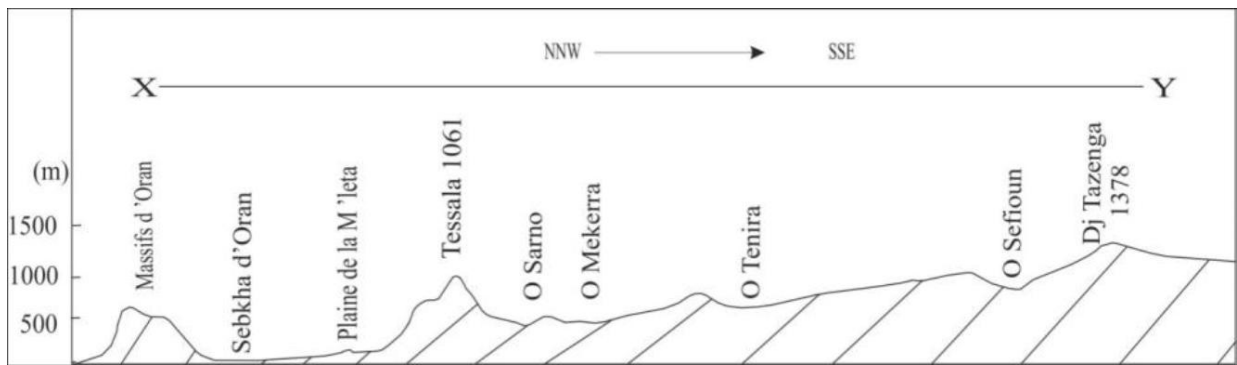


Figure 13: Profil morphologique simplifié du secteur d'étude (selon la ligne XY).

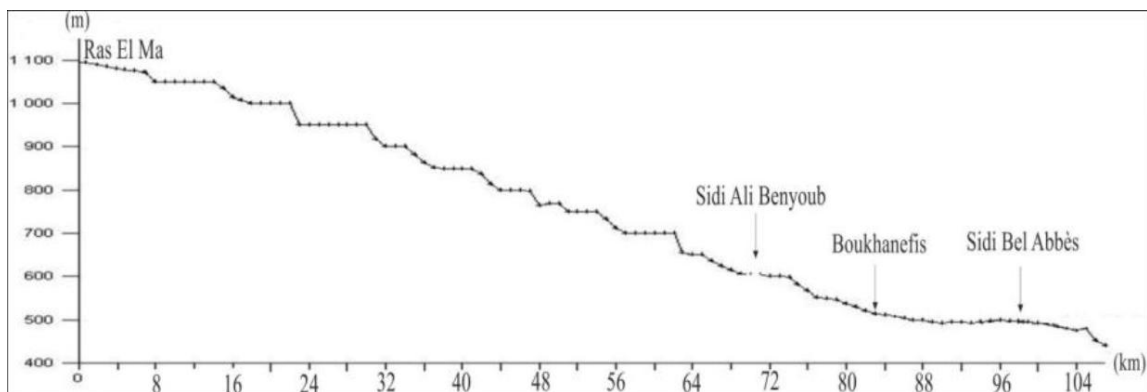


Figure 14: Profil en long de l'Oued Mekerra (ANRH ; modifiée).

4.6 Contexte géologique des bassins intérieurs où se localise Sidi bel abbès

La zone des bassins intérieurs, où se situe Sidi bel abbès, est une wilaya géologiquement diversifiée et étendue. Les monts de Tlemcen, de Daya et de Beni Chougrane caractérisent cette zone par la formation de châteaux d'eau parmi les plus importants de l'Ouest algérien. Chaque zone naturelle présente des formations géologiques distinctes, incluant des terrains karstiques et alluviaux.

La plaine de Sidi bel abbès, localisée au sud du Tell, apparaît comme une dépression comblée par des formations quaternaires et plio-quaternaires. Elle est délimitée au nord et à l'est par des terrains post-crétacés, et au sud par des terrains jurassiques et crétacés. Le centre de cette plaine est constitué d'une large cuvette avec un substratum argilo-marneux uniforme, datant du Miocène ou du Pliocène. Le remplissage argilo-sableux plio-quaternaire contient une nappe exploitable, dont le débit d'eau dépend des proportions de sable et d'argile présents. Les chenaux conglomératiques situés le long des oueds Tissef et Mekerra représentent les zones

les plus significatives de cette nappe aquifère, avec une épaisseur des conglomérats pouvant atteindre 38 m dans l'axe des chenaux (Sourisseau 1973a).

Les formations géologiques de cette plaine comprennent des limons, marnes, argiles sableuses, croûtes calcaires et conglomérats des terrasses des oueds du Quaternaire, ainsi que des dépôts caillouteux et limoneux avec des intercalations de lentilles sableuses ou conglomératiques du Plio-Quaternaire récent. Ces formations offrent une texture perméable, recouvrant un complexe argilo-sableux contenant la nappe alluviale de la plaine, ce qui en fait une des meilleures zones pour l'exploitation de l'eau(Sourisseau 1973a).

Ainsi, la diversité topographique et lithologique, couplée aux mouvements tectoniques, a favorisé la mise en place d'un réseau hydrographique développé, crucial pour la gestion et l'exploitation des ressources en eau dans la wilaya de Sidi bel abbèsAbbès.

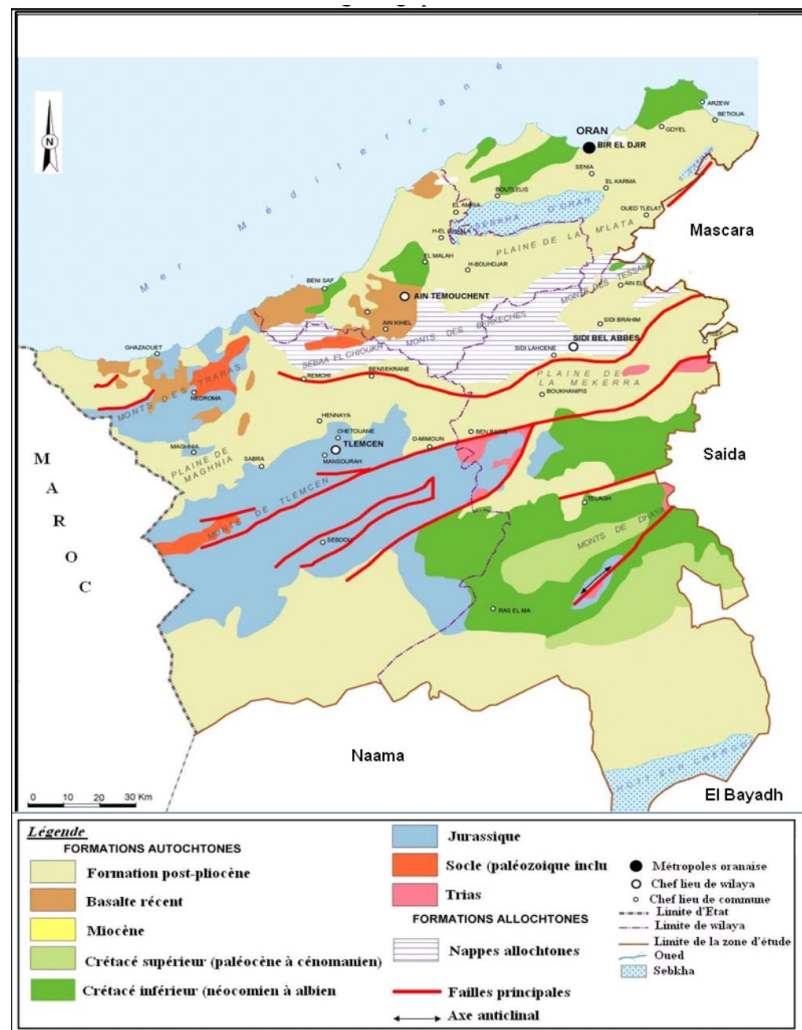


Figure 15: Carte géologique (BENTEKHICI 2018)

La diversité des reliefs dans la zone d'étude, comprenant des massifs montagneux, des plaines littorales et des espaces intérieurs, ainsi que la nature variée des formations lithologiques meubles et consolidées, a donné naissance à un réseau hydrographique diversifié et très développé. Ce réseau est divisé en trois grands bassins versants : le bassin de la Tafna, les bassins côtiers Oranais et le bassin de la Mekerra. Analyser les caractéristiques de ces bassins est essentiel pour délimiter l'aire de drainage des rejets des eaux usées.

4.6.1 Le bassin de la Mekerra : Une composante du grand bassin de la Macta

Le bassin-versant de l'oued Mekerra fait partie du grand bassin de la Macta. Il est limité au nord par la chaîne du Tessala, au sud par le massif tabulaire de Tlemcen et Saida, à l'est par la plaine de Mascara et à l'ouest par le bassin de l'oued Isser. L'oued Mekerra, axe principal de drainage, s'étend sur 126 km de Ras El Ma jusqu'à la ville de Sidi Bel Abbès. Il reçoit de nombreux affluents, notamment les oueds Tissaf, Tedjmout, Faid El Taga, Tuifza et Mzi à l'ouest, et les oueds Skhoua, Smar, Faretelzit et Elkhatoua à l'est. Le bassin couvre un périmètre de 280 km. Sa forme allongée, avec un indice de compacité de Gravellius Kc égal à 1,43, influence l'écoulement et la dynamique des crues. La densité de drainage est de 1,3 km/km², indiquant une chevelure peu dense et des formations perméables (Sourisseau 1973b).

Le réseau hydrographique de la Mekerra est principalement constitué de cours d'eau temporaires. Les oueds sont alimentés par des précipitations et des sources, la plus importante se trouvant à Sidi Ali Benyoub. Tous ces oueds convergent vers l'oued Mekerra, qui traverse la ville de Sidi Bel Abbès en aval, où il conflue avec l'oued Sarno pour devenir l'oued Mebtouh et rejoindre le barrage de Cheurfa. Le bassin-versant de l'oued Mekerra est subdivisé en trois grandes sections en fonction de leur rôle : la zone de réception des crues, la zone de transfert et la zone d'expansion des crues (Sourisseau 1973c).

4.6.2 Aperçu hydrographique

La plaine de Sidi Bel Abbès présente un réseau hydrographique peu développé, dominé par deux oueds majeurs : la Mekerra et le Tissaf. D'autres oueds longent la plaine, notamment l'Oued Sarno au nord, l'Oued Melghir à l'est, et l'Oued Isser à l'ouest (figure 4). La plaine de Sidi Bel Abbès, une cuvette cernée, se situe au sein du bassin versant de l'Oued Mekerra (E. A. Cherif, Errih, et Cherif 2009). Ce bassin, qui fait partie du grand bassin versant de la Macta, est délimité au nord par les monts Tessala (terrains plissés et charriés peu ou pas perméables), au sud par la ride anticlinale des hauts-plateaux de Ras El Ma (terrains perméables rigides et

fracturés) qui se rattache au sud au bassin versant du Chott Echergui, à l'ouest par le bassin de l'Oued Isser (les collines du Serravallien de l'Oued Isser forment une limite occidentale imperméable), et à l'est par les monts des Béni Chougran et Bou Henifia (bassin de l'Oued El Hammam, sous-bassin de la Macta) qui constituent une limite étanche orientale (Nadjla Bentekhici et al. 2018; Sourisseau 1973c).

Le bassin versant de l'Oued Mekerra couvre une superficie d'environ 3000 km² (E. A. Cherif, Errih, et Cherif 2009). L'Oued Mekerra parcourt la plaine de Sidi Bel Abbès sur une distance d'environ 113 km. Il prend naissance dans la zone des hauts plateaux, au sud de Ras El Ma, à partir des Djebels Rharbal (1189 m), El Kemit (1265 m) et Marhoum (1250 m), et se dirige vers le nord en traversant, de l'amont vers l'aval, les localités de Ras El Ma, Sidi Ali Benyoub, Tabia, Boukhanefis, Sidi Khaled et Sidi Bel Abbès, avant de rejoindre l'Oued Sig dans les marécages de la Macta et finalement se jeter dans la mer. Ses affluents les plus importants sont les Oueds Tissaf et Sarno (affluent de 30 km de long alimentant le barrage Sarno avec une capacité de 20 Mm³) (Sourisseau 1973b; Nadjla Bentekhici et al. 2018).

L'Oued Mekerra traverse deux zones de reliefs distincts : le massif montagneux de Dhaya au sud, avec une altitude variante entre 800 et 1600 m, et la plaine de la Mekerra, avec une altitude moyenne de 600 m. Le bassin versant de l'Oued Mekerra peut être subdivisé en trois parties (figure 5) : la haute Mekerra, s'étendant du sud de Ras El Ma jusqu'à Sidi Ali Benyoub, la moyenne Mekerra, entre Sidi Ali Benyoub et Sidi Bel Abbès, et la basse Mekerra, correspondant à la partie du bassin située en aval de la ville de Sidi Bel Abbès.

Selon le rôle hydrologique, le bassin peut être subdivisé en trois zones : une zone réceptrice, entre la source de l'Oued et Mouley Slissen, une zone de transfert, allant de Mouley Slissen à Boukhanefis, et une zone dite d'expansion ou de développement, s'étendant de Boukhanefis à Sidi Bel Abbès (Marok, 2010). La pente moyenne de l'Oued dans la haute Mekerra (entre Ras El Ma et Sidi Ali Benyoub) varie de 0,9 à 1 %, tandis que celle entre Boukhanefis et Sidi Bel Abbès est de 0,2 à 0,3 %. Cette différence de pente est la principale cause des inondations périodiques que subit la ville de Sidi Bel Abbès. (Nadjla Bentekhici et al. 2018)

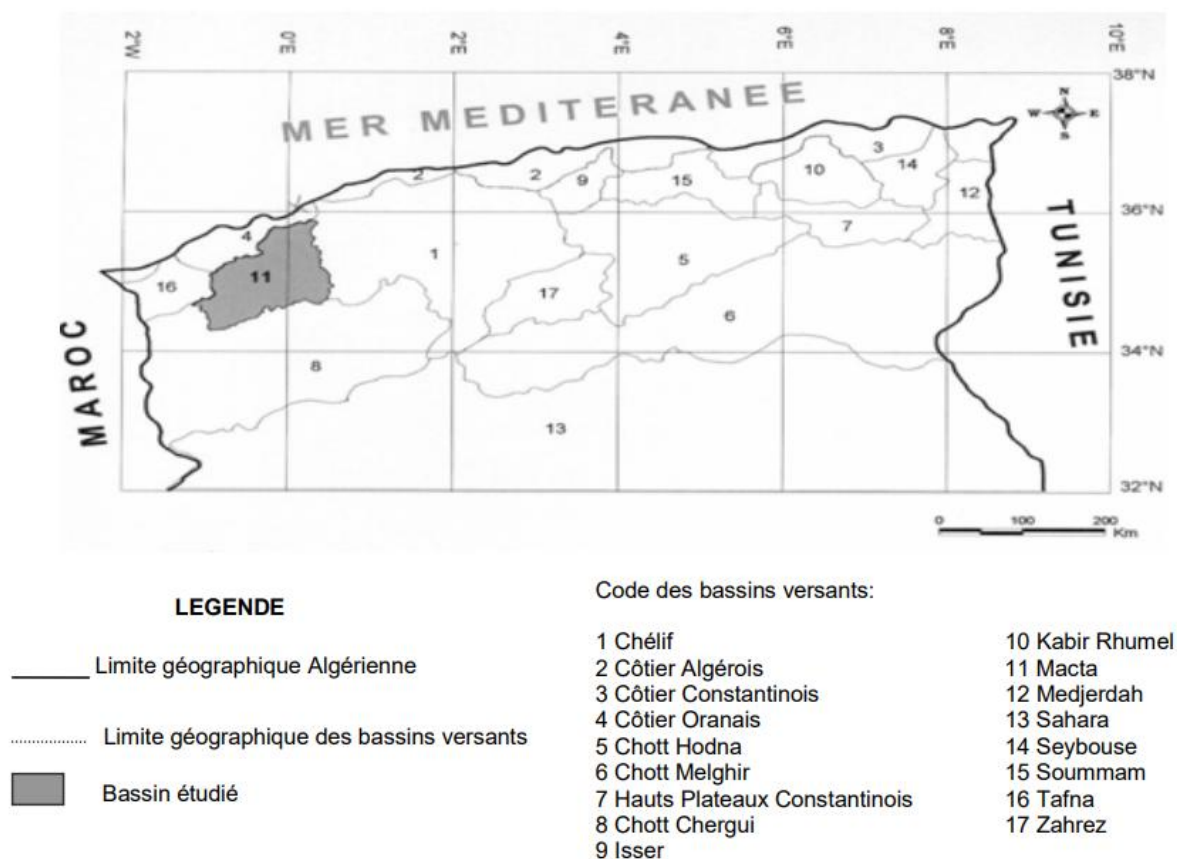


Figure 16: Découpage des grands bassin hydrographiques (ABH)



Figure 17: Localisation de bassin versant de Mekerra (ABH)

4.7 Caractéristiques climatiques de la région Nord-Ouest algérienne

Le climat de la région Nord-Ouest algérien, où se trouve Sidi bel abbès, est méditerranéen avec des pluies concentrées pendant la saison fraîche, d'octobre à avril. Les précipitations augmentent avec l'altitude selon un gradient de 20 à 25 mm pour 100 m entre les isohyètes de 100 mm à 400 mm. Les températures varient en fonction de la latitude, de la dénivellation et de la continentalité. Ce climat, étudié par plusieurs chercheurs (Bagnouls 1953; Le Houérou 1989; 1989; Emberger 1955; Nadjla Bentekhici et al. 2018), est intégré dans le climat méditerranéen, caractérisé par une saison sèche et chaude en été et une saison froide et pluvieuse en hiver.

4.7.1 Analyse climatique locale de Sidi bel abbès

Pour analyser le climat de Sidi bel abbès, nous avons étudié les précipitations, les températures et le vent à partir des données de la station météorologique de Sidi bel abbès, couvrant la période de 1987 à 2012, afin de comprendre les changements climatiques et leurs impacts sur l'agriculture.

Variations interannuelles des précipitations : La répartition spatiale des précipitations dépend de l'altitude, de la distance de la mer et augmente de l'est à l'ouest (Tshimanga, N'kaya, et Alsdorf 2022). La pluviométrie en Algérie a été largement étudiée (Belloula 2008; BOUANANI 2004; Chamekh 2016; Djenba 2015; Medinger 1956; Emberger 1955). L'objectif de notre étude pluviométrique annuelle est d'analyser la répartition spatiale des précipitations dans la wilaya de Sidi Bel Abbès et d'identifier les zones de fortes précipitations. Pour ce faire, nous avons utilisé des données satellites pour couvrir les précipitations moyennes annuelles dans la zone d'étude.

4.7.2 Le contexte climatique régional et local de Sidi Bel Abbès et son impact sur l'agriculture pluviale

Sidi bel abbès, située dans le nord-ouest de l'Algérie, se caractérise par un climat méditerranéen semi-aride. Ce climat influence significativement les niveaux d'eau des aquifères et des plans d'eau de surface, éléments cruciaux du cycle hydrologique. Les variations climatiques, telles que les changements de température et de précipitations, modifient les processus d'alimentation des aquifères et les interactions entre les eaux souterraines et de surface, affectant ainsi l'utilisation de l'eau, notamment pour l'irrigation. Ces variations ont des

répercussions directes sur l'agriculture pluviale, en particulier la culture des céréales, qui est prédominante à Sidi Bel Abbès. :

4.7.3 Effets des changements climatiques sur les ressources en eau et l'agriculture

Les fluctuations climatiques influencent l'alimentation des aquifères, entraînant des variations des niveaux d'eau dans les aquifères libres (Changnon 1988). Une réduction de l'alimentation des nappes souterraines impacte non seulement l'approvisionnement en eau mais aussi sa qualité. En outre, la diminution du débit de base des cours d'eau peut avoir des effets environnementaux nuisibles. Une réduction du volume d'eau dans les aquifères peut également provoquer un affaissement accru des terrains, ce qui a des implications pour les activités agricoles locales.

4.7.4 Impact sur la culture des céréales

La culture des céréales à Sidi Bel Abbès dépend largement des précipitations annuelles, qui influencent directement la productivité agricole. Les fluctuations climatiques, telles que les sécheresses et les précipitations extrêmes, affectent la disponibilité de l'eau pour les cultures. Les périodes de sécheresse réduisent la pluviosité, augmentent l'évaporation et diminuent l'infiltration, ce qui assèche les terres arables et limite la production céréalière. En revanche, des précipitations extrêmes peuvent entraîner un ruissellement important, réduisant ainsi l'alimentation des nappes phréatiques et augmentant le risque d'érosion des sols (E. H. Bouras 2021).

L'analyse climatique de Sidi Bel Abbès souligne l'importance de comprendre les variations annuelles et mensuelles des précipitations et des températures pour optimiser la gestion des ressources en eau et soutenir l'agriculture pluviale dans cette wilaya semi-aride.

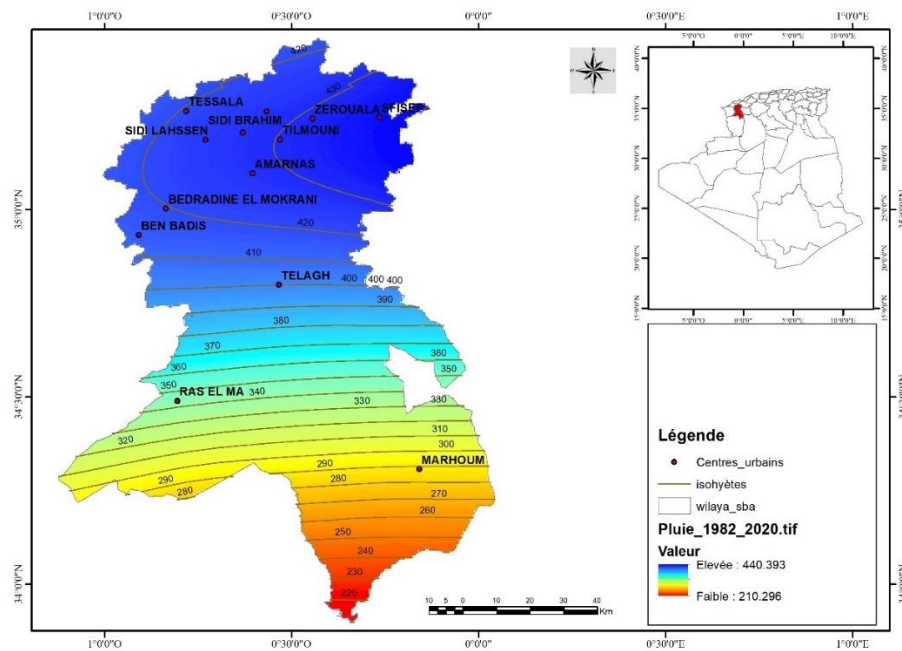


Figure 18: répartition spatiale des précipitations

La pluviométrie en Algérie, selon diverses études, est influencée par quatre principaux facteurs : l'altitude, les conditions topographiques, la longitude et la distance par rapport à la mer. (Seltzer et al. 1946) a établi que cette répartition suit trois lois fondamentales :

1. **Altitude et exposition aux vents humides** : La hauteur de pluie augmente avec l'altitude, étant plus élevée sur les versants exposés aux vents humides. Par exemple, les monts de Tlemcen enregistrent des précipitations dépassant 600 mm/an.
2. **Gradient Est-Ouest** : Les précipitations augmentent de l'Est à l'Ouest.
3. **Éloignement du littoral** : Plus on s'éloigne du littoral, plus les précipitations diminuent. Dans les plaines substeppiques, comme celles de Sidi bel abbès, les précipitations sont inférieures à 230 mm/an.

La carte de répartition spatiale des précipitations moyennes annuelles montre clairement que les plaines de Maghnia, Sidi Bel Abbès et Gdyl reçoivent de faibles précipitations (figures 22, 23). En revanche, les zones de haute altitude, comme les monts de Tlemcen et de Tessala, connaissent des précipitations importantes, favorisant l'alimentation des nappes phréatiques. Toutefois, les faibles précipitations dans les plaines nécessitent une surveillance accrue de la qualité des eaux, notamment à Maghnia, Sidi Bel Abbès et Mleta.

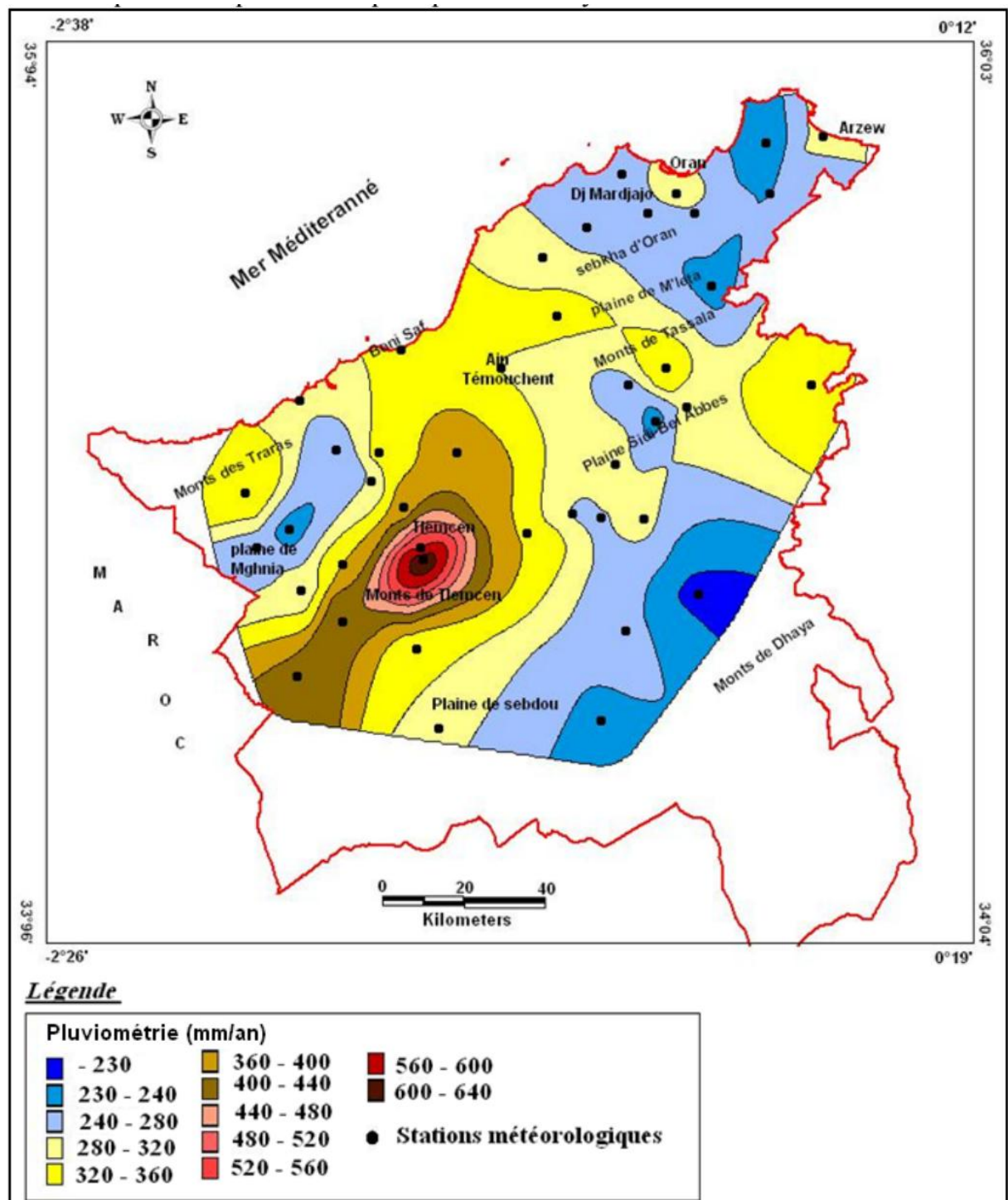


Figure 19: Carte des isohyètes de la région Ouest (ONM, (BENTEKHICI 2018))¹⁵

¹⁵ La carte des isohyètes de la régions ouest, issu de la source consultée, présente une discontinuité spatiale et ne couvre pas l'ensemble du territoire de la wilaya. En particulier, la partie sud de la wilaya est marquée par un manque de données pluviométriques, ce qui a empêché toute interpolation dans cette zone. Cependant, la ville de sidi bel abbès étant couverte par les données disponibles, la carte été retenu comme support partiel pour caractériser le contexte climatique local.

4.7.5 Variations mensuelles et régimes saisonniers des précipitations à Sidi bel abbès

La répartition mensuelle des précipitations, en relation avec les facteurs thermiques, conditionne l'écoulement saisonnier et influence le régime des cours d'eau ainsi que l'infiltration (BOUANANI 2004). Pour analyser ces variations, nous avons étudié les données climatiques de quatre stations météorologiques sur la période 1987-2012.

Le régime pluviométrique saisonnier est une caractéristique fondamentale du climat. Selon LAHRECHE (2014), l'intensité et la fréquence des pluies jouent un rôle crucial sur :

- La stabilité ou l'instabilité des sols, en combinaison avec les facteurs physiques du sol, influençant la stabilité structurale.
- La solubilité et la migration des nutriments dans le sol affectent ainsi la répartition spatiale des espèces.
- L'évolution des matériaux organiques et minéraux, participent à la formation des sols et favorisent l'infiltration des polluants.
- Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations sur la période 1987-2012 montrent clairement les variations mensuelles et saisonnières à l'échelle annuelle. Deux périodes distinctes se dégagent :
- Période sèche : Correspondant à l'été (juin, juillet, août), caractérisée par un déficit pluviométrique bien marqué.
- Période humide : Correspondant au reste de l'année, avec une succession de mois humides et de mois relativement secs.

Le mois le plus pluvieux varie selon les stations : février pour Zenata, et novembre pour Beni Saf, Sidi Bel Abbès et Es Senia. L'organisation des saisons n'est pas homogène dans la zone, dépendant du régime pluviométrique spécifique à chaque secteur géographique :

Tlemcen et Sidi Bel Abbès (bassin intérieur) : La saison pluvieuse s'étend d'octobre à avril.
Oran et Beni Saf (zone littorale) : La saison pluvieuse s'étend de novembre à février.

Le maximum principal des précipitations se concentre sur novembre et février, atteignant en moyenne 78 mm, tandis que les minimums de juin, juillet et août ne dépassent pas 10 mm.

Cette répartition des précipitations influence significativement l'agriculture pluviale, notamment la culture des céréales à Sidi bel abbès. La période sèche limite l'accès à l'eau,

rendant l'irrigation indispensable pour maintenir la production agricole. Par conséquent, la gestion des ressources en eau et la compréhension des régimes pluviométriques sont cruciales pour l'agriculture et la durabilité environnementale dans cette wilaya.

Tableau 8: Précipitations moyennes des station ONM (1987-2012)

Stations	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Sidi bel abbès	34.45	33.9	32.6	31.3	20	6.52	2.92	3.35	14.21	23.14	56.75	34.34

Source : ONM, 2015,(BENTEKHICI 2018)

4.7.6 Le régime thermique et son influence sur l'agriculture pluviale à Sidi bel abbès

Le régime thermique est un facteur climatique essentiel qui joue un rôle déterminant dans la vie des végétaux, en influençant à la fois la durée de la période de croissance et la répartition géographique des espèces (Berrayah 2006). Il contrôle également l'intensité des échanges entre la mer et l'atmosphère ((D. Bouras et al. 2007)). Les températures moyennes annuelles et mensuelles, en interaction avec d'autres facteurs météorologiques (insolation, vitesse et turbulence du vent, précipitations) et biogéographiques, régissent le phénomène d'évapotranspiration, le déficit d'écoulement annuel et saisonnier, et par conséquent, le transfert des polluants.

Les températures moyennes mensuelles influencent directement l'agriculture pluviale, particulièrement la culture des céréales à Sidi bel abbès. Les variations thermiques régulent les besoins en eau des cultures, les périodes de semis et de récolte et affectent la croissance et le rendement des plantations. Une compréhension approfondie du régime thermique permet d'adapter les pratiques agricoles pour améliorer les conditions de culture et optimiser la production (E. H. Bouras 2021).

Tableau 9: Données des températures mensuelles (1987-2012)

Mois	Station Sidi bel abbès		
	T° max	T° min	T° moy
Janvier	15,24	2,06	8,65
Février	15,24	2,66	8,95
Mars	19,04	4,28	11,66
Avril	21,08	6,82	13,95
Mai	25,72	9,52	17,62
Juin	30,42	14,18	22,3
Juillet	34,52	17,06	25,79
Août	36,12	18,32	27,22
Septembre	30,96	14,78	22,87
Octobre	26,38	11,54	18,96
Novembre	18,34	8,8	13,57
Décembre	17,17	5,82	11,49
Moyenne	24,18	9,65	16,91

Source : ONM,(BENTEKHICI 2018)

Contrairement aux précipitations, les saisons thermiques dans la wilaya de Sidi Bel Abbès sont bien définies (voir figure 2). La saison chaude s'étend de juin à octobre, période durant laquelle les températures mensuelles sont supérieures à la moyenne annuelle. En revanche, la saison froide s'étend de novembre à mai. Les températures maximales sont atteintes en juillet et août, avec des moyennes variantes entre 22°C et 24°C, tandis que les températures minimales se situent entre 12°C et 16°C.

Les températures moyennes mensuelles varient selon les stations météorologiques. Pour les stations situées dans la zone littorale (Beni Saf et Es Senia), les températures fluctuent entre 10°C et 27°C. Pour les stations situées dans les bassins intérieurs (Sidi Bel Abbès et Tlemcen), les températures varient entre 8°C et 27°C. Les valeurs significatives sur le plan biologique sont la moyenne des minimums du mois le plus froid (m) et la moyenne des maximums du mois le plus chaud (M), qui sont des paramètres cruciaux pour la vie végétale (Emberger 1955).

Pour les stations des bassins intérieurs, les moyennes (m) et (M) sont respectivement de 2.06°C et 36.12°C à Sidi bel abbès.

Tableau 10: Température, mois plus chaud et moi plus froid

Stations	M°	m°	M-m
Sidi bel abbès	36.12	2.06	34.06

Source : ONM, (BENTEKHICI 2018)

4.7.7 Classification thermique des climats et variations climatiques à Sidi bel abbès

Debrach (1953) a proposé une classification thermique des climats basée sur l'indice de continentalité (M-m), où M représente la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud et m la moyenne des températures minimales du mois le plus froid. Cette classification est définie comme suit :

Climat insulaire : $M-m < 15^{\circ}\text{C}$.

Climat littoral : $15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$.

Climat semi-continental : $25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$.

Climat continental : $M-m > 35^{\circ}\text{C}$.

Selon cette classification, la station de Sidi bel abbès présente un climat semi-continental (tableau10).

4.7.8 Variations climatiques à travers les diagrammes ombrothermiques : une forte tendance à l'aridité

Le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls permet de définir les mois secs où un mois est considéré sec lorsque la courbe des températures (T) est supérieure à celle des précipitations ($P=2T$). La partie du graphe comprise entre les courbes de T et P indique la durée et l'intensité de la sécheresse. Ces diagrammes, établis à partir des moyennes, fournissent une indication sur le régime climatique et le nombre de mois secs.

Pour analyser les variations climatiques et la tendance à l'aridité dans la wilaya de Sidi bel abbès, nous avons établi les diagrammes ombrothermiques pour l'ensemble des stations météorologiques de la période 1987 – 2012.

Les résultats montrent une forte tendance à l'aridité, caractérisée par une longue période de sécheresse durant les mois chauds. Ces conditions climatiques influencent considérablement l'agriculture pluviale, notamment la culture des céréales, qui est prédominante à Sidi bel abbès.

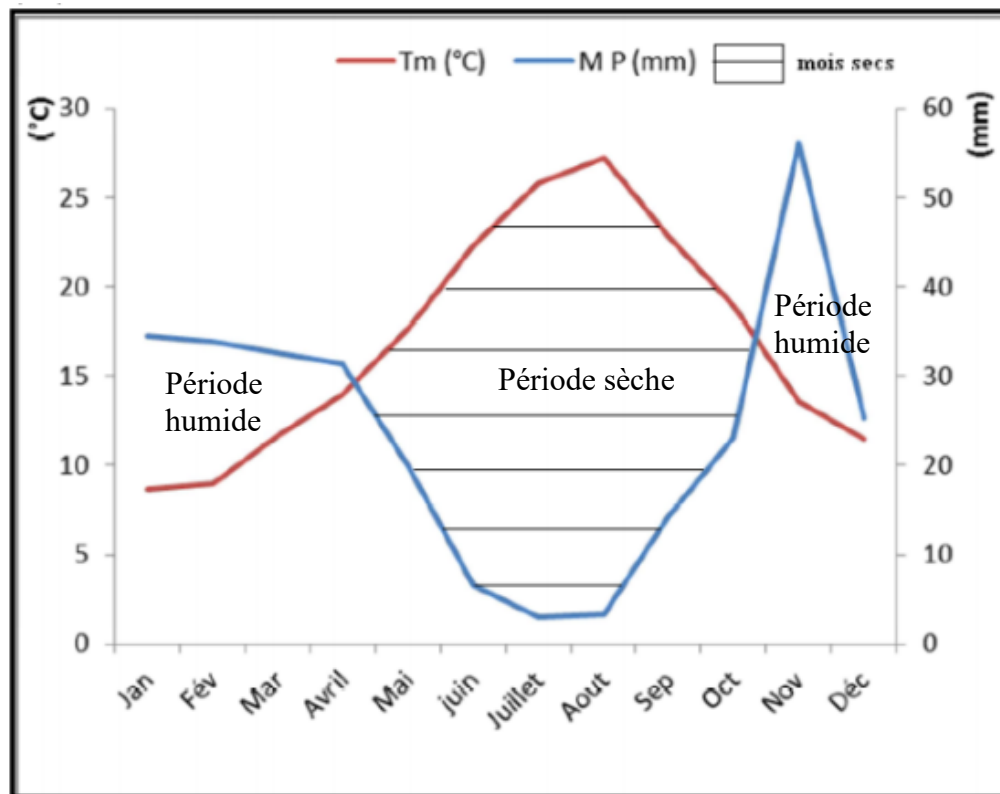


Figure 20: Diagramme ombrothermiques (station de Sidi bel abbès)

4.7.9 Analyse des courbes ombrothermiques et quotient pluviothermique d'Emberger

4.7.10 Analyse des courbes ombrothermiques

L'analyse des courbes ombrothermiques des stations étudiées montre clairement le contraste net entre les mois secs et les mois humides. Les mois secs représentent la saison déficitaire en précipitations. Pour la zone de Beni Saf, les mois secs s'étalent de mars à octobre. Dans la zone d'Oran, les mois secs s'étendent également de mars à octobre. Pour la zone de Sidi bel abbès, les mois secs s'étendent d'avril à octobre, tandis que pour la zone de Tlemcen, ils s'étendent de mi-mars à octobre (fig 21).

a. Quotient pluviothermique d'Emberger

(Emberger 1955) a établi un quotient pluviothermique « Q2 » spécifique au climat méditerranéen, largement utilisé en Afrique du Nord. Le quotient pluviothermique permet de déterminer la position climatique de chaque station météorologique. Il est formulé de la manière suivante :

$$Q2 = [2000 P / M^2 - m^2]$$

Où :

P est la moyenne des précipitations annuelles (en mm),

M est la moyenne des maxima du mois le plus chaud,

m est la moyenne des minima du mois le plus froid.

L'utilisation du quotient pluviothermique d'Emberger permet de caractériser le climat de la wilaya de sidi bel abbès comme étant semi-aride, ce qui a des implications importantes pour les pratiques agricoles locales. En particulier, cette classification climatique met en évidence les défis de gestion de l'eau et la nécessité d'adapter les pratiques agricoles pour améliorer la résilience des cultures, notamment les cultures céréalières dans la wilaya de Sidi bel abbès (tableau 11).

Tableau 11: Quotient pluviométrique d'emberger

Stations	M°	m°	P mm moy	Q2
Sidi bel abbès	36.12	2.06	24.45	37.61

Source : ONM et traitement par Bentekhici, 2015

À la lecture du climagramme d'Emberger (figure 25), nous observons que la station de Beni Saf se situe dans l'étage semi-aride à hiver chaud. En outre, la station d'Es Senia se situe dans l'étage semi-aride à hiver tempéré. La station de Zenata est caractérisée par un climat semi-aride à hiver tempéré, tandis que la station de Sidi Bel Abbès se distingue par un climat semi-aride à hiver frais.

À partir de certaines valeurs de Q2 et de la moyenne des minima du mois le plus froid (m), la végétation change et peut évoluer au fur et à mesure que le climat se modifie (Alcaraz 1969). Ces données montrent que le climat semi-aride domine toute la zone d'étude, y compris Sidi bel abbès. Ce climat influe directement sur les pratiques agricoles locales, notamment sur les cultures céréalières qui dépendent des précipitations saisonnières et des températures modérées pour leur croissance optimale.

Les caractéristiques climatiques de Sidi bel abbès, avec des hivers frais et des étés chauds, impliquent des stratégies spécifiques pour l'agriculture pluviale. La compréhension de ces conditions climatiques est cruciale pour planifier les cycles de culture, optimiser l'utilisation de

l'eau et améliorer les rendements agricoles. Le climat semi-aride de Sidi Bel Abbès nécessite une gestion prudente des ressources en eau et une adaptation continue des pratiques agricoles pour faire face aux variations climatiques et aux défis environnementaux de la wilaya.

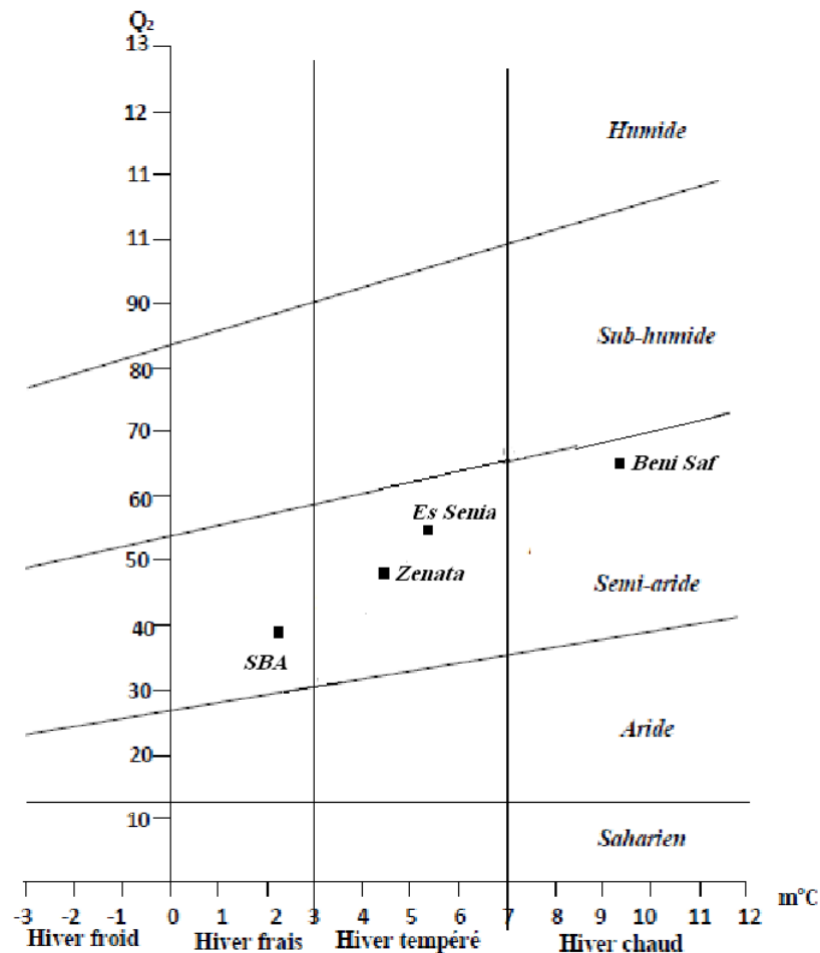


Figure 21: Classification du climat

4.7.11 6. Le régime des vents dominants : Nord-ouest et Nord comme les plus fréquents

L'analyse des vents dominants dans la wilaya de Sidi bel abbès, ainsi que dans d'autres localités étudiées, révèle des variations significatives selon les saisons, les jours et les années. Afin de quantifier l'importance des vents, il est nécessaire de calculer la vitesse moyenne arithmétique mensuelle annuelle pondérée, basée sur des données recueillies sur plusieurs années. Les variations saisonnières ou mensuelles de la vitesse du vent dépendent de la position géographique et de l'altitude, ce qui nécessite des relevés météorologiques sur une longue période pour une caractérisation précise (Kasbadji 2006)

Dans cette étude, nous avons analysé les moyennes mensuelles de la vitesse des vents sur la période 1987-2012, comme présenté dans la figure 23. Cette analyse se concentre sur deux principaux aspects : la vitesse et la direction des vents. Pour la zone de Sidi bel abbès, les vents dominants sont :

Vents du Nord-ouest : Dominants toute l'année, soufflant de 10 à 15 jours par mois.

Vents du Nord : Fréquents tout au long de l'année, soufflant de 4 à 5 jours par mois, avec une intensité accrue entre octobre et mars.

Vents de l'Ouest : Caractérisent l'hiver, soufflant de 7 à 10 jours par mois.

Vents du Nord-est : Observés en été, soufflant de 7 à 8 jours par mois.

Le Sirocco et Ses Effets

Le sirocco, un vent très sec et chaud venant du Sahara, affecte la région semi-aride de l'Ouest Algérien, y compris Sidi bel abbès. Il souffle environ une vingtaine de jours par an, principalement en juillet et août, et parfois en avril, atteignant jusqu'à vingt-cinq jours certaines années. Ce vent a tendance à se manifester de manière de plus en plus fréquente ces dernières années.

4.7.12 Régimes des Vents dans les Autres Zones

Zone littorale de Beni Saf : Dominée par des vents d'Ouest toute l'année, avec des vitesses élevées en août, septembre, janvier et février.

Zone de Tlemcen : Les vents dominants sont souvent humides, venant du Nord-est et du Nord-ouest. Ce phénomène est influencé par les brises de mer et de terre, responsables des directions du vent Sud et Nord, avec des vitesses significatives en octobre.

Zone d'Oran : Dominée par des vents de direction Ouest, et à un moindre degré Ouest-sud-ouest en automne. En été, les vents de type sirocco soufflent pendant 5 à 7 jours par an.

4.7.13 Impacts des Vents

Les vents secs et chauds, soufflant principalement au printemps et en automne, et parfois en été, transportent une quantité notable de sable et de limons, provoquant le dessèchement des sols et une forte évaporation. Selon SELTZER, les vents dominants dans l'Oranais sont les vents de l'Ouest et du Nord-ouest.

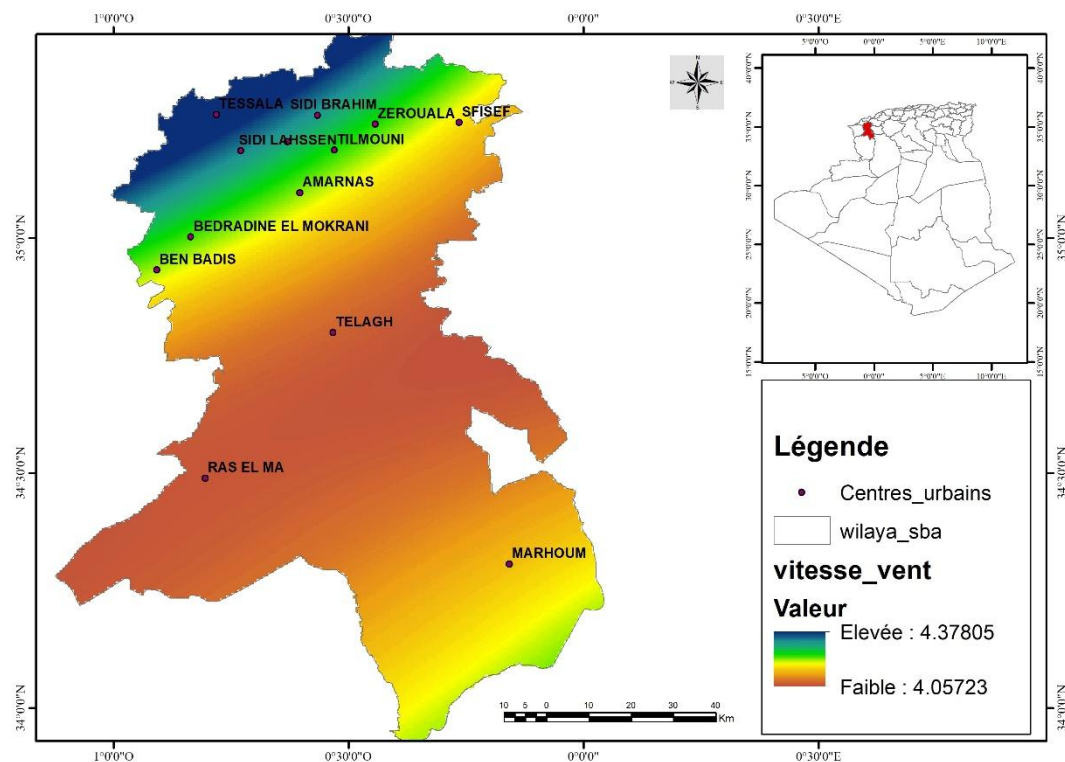


Figure 22: Répartition spatiale des vents (vitesse m/s)

4.8 Potentialités agricoles

L'agriculture en Algérie est un secteur important de l'économie, représentant une part importante de l'emploi et du PIB (production intérieure brute) du pays : selon la Banque Mondiale, la contribution du secteur agricole au Produit Intérieur Brut de l'Algérie était de 11,3 % en 2020. Il s'agit d'une baisse par rapport à 13,8 % en 2019¹⁶.

L'acquisition du rendement agricole dépend de divers facteurs, notamment la qualité des sols, la disponibilité de l'eau, les conditions météorologiques et l'accès aux intrants et aux technologies agricoles modernes¹⁷.

¹⁶<https://donnees.banquemondiale.org/pays/algerie>, consulté le 31/03/2023

¹⁷[Rendement agricole et variations intra-champs \(canada.ca\)](https://donnees.banquemondiale.org/pays/algerie), consulté le 01/04/2023

En général, les statistiques agricoles en Algérie peuvent inclure des données sur divers aspects de la production agricole, tels que les rendements des cultures, l'utilisation des terres, les populations de bétail et les infrastructures d'irrigation. Ces statistiques peuvent être recueillies et compilées par divers organismes gouvernementaux, comme le ministère algérien de l'Agriculture et du Développement rural ou l'office national de statistique (« Statistiques Agricoles 2019 Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural », s. d.).

4.8.1 Répartition générale des terres

La répartition générale des terres est présentée selon la nomenclature utilisée par la FAO (**données statistiques de 2020**) pour l'utilisation des terres.

L'Algérie occupe une superficie de 2,3 millions de km², les terres consacrées à l'agriculture sont de l'ordre de 40.5 millions d'hectares. Ces terres sont réparties entre 0.92 millions d'hectares considérés comme improductif, 31.3 millions d'hectares comme pacages et parcours et le reste représentent 8.3 millions d'hectares constituant la superficie agricole utile. La surface agricole utile (S.A.U) est répartie ainsi; terres labourables qui comportent, d'une part, les terres au repos ou en jachère qui couvrent, en moyenne, une superficie de 3,7 millions d'hectares et, d'autre part, les superficies des cultures herbacées qui représentent 47% de la S.A.U et les cultures pérennes qui sont constituées par les plantations fruitières (461.520 ha), le vignoble (57.210 ha) et les prairies naturelles (35.210 ha). Les chiffres parlent d'eux-mêmes pour donner un aperçu de l'état du secteur agricole qui, théoriquement, devrait occuper le quart de la population active et permettre à l'Algérie d'être l'une des plus grandes puissances régionales en matière agricole.

Selon les nouvelles statistiques publiées par le ministère de l'agriculture, le blé dur occupe un espace très vaste constituant une superficie à l'ordre de 1.7 millions ha, suivi par l'orge avec 0.8 millions ha et le blé tendre qui avoisine 0.66 millions ha.

La superficie des grandes cultures en Algérie est une information très importante dans le suivi de bonnes conditions agricoles par télédétection. Agissant en tant que complément important pour la télédétection, système de méthode d'échantillonnage aléatoire sera mis en place dans l'estimation des superficies céréalières.

La répartition générale des terres est présentée selon la nomenclature utilisée par la FAO (**données statistiques de 2020**) pour l'utilisation des terres (voir figure 24 et tableau12). La superficie totale de l'Algérie qui est de l'ordre de 238 millions d'ha se répartit ainsi :

- **Superficie agricole totale (S.A.T)** est de l'ordre de 41 358 millions d'ha représentant 16,5 % de la superficie territoriale, elle comprend :
 - Les pacages et parcours, terres de prairies et de pâturages permanents : elles s'étendent sur 32 841 millions d'ha et représentent 79,4 % de la S.A.T
 - Superficie Agricole Utile (S.A.U) : ce sont les terres en culture, ils s'étendent sur une surface de l'ordre de 8 517 millions d'ha, soit 20,6 % de la S.A.T
- **Terres forestières** (elles sont constituées de broussailles et de maquis) occupent une superficie de l'ordre de 1.949 million d'ha soit 1,7 % de la superficie territoriale.
- **Autres terres** : ce sont les terres non affectées à l'agriculture (dunes, terrains rocheux, couverts par les agglomérations, voies, rivières, etc....) ; elles sont estimées à 194 866 millions d'ha, elles représentent 81,8 % de la superficie territoriale¹⁸.

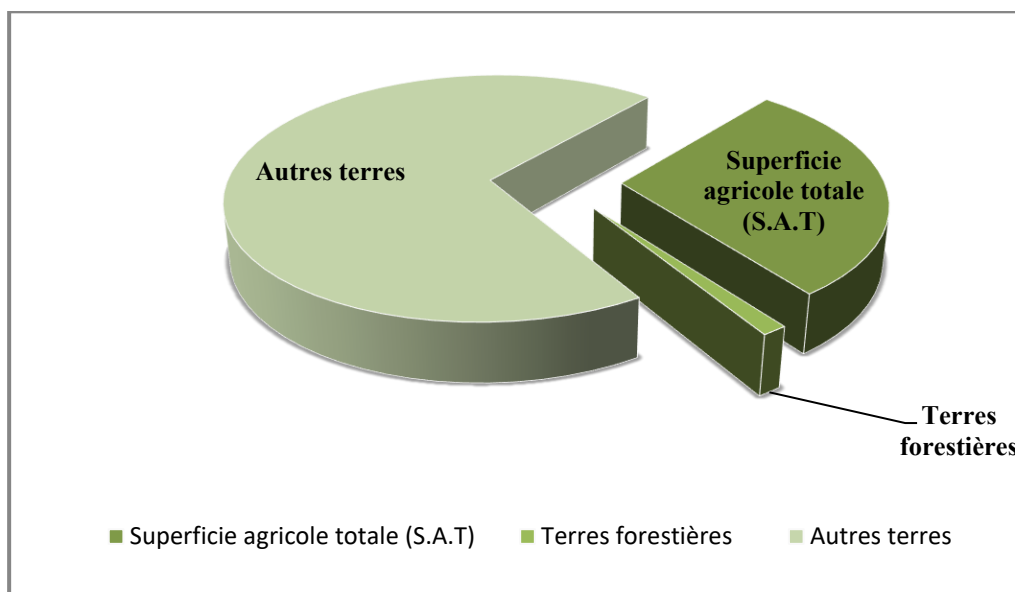


Figure 23: répartition des terres

¹⁸<https://www.fao.org/faostat/fr/#data/RL>, consulté le 01/04/2023

Tableau 12: Statistiques sur la situation des terres agricoles en Algérie

Superficies Agricole	Pacages et parcours	32 841 million hectares
	Superficies Agricole Utile	8 517 millions hectares
Superficies des terres forestières		1 949 millions hectares
Autres terres		194 866 millions hectares

4.8.2 Secteur céréalier en Algérie

Notre travail se concentre surtout sur le pôle céréalier algérien, vu qu'il occupe une position stratégique importante dans le système alimentaire et l'économie nationale.

En 2018, la production céréalière était estimée à 41,2 millions de tonnes pour une superficie de 3 385 560 ha (INRAA), selon les services statistiques de la direction des services agricoles algériens. Par l'importance des superficies occupées et par son rôle dans la sécurité alimentaire du pays, la céréaliculture occupe une place prépondérante dans la production agricole de l'Algérie(Bessaoud et al. 2019b).

4.8.3 Contexte géographique de la céréaliculture en Algérie

La céréaliculture est localisée essentiellement dans les régions semi-arides, les principales régions de production en Algérie sont (voir figure 25) :

- La zone des plaines telliennes dont la pluviométrie est comprise entre 350 et 500 mm¹⁹, mais avec une distribution irrégulière (Constantine, Bouira, Médéa, Tlemcen, Mila, Souk Ahras, AïnDefla, Chlef, Aïn Tmouchent, Relizane et Sidi Bel-Abbès).
- La zone des hauts plateaux caractérisée par une faible pluviométrie (200 — 350 mm)¹⁹: Sétif, Saïda, Oum El-Bouaghi, Bordj bouArréridj, Tiaret, Tissemsilt.
- La zone de la région littorale et sub-littorale : Centre-Est du pays à pluviométrie supérieure à 600 mm¹⁹(Tipaza, Skikda, Guelma, El Taref, Béjaïa, Tizi Ouaou et Annaba).

¹⁹ONM, 2008

- La région du sud avec les périmètres irrigués et les cultures oasiennes (Fisli et al. 2022)

La céréaliculture s'étend depuis le littoral jusqu'à la limite des Hauts-Plateaux. Limitée autrefois à une étroite bande de terre proche de la côte, elle a reculé peu à peu devant l'extension de cultures plus riches, plus appropriées à la douceur du climat : primeurs, orangeries, etc... En s'éloignant de la mer, la céréaliculture a trouvé, dans des régions plus élevées, au climat plus rude, un milieu plus en rapport avec ses besoins : c'est là, dans la dépression médiane de l'Atlas Tellien, depuis Tlemcen jusqu'à Souk-Ahras, en passant par les régions de Sidi-Bel-Abbès, de Médéa, d'Aumale, de Bordj-Bou-Arreridj et de Sétif, que se rencontrent les plus belles terres à céréales qui constituent une des plus grandes richesses de l'Algérie. Ces terres à céréales débordent jusque sur les Hauts-Plateaux où le milieu est encore favorable : le Sersou, Boghari, au Nord des Hauts-Plateaux algérois, la région de Batna, sur ceux de Constantine(Djermoun 2009).

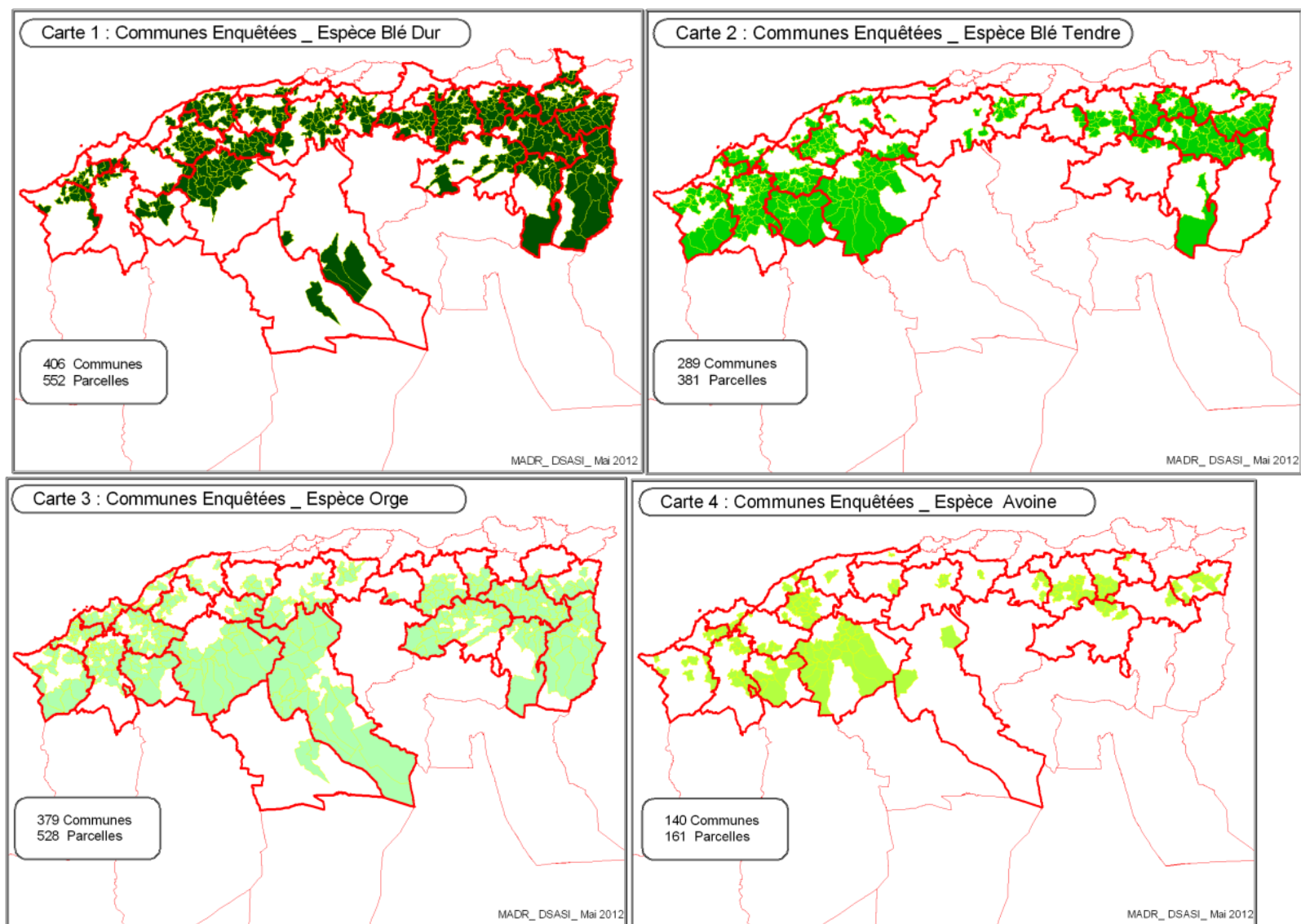


Figure 24: Statistiques sur les enquêtes effectués par le Ministère de l'Agriculture de développement agricole et de la pêche (Cartes 1, 2,3 et 4)

Nous passerons maintenant en revue les principales céréales cultivées en Algérie. Deux catégories de blé sont cultivées en Algérie (voir figure 24) : le blé dur, qui domine, et le blé tendre (Bessaoud et al. 2019b; Djermoun 2009).

- **Blé dur** : C'est par excellence une culture originaire, car il est particulièrement adapté au milieu, à la chaleur et au manque d'humidité. Première qualité de blé dur algérien, et particulièrement celles de la région de Médéa, des plateaux de Sétif et de la plaine du Chélif.
- **Blé tendre** : Contrairement au blé dur, le blé tendre est surtout une culture européenne. Les superficies, de ce fait, sont plus faibles.
- **Orge** : soit à peu près autant que blés dur et tendre réunis. Le motif de la faveur dont jouit l'orge auprès des cultivateurs réside dans sa grande rusticité et son aptitude à s'adapter à des milieux trop arides pour le blé. Elle est employée en grande partie dans l'alimentation de la population locale.
- **Avoine** : La culture de l'avoine, bien que moins importante que celle des autres céréales, n'en couvre pas moins 250.000 hectares.

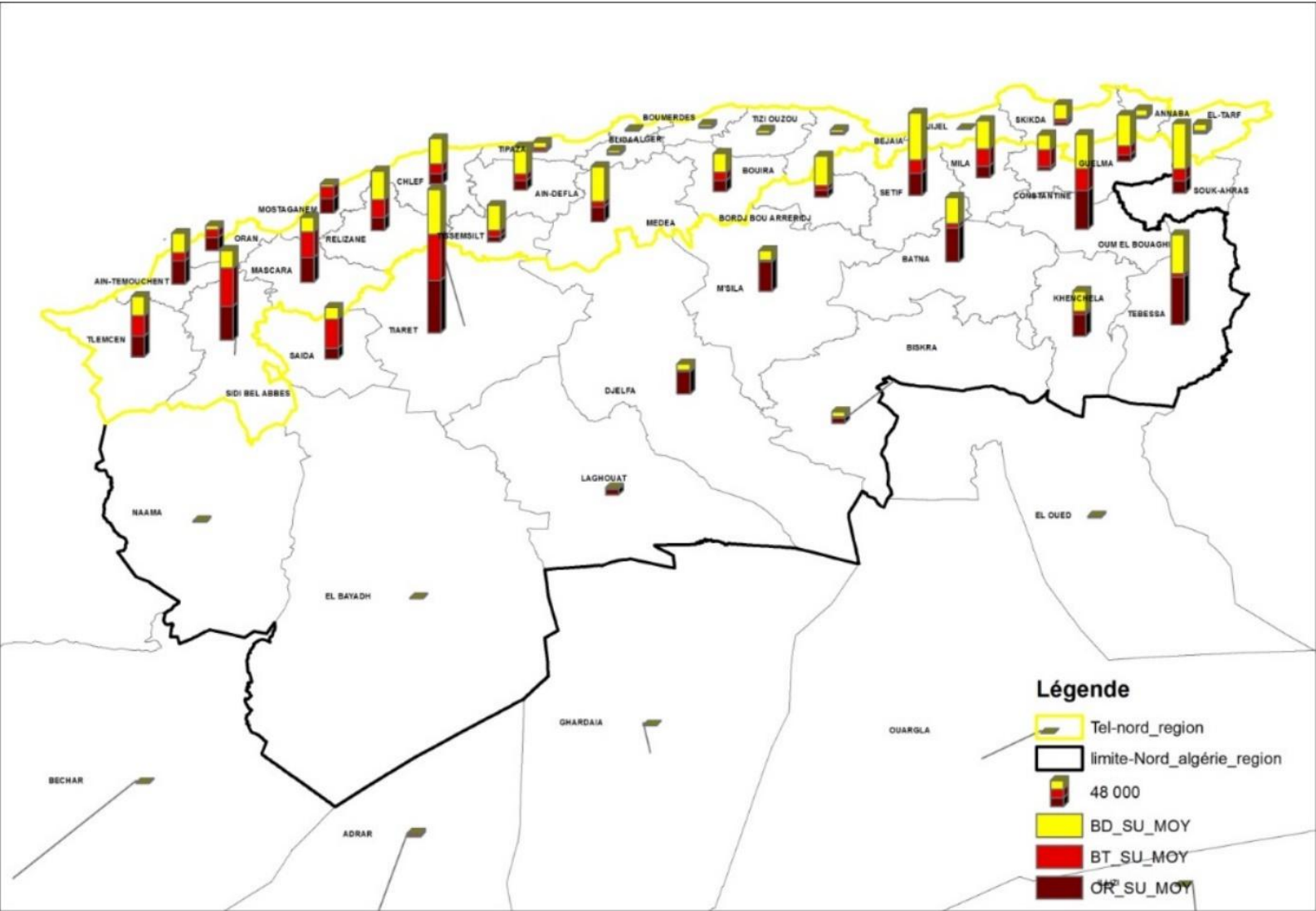


Figure 25: Répartition des surfaces céréalières par espèce dans le territoire Nord d'Algérie

4.8.4 Répartition des Terres dans la Wilaya de Sidi Bel Abbès

Les terres de Sidi Bel Abbès sont réparties de la manière suivante selon les statistiques de ministère de l'agriculture et de développement rural (MADR) :

- Superficie agricole totale (SAT) : 378 531 (ha) représentant 80 % de la surface totale de la wilaya.
- Superficie agricole utile (SAU) : 363 191 (ha) représentant 49 % de la surface de la wilaya, dont seulement 4 572 (ha) sont irrigués soit 1,28 %.
- Terres forestières : 201 795 (ha) soit 27 % de la SAT.
- Parcours : 176 882 (ha) soit 24 % de la SAT (Mansour et Touil 2024).

Selon la figure 26, entre 2000 et 2015, les surface des cultures céréalières sont restées relativement stables au niveau de la wilaya de SBA, oscillants autour de 200 000 ha, avec des légères fluctuations au fil des années. En revanche, les terres en repos ont connu une diminution remarquable, passant de 150 000 ha en 2000 a pratiquement un zéro après 2006-2007, marquant un changement significatif dans l'usage des sols. Les surfaces dédiées au végétations naturelles et vignobles restent modeste toute au long de la période, autour de 20 000 ha, avec une légère hausse des vignes en 2014, suivie par une baisse en 2015. Cette évolution reflète la vocation céréalière de la zone d'étude (figure 26).

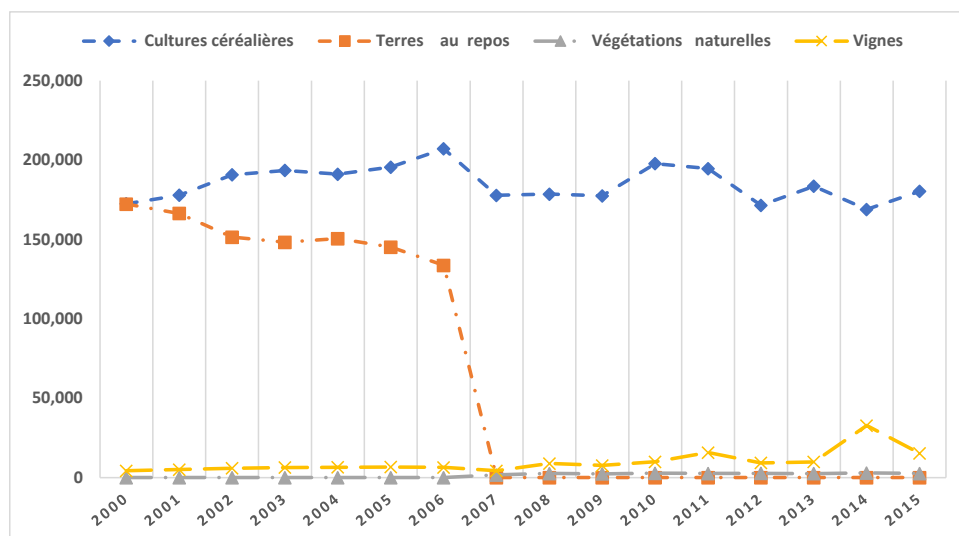


Figure 26 Répartition des surfaces agricoles des différentes cultures dans la wilaya de Sidi bel Abbès

La figure 27 représente l'évolution les surfaces occupées par l'olivier, agrumes, figuiers et espaces à noyaux entre 2000 et 2015. Les oliviers (ligne bleue pointillée) montrent une

croissance régulière tout au long de la période, passant de 3000 ha à environs 6000 ha en 2015, signe d'une expansion remarquable avec excellence dans la wilaya de SBA. Les espèces à noyaux (ligne jaune pointillée) connaissent une hausse rapide entre 2001 et 2003, atteignant environs 7000 ha, puis se stabilisent jusqu'en 2015. En revanche, les agrumes (ligne orange) et les figuiers (ligne grise) restent marginalement présents, avec des surfaces stagnantes autour de 500 ha pour les agrumes et légèrement inférieures pour les figuiers. Cette dynamique reflète une forte croissance de l'olivier et une stabilité les espaces à noyaux, tandis que les autres cultures arboricoles restent beaucoup moins significatives en termes de surface cultivées (figure 27).

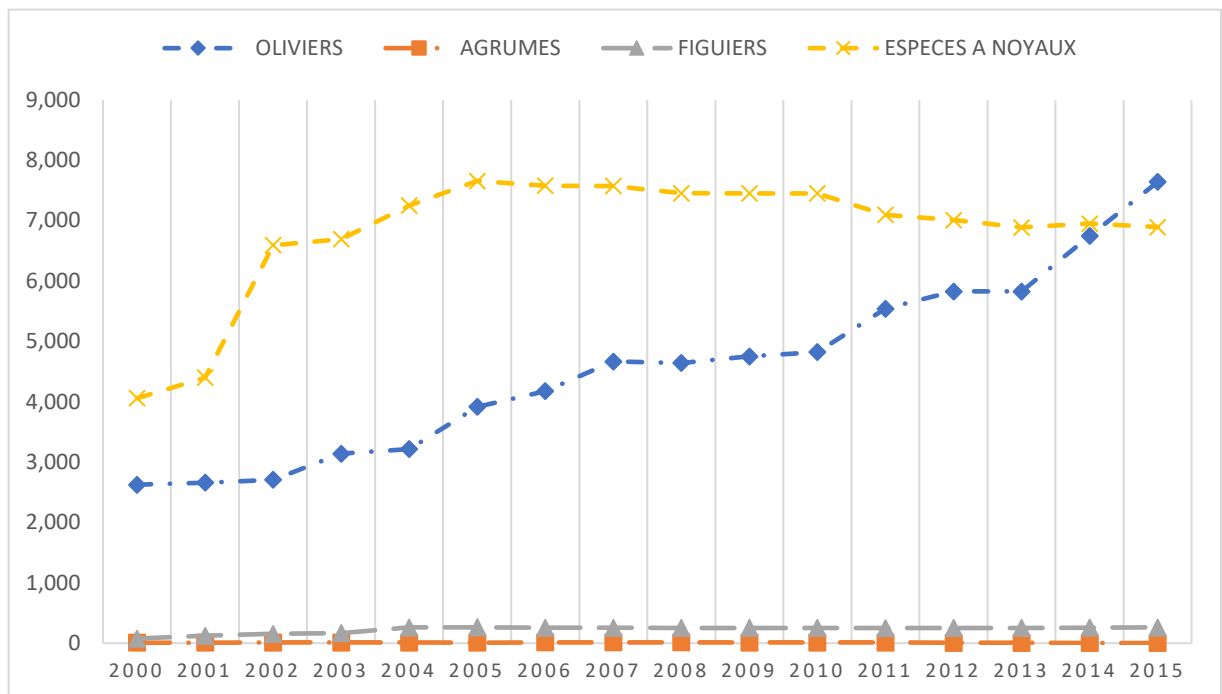


Figure 27 Répartition des surfaces destinées aux cultures arboricoles

Les communes de la wilaya présentent des superficies variées, avec des proportions d'espaces urbanisés différenciées. La commune de Sidi Bel Abbès s'étend sur 6 974 hectares, dont 2 960,6 hectares (soit 42 %) sont consacrés à des espaces urbanisés. Sidi Lahcen, avec une superficie totale de 8 892 hectares, compte 166,137 hectares d'espaces urbanisés, représentant 1,86 % de sa superficie. Amarnas occupe 9 364 hectares, avec 141,76 hectares d'espaces urbanisés, soit 1,51 %. Tilmouni, d'une superficie de 7 632 hectares, dispose de 385,3 hectares d'espaces urbanisés, soit 5,04 %. Zerouala, plus vaste avec 13 216 hectares, ne consacre que 57

hectares à des espaces urbanisés, ce qui représente 0,43 % de son territoire. Enfin, Sidi Brahim, avec ses 3 860 hectares, compte 158,55 hectares d'espaces urbanisés, soit 4,10 %. En tout, ces six communes couvrent une superficie de 49 938 hectares, dont 3 869,34 hectares (7,74 %) sont des espaces urbanisés.

Tableau 13: Statistiques sur la situation des terres agricoles dans le groupement sba

Commune	Superficie communale (ha)	Superficie espace urbanisé (ha)	Superficie espace urbanisé ACL (%)
Sidi bel abbès	6 974	2 960,6	42
Sidi lahcen	8 892	166,137	1.86
Amarnas	9 364	141,76	1.51
Tilmouni	7 632	385,3	5.04
Zerouala	13 216	57	0.43
Sidi brahim	3 860	158,55	4.10
Total	49 938	3 869.34	7.74

Source : Révision PDAU 2024 (direction d'urbanisme, Oct 2023)

5 Situation du stock foncier agricole périurbain dans le cadre de la révision de PDAU

Le potentiel agricole des communes de la wilaya se répartit de la manière suivante : Sidi Bel Abbès possède 5 223 hectares de surface agricole utile, Sidi Lahcen 9 223 hectares, Amarnas 4 321 hectares, Tilmouni 6 686 hectares, Zerouala 9 305 hectares, et Sidi Brahim 3 576 hectares. En tout, la superficie agricole utile s'élève à un total de 38 334 hectares. Cependant, cette superficie est considérée comme relativement faible, ne représentant que 13 % de la superficie totale des terres agricoles du groupement. Les cultures irriguées couvrent 16 % de la superficie totale du territoire, soulignant un besoin de développement agricole plus intensif dans la wilaya.

5.1.1 Potentiel agricole menacé par l'urbanisation

La majorité des terres dans la wilaya de Sidi Bel Abbès sont destinées à l'agriculture par une diversité des cultures en particulier : les céréales, vergers, plantations fruitières et les maraîchages. Selon la révision du PDAU de 2024, le stock foncier agricole des communes de groupement SBA présente des disparités importantes. La commune de Zeroula détient la plus grande surface agricole utile (SAU) avec 9305 ha, suivie de près par sidi Lahcen avec 9223 ha. Sidi Bel Abbès bien que capitale régionale, dispose d'une superficie agricole la plus restreinte avec 5223 ha. Tilmouni et Amarnans présentent des surfaces intermédiaires, respectivement de

6686 ha et 4321 ha, tandis que Sidi brahim a la plus petite SAU avec 3576 ha. Ces chiffres révèlent une distribution inégale en termes de la SAU, ce qui pourrait influencer la dynamique de développement agricole et les priorités d'aménagement de chaque commune (tableau 14).

Tableau 14: Statistiques sur surfaces agricoles utiles dans le groupement sba

Commune	Surface agricole utile (ha)
Sidi bel abbès	5 223,00
Sidi lahcen	9 223,00
Amarnas	4 321,00
Tilmouni	6 686,00
Zerouala	9 305,00
Sidi brahim	3 576,00

Source : Révision PDAU 2024 (direction d'urbanisme, Oct 2023)

5.1.2 Analyse du stock foncier et des Superficies Dégagées pour l'urbanisation

L'analyse des périmètres d'urbanisation des communes du groupement ainsi que des superficies dégagées et leur utilisation met en lumière les dynamiques de croissance urbaine et de développement territorial. Nous allons structurer cette analyse en trois parties principales : l'expansion des périmètres d'urbanisation, l'exploitation des superficies dégagées, et les implications démographiques et économiques. Ces informations proviennent des tableaux concernant les périmètres anciens et nouveaux ainsi que les superficies POS (Plans d'Occupation des Sols) et les superficies utiles.

5.1.3 1. Expansion des Périmètres d'Urbanisation

Les périmètres d'urbanisation des communes du groupement ont subi des augmentations importantes dans toutes les zones. Cela reflète un processus d'urbanisation rapide qui peut être motivé par plusieurs facteurs tels que la croissance démographique, des projets de développement économique, ou encore des politiques de réaménagement du territoire (tableau 15).

A. Sidi Bel Abbès (tableau 15)

Ancien périmètre : 2951.9 ha

Nouveau périmètre : 4083 ha

Augmentation : 1131.1 ha (+38.29 %)

L'expansion modérée de Sidi Bel Abbès témoigne d'une urbanisation mesurée mais constante. Avec une augmentation de près de 40 %, cette expansion est probablement en phase avec une croissance démographique modérée et une modernisation urbaine. La commune, étant déjà bien développée, continue à se transformer pour répondre aux besoins d'une population croissante (tableau 15, Figure 29).

Tableau 15: Périmètres d'urbanisation du groupement

Commune	Ancien périmètre (ha)	Nouveau périmètre (ha)
Sidi bel abbès		
ACL	2951.9	4083
Total Sidi bel abbès (ha)	2951.9	4083
Sidi lahcen		
ACL	261	638.68
Djouaher	27.07	86.08
Das belahcen 01	/	9.58
Das belahcen 02	/	7.54
Das mansour	/	15.96
Total sidi lahcen (ha)	288.07	757.84
Sidi Brahim +Boubarnas		
Sidi Brahim +Boubarnas	179	534.88
Total Sidi Brahim +Boubarnas (ha)	179	534.88
Amarnas		
ACL	/	450.73
Bellouladi	143	274.96
D hlalcha		108.09
Touaita VSA	23	/
D Touaita	26	474.82
Total Amarnas (ha)	192	1308.6
Tilmoun		
ACL	276	585.2
Ouled safi	/	400
Ouled larbi	103.85	392
Mhadid	50.68	103
Total Tilmoun (ha)	430.53	1480.2
Zerouala		
ACL	94.5	159.6
Louza	15.9	82
Total Zerouala (ha)	110.4	241.6
Total superficie Utiles (ha)	4151.9	8406.12

Source : révision récente de PDAU (2024)

B. Sidi Lahcen (tableau 15, Figure 28) Ancien périmètre : 288.07 ha

Nouveau périmètre : 757.84 ha

Augmentation : 469.77 ha (+163.08 %)

L'augmentation de plus de 160 % du périmètre d'urbanisation de Sidi Lahcen est significative. Elle révèle une volonté d'accompagner une croissance rapide de la population ou d'encourager le développement de nouvelles zones résidentielles. L'ajout de nouvelles zones comme Djouaher et Das Belahcen montre que la commune se prépare à accueillir de nouvelles infrastructures publiques et privées.

C. Sidi Brahim + Boubarnas (tableau 15, Figure 28)

Ancien périmètre : 179 ha

Nouveau périmètre : 534.88 ha

Augmentation : 355.88 ha (+198.26 %)

Cette quasi-triplication du périmètre montre un processus de développement urbain agressif. Il est probable que cette expansion soit liée à des projets d'aménagement importants visant à créer de nouveaux quartiers résidentiels ou à développer des zones économiques spécifiques.

D. Amarnas (tableau 15, Figure 28)

Ancien périmètre : 192 ha

Nouveau périmètre : 1308.6 ha

Augmentation : 1116.6 ha (+581.56 %)

Amarnas a vu son périmètre urbanisé multiplié par six, ce qui est l'augmentation la plus importante parmi toutes les communes. Cette expansion massive indique probablement des projets de développement stratégique dans cette wilaya, peut-être liés à l'industrialisation ou à des projets résidentiels à grande échelle.

E. Tilmouni (tableau 15, Figure 28)

Ancien périmètre : 430.53 ha

Nouveau périmètre : 1480.2 ha

Augmentation : 1049.67 ha (+243.87 %) (tableau 15, Figure 28)

Tilmouni connaît également une augmentation importante de ses périmètres d'urbanisation, avec une multiplication par plus de trois. Cette expansion rapide semble viser à désengorger d'autres zones urbaines en créant de nouvelles zones résidentielles ou en renforçant l'économie locale par de nouveaux développements.

F. Zerouala (tableau 15, Figure 29)

Ancien périmètre : 110.4 ha

Nouveau périmètre : 241.6 ha

Augmentation : 131.2 ha (+118.76 %)

Zerouala, avec une augmentation modérée de 119 %, suit une croissance plus mesurée. Cette expansion pourrait être liée à un développement progressif de la commune avec un accent sur l'amélioration des infrastructures existantes (tableau 15, Figure 28).

5.1.4 Exploitation des Superficies Dégagées

Le tableau des superficies dégagées (POS) et des superficies utiles montre comment les communes utilisent les terrains dégagés pour l'urbanisation. En comparant ces chiffres avec les périmètres d'urbanisation, on peut évaluer l'efficacité de l'utilisation des terrains pour l'aménagement urbain (tableau 15, Figure 28).

A. Taux d'utilisation des superficies dégagées

Le taux d'utilisation des superficies POS varie selon les communes, ce qui permet d'évaluer l'efficacité de la planification urbaine.

Sidi Bel Abbès : 79.21 % des terrains dégagés sont utiles. Cette utilisation modérée peut signaler que certains terrains ne sont pas encore adaptés pour un développement immédiat.

Sidi Lahcen : 91.37 % de taux d'utilisation, un signe d'optimisation des terrains dégagés, indiquant que presque tout le terrain dégagé est utilisé pour des projets urbains.

Sidi Brahim + Boubarnas : 88.56 %, un taux élevé qui montre une bonne planification.

Amarnas : 87.64 %, un taux élevé reflétant l'utilisation importante des nouvelles zones dégagées, probablement pour soutenir la croissance rapide.

Tilmouni : 85.34 %, une utilisation satisfaisante qui accompagne la forte expansion observée.

Zerouala : 94.15 %, le taux d'utilisation le plus élevé, témoignant d'une optimisation maximale des surfaces urbanisables.

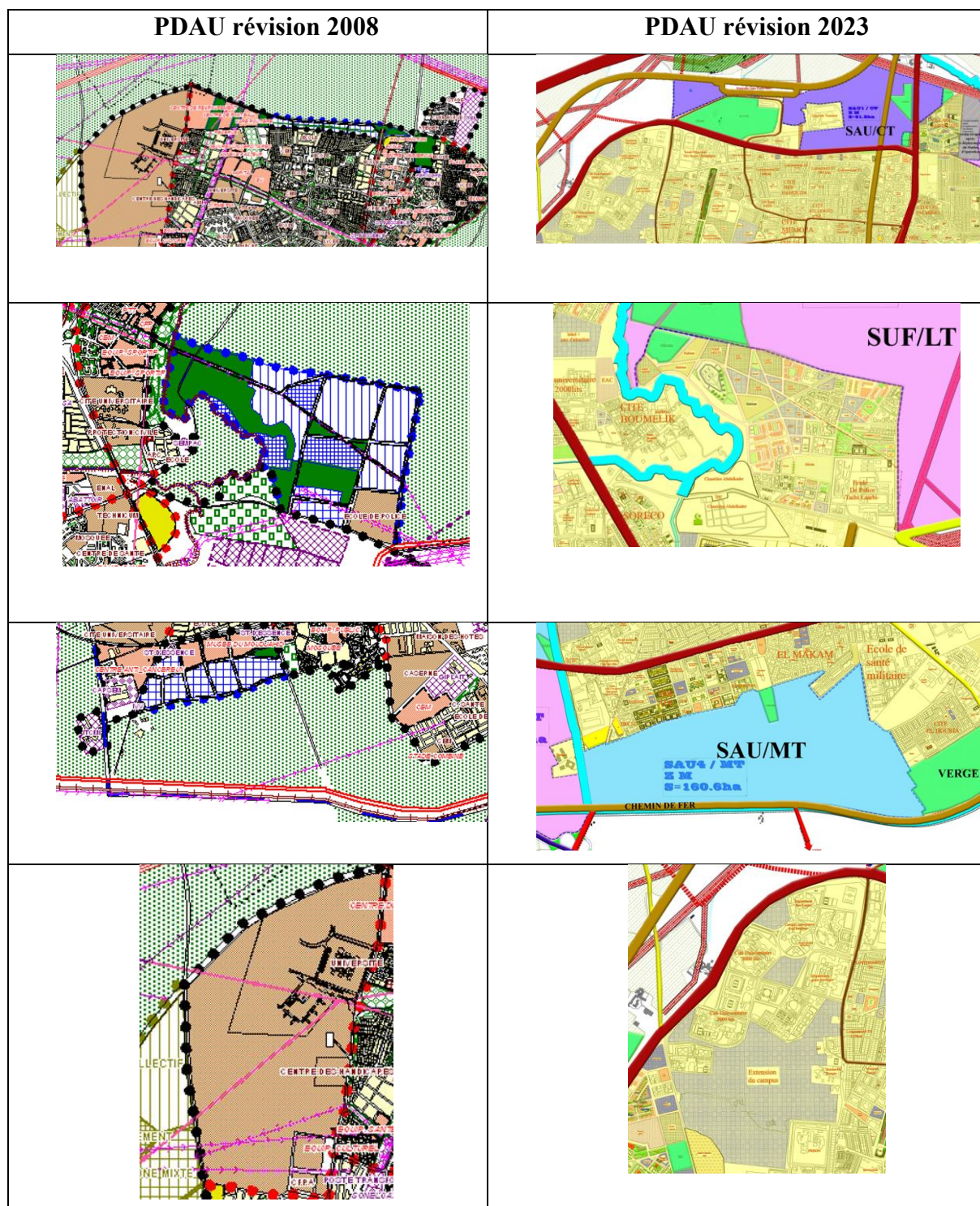


Figure 28 Evolution des poches urbaines destinées à l'urbanisation entre 2008 et 2024 (analyse entre deux PDAU)

5.1.5 Superficie utile totale

Au total, sur les 5047.43 ha dégagés, 4331 ha sont jugés utiles, soit un taux d'utilisation global de 85.82 %. Cela montre une bonne gestion des terrains dans l'ensemble du groupement, avec un large pourcentage des terrains dégagés effectivement utilisés pour l'urbanisation et les infrastructures publiques (tableau 15, Figure 28).

6 Conclusion

Ce chapitre a permis de dresser un état des lieux précis des conditions géographiques, climatiques, naturelles, et agricoles de la zone étudiée. En analysant ces différents facteurs, il est possible d'évaluer le potentiel agricole de la wilaya et de comprendre les dynamiques qui soutiennent ou limitent cette activité. Les conditions climatiques et édaphiques favorables, combinées à une richesse agricole, confèrent à la wilaya de sidi bel abbès un potentiel considérable pour le développement agricole durable. Toutefois, il est également crucial de prendre en compte les menaces qui pèsent sur ce potentiel, notamment l'étalement urbain, qui sera abordé dans la prochaine partie. L'objectif sera alors de mesurer l'impact de ce phénomène sur les terres agricoles et d'évaluer les stratégies possibles pour concilier développement urbain et préservation des stock fonciers.

4. Conclusion de la première partie

Cette première partie dédiée à l'état de l'art et à la revue des travaux scientifiques en lien avec le contexte de notre thèse a permis de reconduire certains éléments et d'identifier les aspects insuffisamment traités dans la littérature. Cette analyse critique nous a permis de mieux orienter le processus méthodologique à venir. L'objectif principal était de comprendre le cadre géographique dans lequel s'inscrivent les activités humaines, en particulier l'agriculture en tenant compte des potentialités et des contraintes. Cela est essentiel pour assurer la durabilité de cette activité dans un contexte marqué par les menaces et les changements qui pèsent sur les ressources agricoles à des échelles et des étendues bien définies.

L'ensemble des éléments analysés dans cette première partie a permis de dresser un portrait global mais précis de la wilaya de Sidi Bel Abbès, territoire de l'intérieur ouest algérien au potentiel agricole indéniable, aujourd'hui soumis à des dynamiques territoriales à enjeux multiples. Ce territoire, bien qu'appartenant à la zone nord-ouest du pays, se caractérise par une vocation agricole affirmée, en particulier dans les zones rurales qui dominent encore largement la configuration spatiale de la wilaya (plus de 33 communes à caractère rural sur un total de 52). Ce caractère agricole est renforcé par des conditions naturelles contrastées, entre topographie modérée, disponibilité foncière, et un climat-aride défavorable à certaines cultures extensives comme les céréales.

Cependant, ce potentiel est progressivement mis à mal par l'avancée continue de l'urbanisation, qui transforme les périphéries agricoles en zones d'expansion urbaine. L'étude de l'évolution démographique et des densités de population a clairement montré que la ville de Sidi Bel Abbès, pôle urbain principal, exerce une attraction croissante, traduite par une extension spatiale de plus en plus marquée. Le processus d'urbanisation s'est d'ailleurs accéléré au cours des dernières décennies, comme en témoignent les transformations observées entre les recensements de 1998 et 2008, et la modification de la structure des agglomérations au sein de la wilaya.

Un élément particulièrement révélateur de cette dynamique est l'analyse du stock foncier communal, telle qu'elle ressort des deux études de révision du PDAU. Ces documents d'urbanisme ont montré que la quasi-totalité des assiettes foncières projetées pour l'expansion urbaine a été effectivement consommée. Au-delà de cette saturation des réserves foncières prévues, l'étude a révélé des pressions persistantes et non maîtrisées sur les terres restantes,

notamment agricoles, qui se trouvent en première ligne face à l'étalement urbain. Cette situation met en évidence la faiblesse de la planification actuelle pour préserver les espaces agricoles stratégiques, ainsi que les limites des instruments d'urbanisme à anticiper ou encadrer ces transformations.

Ce diagnostic appelle à un changement de regard sur les dynamiques territoriales à l'œuvre. Si l'approche classique fondée sur les documents statistiques et les plans d'aménagement reste fondamentale, elle trouve aujourd'hui ses limites faces à la rapidité et la complexité des mutations l'espace. Il devient donc impératif d'explorer des outils d'observation plus réactifs, plus continus dans le temps, et spatialement explicites, capables de documenter l'évolution réelle du territoire.

C'est dans cette optique que s'inscrit la suite de ce travail, qui mobilisera les outils de la géomatique pour analyser les changements d'usage du sol, cartographier l'évolution des surfaces bâties et agricoles, et identifier les zones les plus touchées par les transformations. Ces outils permettront de croiser les logiques d'urbanisation et les dynamiques agricoles, en dépassant les constats ponctuels pour rentrer dans une lecture diachronique, quantitative et géographiquement claire. Ils contribueront ainsi à éclairer les analyses à venir en matière d'aménagement du territoire et de protection des ressources agricoles, dans une ville où les équilibres entre la ville et la campagne sont de plus en plus fragiles.

Partie 2

Les effets de la ville sur l'espace agricole périurbain

1. Introduction

La partie précédente a donné une définition du cadre thématique et conceptuel de notre recherche et de présenter l'objet de l'étude. Le but de la présente partie est d'exposer les informations collectées et l'approche méthodologique adoptées pour cette étude. La principale source donnée est constituée d'images satellitaires (la série Landsat (5,7 et 8) ; Sentinel-2 MNT SRTM, et NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER) | Data Access Viewer (DAV)), ainsi que de données vectorielles de la zone d'étude, ainsi que de cartes géologiques, géomorphologies et de l'occupation du sol de la wilaya de Sidi bel abbès.

Le processus méthodologique implique des analyses multi-échelles, multi-capteurs et multicritères des images satellites. Cela permis de : dresser une carte de l'occupation et de des sols (Landsat à 30 mètres) en utilisant une classification supervisée des images satellitaires ; analyser l'évolution multi temporelle de l'occupation des sols entre 1987 et 2019 ; analyser les variations par croisement spatiale des changements par croisement spatiales entre l'expansion urbaine et les différentes classes d'occupation du sol (intégration des résultats des traitements d'images dans un SIG) et statistiques.

Dans la présentation de la méthodologie, une analyse critique à travers le temps de l'utilisation de la télédétection pour caractériser l'impact de l'urbanisation sur les terres agricoles est apportée. L'objectifs et les méthodes d'utilisation de la télédétection dans les études des milieux périurbains sont l'objet de cette lecture. L'objectif est de mettre en évidence les capacités de la télédétection à s'ajuster aux objectifs de recherche et à faciliter une telle investigation. L'intérêt de cette analyse réside dans sa capacité à préciser de manière indirecte les raisons qui ont conduit à l'utilisation de la télédétection comme outils d'analyse.

Le premier chapitre, nous examinons l'état de l'art de l'utilisation de la télédétection dans l'étude des espaces périurbains (objectifs et méthodes). La deuxième partie de ce chapitre, nous aborderons la description de toutes données utilisées pour cette étude, à hautes résolution (Landsat et Sentinel-2). Nous expliquerons également les différentes étapes de la démarche méthodologique de cette thèse : cartographie, analyse de l'occupation des sols et caractériser l'expansion urbaine et son influence sur l'agriculture périurbaine, en mettant l'accent sur la reconnaissance de la typologie des consommations des terres par le bâti (de 1987 à 2019), cette contribution a grandement contribué à la compréhension de cette dynamique urbaine autant qu'un élément essentiel dans l'état de notre connaissance.

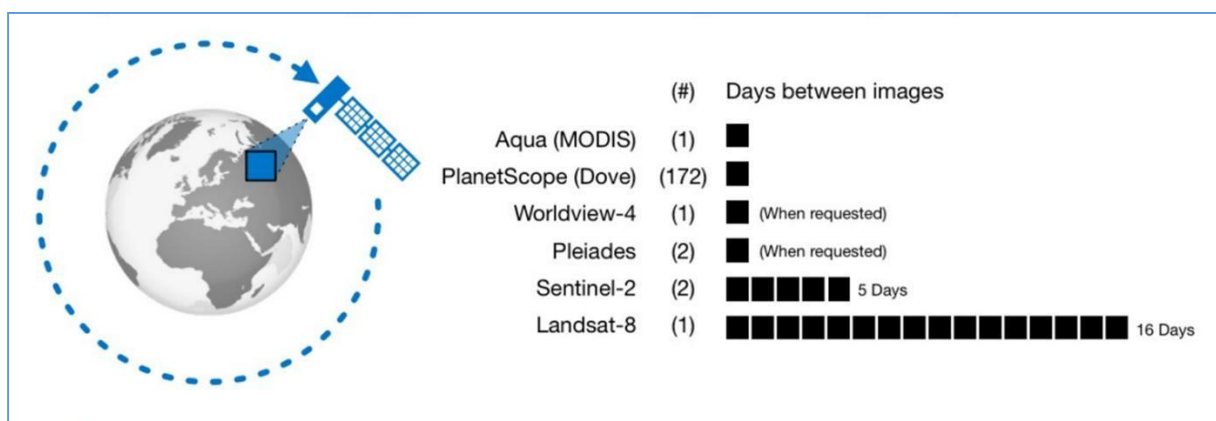
Chapitre I

**Données,
méthodes et les outils de base pour la
caractérisation de l'évolution de l'agriculture
périurbaine**

1 Les données géographiques : contexte et disponibilité

Il est intéressant d'utiliser des images satellites de bonne résolution pour analyser l'étalement urbain dans un contexte de prélèvement des terres agricoles, comme le cas de la wilaya de Sidi Bel Abbès, afin de caractériser et analyser les changements des modes d'occupation du sol par rapport aux nouvelles extensions. La cartographie de l'occupation des sols (agriculture, bâti urbain, forêt, plan d'eau...) aux échelles plus fines nécessite également des images de haute résolution (Landsat, sentinel2A)

L'acquisition des images satellites se fait de manière périodiquement par la répétition des prises de vue par les capteurs. Cette caractéristique utilise la résolution temporelle des capteurs et définit, en fonction de la latitude, de la largeur de la fauchée, et de la zone de chevauchement, la fréquence de revisite (au nadir) d'un satellite pour un emplacement donné. La répétition des prises de vues permet créer des archives d'images. Néanmoins, pour les capteurs optiques, les conditions météorologiques (en particulier la couverture nuageuse) modifient la résolution temporelle et rendent impossible l'utilisation de certaines images pendant les périodes pluie en particulier. Dans ce contexte, la résolution temporelle joue un rôle très important dans une étude de suivi multi-temporel des changements, qui requiert des images prises à différentes périodes (voir figure 29).

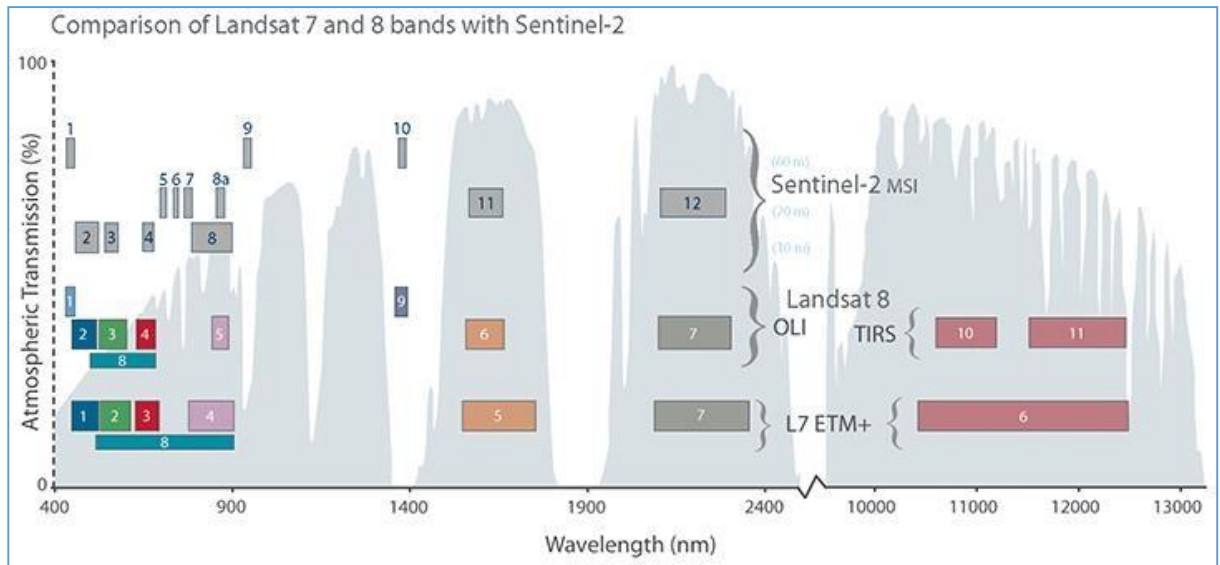


Source : (Giuliani et al. 2019)

Figure 29: Fréquence temporelle des différents satellites d'observation de la terre

Les capteurs ont la capacité de distinguer des courtes fenêtres de longueurs, ce qui détermine la résolution spectrale (figure 30). Les données hyper spectrales Hypérion (242 bandes) présentent résolution spectrale supérieure que celles des images Sentinel-2 (13 bandes multi spectrales) et

celle des images Pléiades ou Quickbird-2 (4 bandes multi spectrales). Lorsque cette résolution est élevée, l'écart de longueur d'onde est serré et proche, et les images obtenues procurent des signatures spectrales précises des objets, ce qui permet de les distinguer facilement (Dusseux, 2014). Ainsi, les données provenant des capteurs tels que Landsat (7 à 11 bandes) ou Sentinel-2 (13 bandes) sont ajustées afin de distinguer les objets d'occupation du sol et les cartographier dans un environnement irrégulier tel que notre terrain de recherche (voir figures 30, 31).



Source : <https://www.usgs.gov/media/images/comparison-landsat-7-and-8-bands-sentinel-2>

Figure 30: Résolutions spectrales des capteurs Sentinel-2 et Landsat 7 et 8

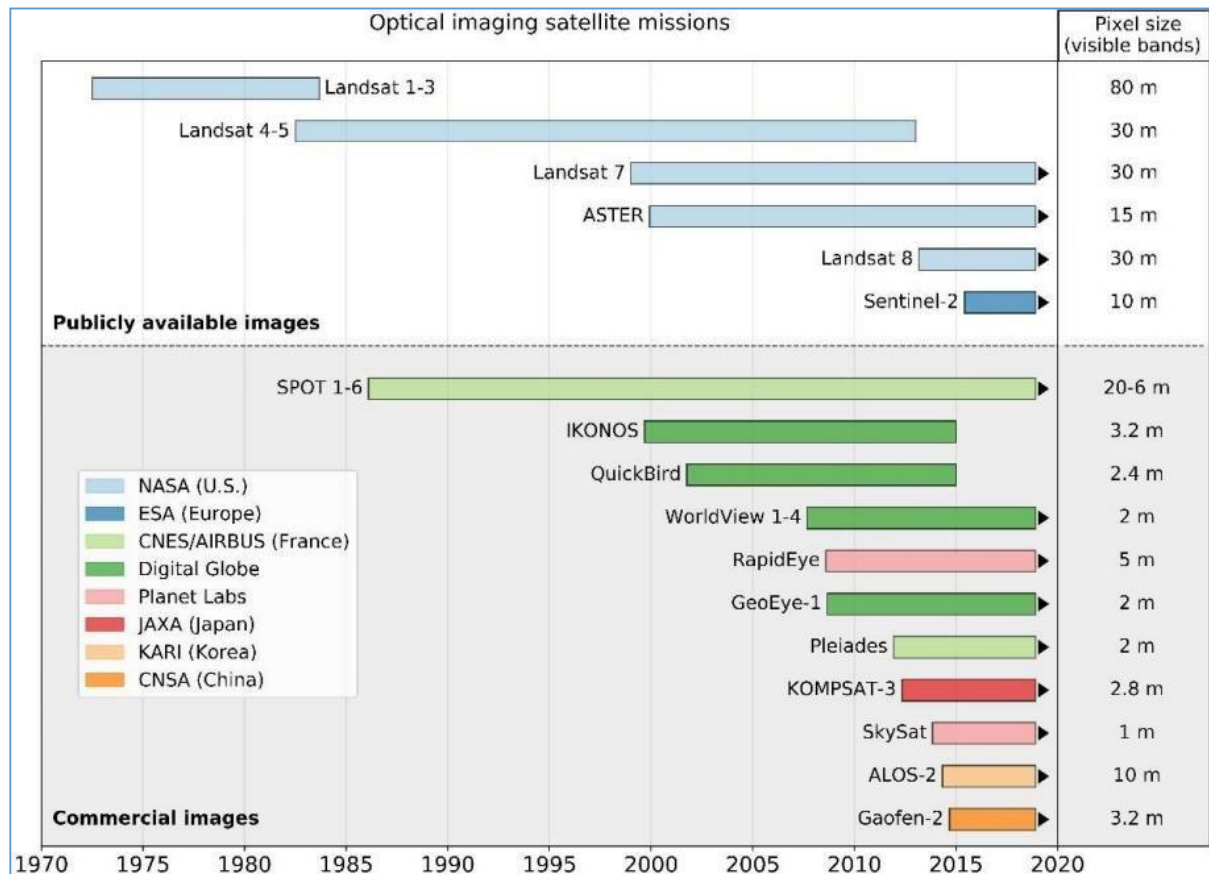


Figure 31 : Evolution de l'offre en satellites spatiaux optiques. (Sources (Vos et al. 2019))

1.1.1 Les images optiques multi spectrales Sentinel-2

Les images Landsat se complètent par celle du capteur Sentinel-2 (figure 33) qui offrent une résolution spatiale plus élevée (10 m), spectrale (13 bandes) et temporelle plus élevée (5 jours). Ces images optiques multi spectrales sont en libre accès, offrent une qualité géométrique intéressante et permettent notamment des études de cartographie de l'occupation du sol plus avancées (ESA Standard Document, 2015). Dans cette étude, ces données ont été utilisés pour la cartographie du bâti, les zone agricoles ou/et céréalières en périphérie de la ville de SBA.

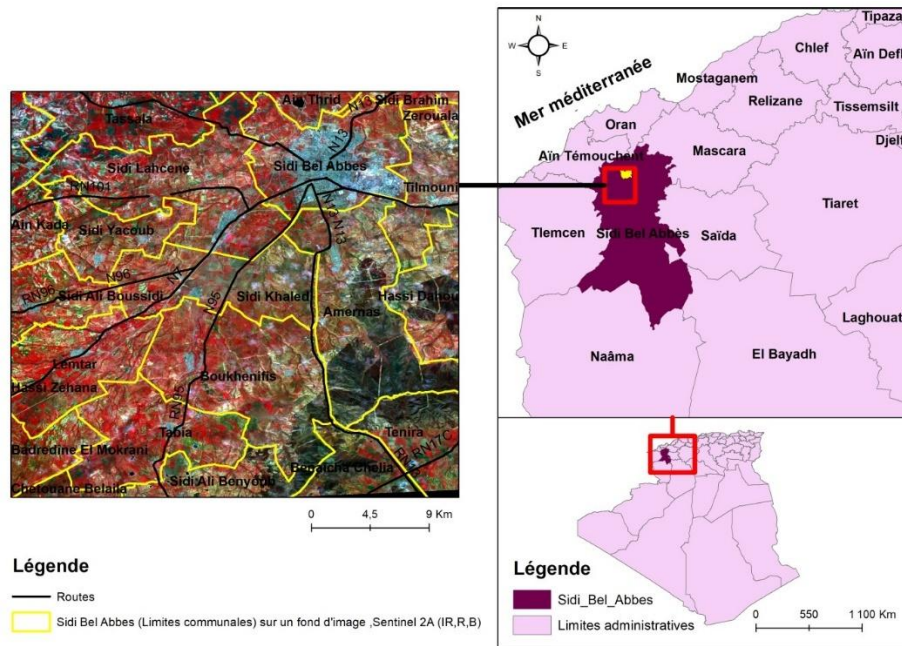


Figure 32: Couverture terrestre des scènes Sentinel-2.

Tableau 16: Caractéristiques des scènes du capteur Sentinel-2.

Capteur Sentinel-2 L1C	Résolution spatiale	N° Bande	Nom de bande	Longueur d'onde (µm)
Date d'acquisition des images utilisées : Avril 2017 Septembre 2018 Projection : UTM, WGS84_zone 33N	10 m	B02	BLUE	0,458-0,523 µm
		B03	GREEN	0,543-0,578 µm
		B04	RED	0,650-0,680 µm
		B08	NIR	0,785-0,900 µm
		B05	Red Edge 1	0,698-0,713 µm
	20 m	B06	Red Edge 2	0,734-0,748 µm
		B07	Red Edge 3	0,765-0,785 µm
		B08A	Red Edge 4	0,855-0,875 µm
		B11	SWIR 1	1,565-1,655 µm
		B12	SWIR2	2,100-2,280 µm
		B01	Aerossol	0,433-0,453 µm
	60 m	B09	Water Vapor	0,930-0,950 µm
		B10	Cirrus	1,365-1,385 µm

Sources : (ESA Standard Document, 2015)

1.2 Source des données et prétraitement

Les données des satellites Landsat ont été choisies comme source de données. Ici, un flux de travail complet est développé pour la classification urbaine et la détection de changements. Les procédures de prétraitement sont brièvement énumérées pour créer des données prêtes à l'analyse pour la correction atmosphérique/radiométrique et la préparation des échantillons (ROI). Des images composites en couleur ont été utilisées pour identifier différents types de classes d'occupation du sol (urbaines/non urbaines). De plus, l'un des principaux défis est la création d'une mosaïque sans nuages, ce qui est réalisé par la détection des nuages au niveau des pixels et la combinaison d'images multi-temporelles sur de courtes périodes. (Schmitt et al. 2019). Les données de réflectance en haut de l'atmosphère de Landsat, ainsi que toutes les bandes spectrales, ont été utilisées comme indiqué dans le Tableau 17, qui sont collectées au cours des différentes saisons (voir figure 33).

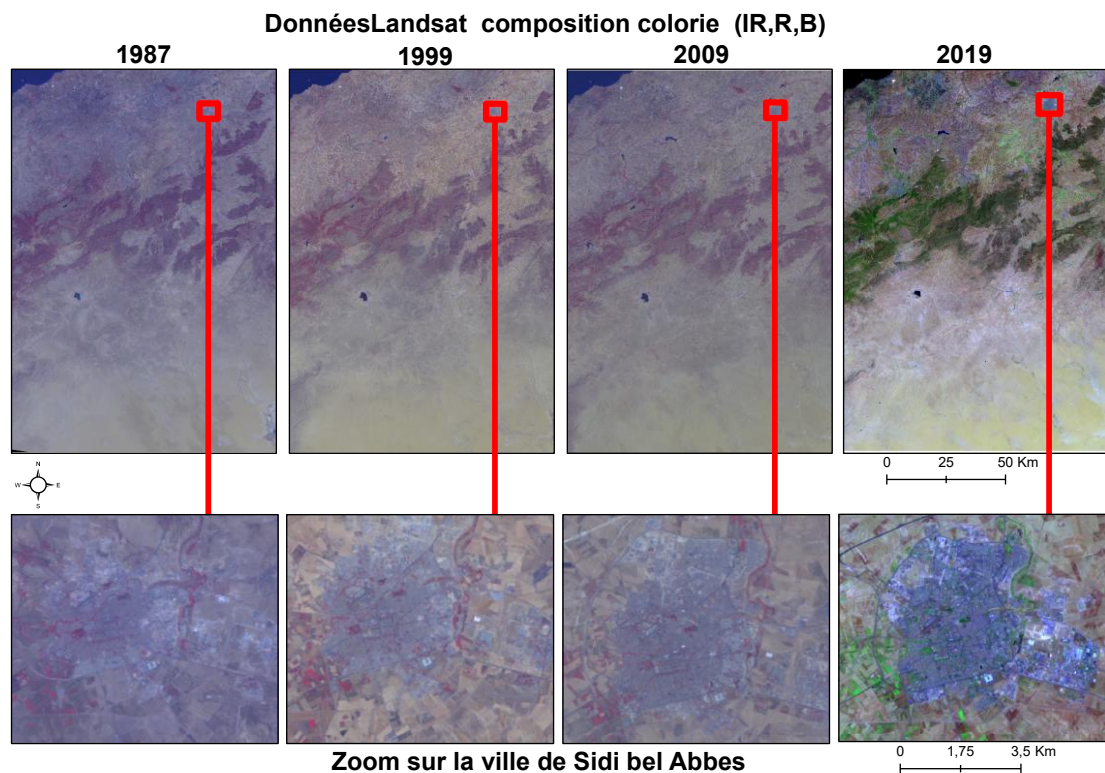


Figure 33: Couverture terrestre des scènes Landsat

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

scènes associées à chaque période sont empilées. En utilisant ce cube de données, la moyenne, la médiane et l'écart type (équations 1, 2, 3) ont été calculés.

$$Moyenne = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

$$médiane = \left(\frac{n+1}{2} \right)^{th} \text{ Observation} \quad (2(\text{Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023a}))$$

$$\text{standard déviation} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (3)$$

Pour détecter la couverture nuageuse, les images Landsat ont été corrigées sur le plan atmosphérique, puis les nuages sont masqués à l'aide d'un cadre open-source. (Hostert et al. 2015) où toutes les bandes ont été utilisées pour l'analyse ultérieure. La résolution spatiale originale de 30 m a été choisie pour éviter la perte d'information causée par le pan-sharpening(Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023b).

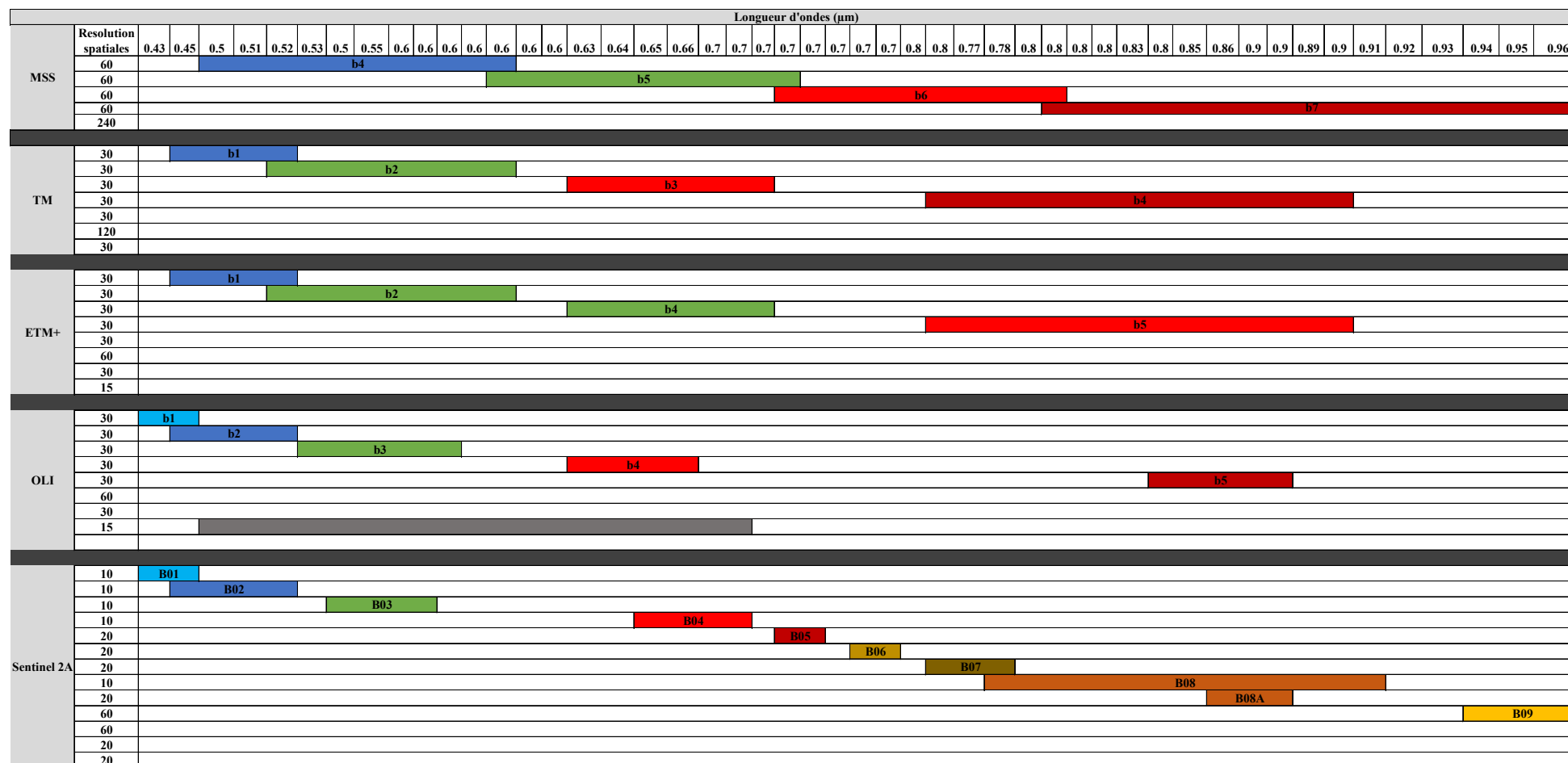


Figure 35: Synthèse des caractéristiques des images utilisées.

1.4 Informations supplémentaires requises pour l'étude

Ces informations viennent s'ajouter à celles qui permettent d'étudier les cartes occupations des sols. Grace à ces informations, nous pouvant enrichir les données sur la géomorphologie la possibilité de compléter les données concernant la géomorphologie de terrain (Modèle Numérique de Terrain) et les combiner avec des résultats des traitements d'images pour analyser les modifications survenues sur les objets d'occupation des sols.

1.4.1 Les données climatiques depuis NASA

L'utilisation des données climatiques nous permet de suivre et d'analyser l'évolution de la pluviométrie et de la température, elles sont également utilisées pour la prédiction de l'occupation des sols. Calculées entre 1984 et 2020 à l'échelle planétaire, ces données représentent les valeurs moyennes mensuelles de précipitations ; des températures minimales, moyennes et maximales ; du rayonnement solaire ; de la pression de la vapeur d'eau et enfin de la vitesse du vent (Fick et Hijmans, 2017). Elles sont produites sous formes tableaux « csv ». Ces données ont été complétées par des observations satellitaires VIA le site NASA pour pallier l'absence de relevés climatiques de la zone d'étude.

Les informations climatiques in situ de la station météorologique la plus proche, celle de Sidi Bel Abbès, sont utilisées. Nous les utilisons pour relier les divers changements observés à l'évolution du climat. Ce sont les données mensuelles de la pluviométrie, des températures maximales et minimales, de l'évapotranspiration, de la vitesse du vent à 10 mètres au-dessus du sol, des moyennes maximales et minimales de l'humidité relative de l'air et de la durée d'ensoleillement entre 2000 et 2015.

1.4.2 Le modèle numérique de terrain (MNT)

Le modèle numérique de terrain est le moyen le plus facile pour visualiser la topographie de la zone d'étude. Nous avons utilisé la troisième version de l'ASTER GDEM à 30x30 mètres de résolution spatiale disponible depuis 2011, il s'agit des images sont disponibles en pixels de 1 degré sur 1 degré avec les altitudes en mètre et disponible sur la plateforme de l'USGS. Chaque de ces images est accompagnée un « DEM » qui correspond aux valeurs d'élévation.

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

1.4.3 Cartographies existantes de l'occupation des surfaces

a. - Les données auxiliaires

Les résultats de recherche menés par l'INSID (Institut nationale des sols, de l'irrigation et de drainage), à l'échelle de la wilaya de Sidi bel abbès sont utilisés comme un outil cartographique de base pour le choix des échantillons. Les cartes réalisées à l'échelle 1/200 000 sont également une autre source, car elles représentent la géomorphologie des sols, les potentialités des sols et terroirs agricoles, ainsi que la géologie. Elles nous permettent ici d'expliquer le contexte géographique de la wilaya de sidi bel abbès en fonction du type végétation, de la nature des sols et de leurs caractéristiques physiques, et en fonction d'usage agronomiques des espaces.

b. Les données vectorielles de limitation de la zone d'étude (INCT)

L'utilisation principale des données vectorielles dans cette recherche est de type polygones, polylines et ponctuelles. Grace à ces informations, nous pouvons découper les images satellitaires, calculer la surface correspondant à notre terrain de recherche. Ces données nous offrent également la possibilité de présenter visuellement les limites de la zone d'étude, telles que les limites nationales, le découpage administratif wilaya et communales. Elles sont disponibles au niveau de l'INCT.

2 Méthodologie de l'étude

L'approche méthodologique de cette thèse se divise en quatre étapes principales :

- L'étape initiale consiste à dresser des cartes d'occupation des sols afin de décrire et de caractériser les éléments de surfaces qui occupent notre terrain de recherche ;
- Extraction les surfaces construites ;
- Identification des évolutions : lors de cette deuxième étape, il est essentiel d'examiner l'évolution a plusieurs époques des surfaces agricoles en \$périphérie de la ville entre 1987 et 2019 ;
- Analyse des facteurs de changements : c'est la phase des analyses spatiales et statistiques qui vise à repérer les extensions urbaines ;

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

Les images satellites que nous utilisons pour analyser les occupations des sols (Landsat 5,7 et 8 et Sentinel-2) sont soumises à une série de prétraitement (corrections des distorsions radiométriques ; assemblage des bandes spectrales ; mosaïque des images ; extraction à l'échelle de la zone d'étude) qui seront exposés en détaillés dans les chapitres 3,4, et 5.

2.1 Cartographie de la répartition du couvert végétal

Cette cartographie a pour objectif de classer les différentes formes d'occupation du sol en fonction de des périodes étudiées, afin de pour pouvoir analyser l'évolution de l'espace agricole de notre zone d'étude dans le cadre des différents des impacts de l'étalement urbain sur la ville de SBA. Etant donné que les modes d'occupation des sols sont l'indicateur principal de l'évolution des espaces bâtis, il est indispensable de disposer une image de l'occupation du sol à toutes les périodes étudiées entre 1987 et 2019. Les images sont classées en utilisant la méthode supervisée. Effectivement, cette méthode de classification est pratique à mettre en place, rapide, reproductible et est particulièrement adaptée lorsqu'il s'agit de traiter un nombre important des échantillons (figure 36).

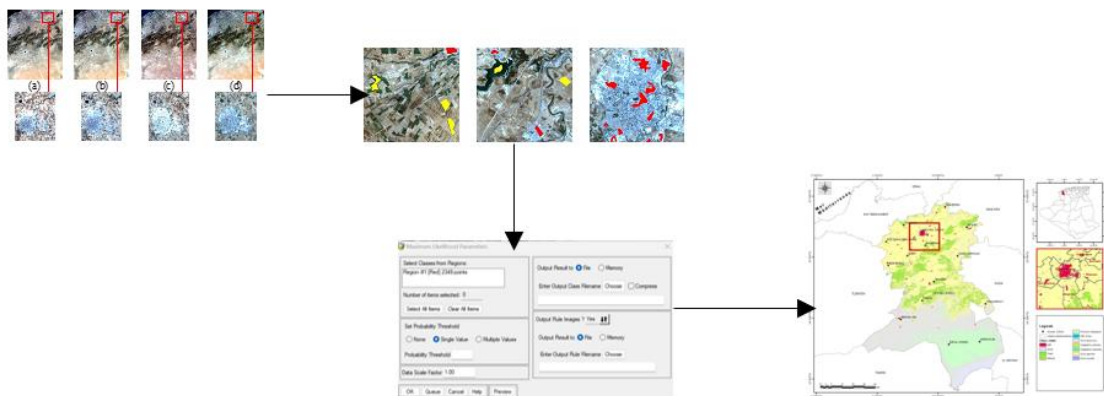


Figure 36: Etapes de la cartographie de l'occupation et de l'utilisation des sols.

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

2.1.1 Résultats attendus :

Carte de répartition spatiale de l'occupation du sol dans la wilaya de Sidi Bel Abbès.

Connaissances produites :

Identification des principales classes de végétation ;

Apports pour la thèse :

Elaboration des variations par période du couvert végétal et analyse de l'évolution des milieux.

2.2 Cartographie des surfaces bâties

Échantillonnage de l'ensemble de données d'entraînement

Pour entraîner plusieurs classificateurs avec de bonnes capacités de généralisation, un ensemble de données étiquetées à grande échelle et représentatif est important. À cet effet, des échantillons étiquetés sont soigneusement créés en tant que jeux de données de référence. Le jeu de données se compose de 10 000 morceaux d'images de l'échantillon urbains répartis de manière aléatoire sur la ville de SBA, assignés manuellement par des experts du domaine et bien répartis dans la zone d'étude(Djamel et Djerriri 2020a). Une description détaillée de la préparation des échantillons est donnée dans la section suivante. Une quantité relativement moyenne de données étiquetées est nécessaire pour l'entraînement des classificateurs, car certains modèles en nécessitent davantage, tandis que d'autres en demandent moins. Pour garantir des capacités de délimitation précises et nettes des extensions urbaines des classificateurs supervisés, il est important de couvrir toutes les transitions de classes potentielles en tant que classes négatives (non-bâtiment) lors de la collecte des polygones d'entraînement(Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023b).

La figure 37 offre une image significative des motifs spatiaux où 10 000 échantillons d'entraînement par classe ont été créés. De plus, il est facile de collecter des échantillons d'entraînement négatifs (sans bâtiment), tandis que ce n'est pas le cas pour les échantillons positifs (bâtiment) en raison de la prévalence variable des classes. Cette étape de traitement

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

comprend deux étapes principales, conceptualisées et adoptées comme des étapes de classification supervisée et de fusion. Ainsi, quatre images (1987, 1999, 2009 et 2019) ont été utilisées pour tester les approches de plusieurs classificateurs. L'intersection des classifications nous permet de déterminer les zones de changement en utilisant des techniques de fusion.

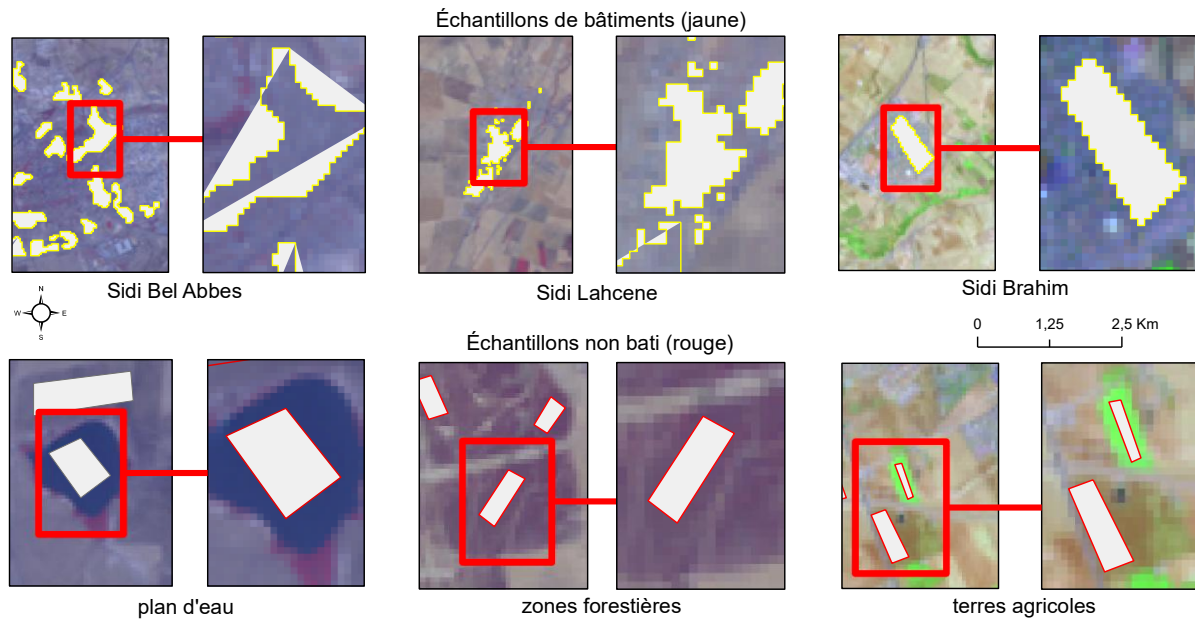


Figure 37: Description des classes retenues pour la cartographie de l'occupation des sols.

2.2.1 Machine Learning Multiclassifieur :

Cette méthode a été employée pour deux types de classifications :

- **Classification Multiclasse** : Utilisée pour classer les différentes classes d'occupation des sols. Cela a permis de distinguer les zones agricoles, les zones bâties, les espaces verts, etc.
- **Classification Binaire** : Spécifiquement utilisée pour identifier les zones bâties par rapport aux autres types d'occupation des sols. Cette approche a simplifié l'extraction du bâti urbain en se concentrant uniquement sur la distinction entre le bâti et le non-bâti.

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

2.2.2 Méthode BPL.BP :

Cette méthode a été utilisée pour une extraction des éléments du bâti urbain. Elle repose sur un algorithme spécifique qui permet d'identifier et de délimiter les structures urbaines à partir de données géospatiales.

La méthodologie proposée est une approche en deux étapes. Dans la première étape : des échantillons de urbain/non-urbain (positif/négatif) ont été sélectionnés, plus tard, dans la deuxième étape, l'ensemble de données obtenu est classé en utilisant divers classificateurs d'apprentissage automatique : Binary Random Forest (RF), OCSVM et PBL-BP(Attaf et al. 2019; Djamel et Djerriri 2020b). Les ensembles de formation pour les trois schémas de classification sont différents : le classificateur RF exige des données marquées positives et négatives ; le classificateur OCSVM ne nécessite que des données marquées positives, tandis que le cadre PBL-BP exige des échantillons de formation positifs et non marqués (arrière-plan)(Djamel et Djerriri 2020a).

Contrairement aux méthodes à une seule classe de positif couramment utilisées comme l'OCSVM. Nous avons utilisé PBL-PB, un cadre non étiqueté positif qui a été appliqué avec succès dans la tâche de classification d'une classe par télédétection(Djamel et Djerriri 2020a).

2.2.3 Deep Learning :

Les techniques de deep learning, qui se sont avérées efficaces pour l'analyse et la reconnaissance des formes complexes dans les images satellites. Cette méthode a permis une extraction automatique du bâti urbain avec une grande précision en exploitant des réseaux de neurones profonds capables de traiter des volumes importants de données et de détecter des structures urbaines même dans des environnements complexes.

On a testé un réseau neuronal convolutif pour la détection et l'extraction d'images satellitaires, qui a été adapté du modèle Unet, initialement conçu pour la segmentation des images biomédicales (Ronneberger, Fischer, et Brox 2015), qui a atteint des niveaux remarquables d'exactitude grâce à des inspections qualitatives et quantitatives. Le modèle a été formé sur des images de Landsat, où les étiquettes de vérité au sol ont été préparées manuellement.

La détection automatique de zones accumulées dans les images satellites par le biais de méthodes d'apprentissage est un domaine d'exploration assez récent et seuls quelques articles de recherche ont été étudiés sur ce sujet. Dans (Benarchid et Raissouni 2013), les auteurs ont étudié les algorithmes (SVM), du réseau neuronal (NN) et de la forêt aléatoire (RF) pour détecter et extraire des images satellites. Très récemment, les réseaux entièrement convolutifs (FCN) (Long, Shelhamer, et Darrell 2015) et SegNet (Badrinarayanan, Kendall, et Cipolla 2017) ont attaqué ce domaine avec un succès remarquable. Derrière l'application réussie du modèle UNet dans les tâches de segmentation d'images biomédicales (Ronneberger, Fischer, et Brox 2015), nous avons envisagé dans cette étape un modèle CNN en forme de U avec quelques mises à jour et modifications pour suivre les développements récents dans le domaine du deep learning (Mansour, Souiah, et El Amin Larabi 2021).

a. Architecture du modèle

Le modèle UNet conçu pour cette thématique est un réseau entièrement convolutif avec une architecture de type encodeur-décodeur et permet de sauter les connexions pour extraire des fonctionnalités à plusieurs niveaux par l'intermédiaire d'une séquence de convolutions, d'activations ReLU et de mise en commun maximale, qui permettent au réseau d'améliorer les résultats par l'intégration de caractéristiques sémantiques de haut niveau avec des détails de bas niveau, et enfin, le réseau se conclut avec la couche Global Average Pooling (GAP) comme indiqué dans la figure 38 (Mansour, Souiah, et El Amin Larabi 2021).

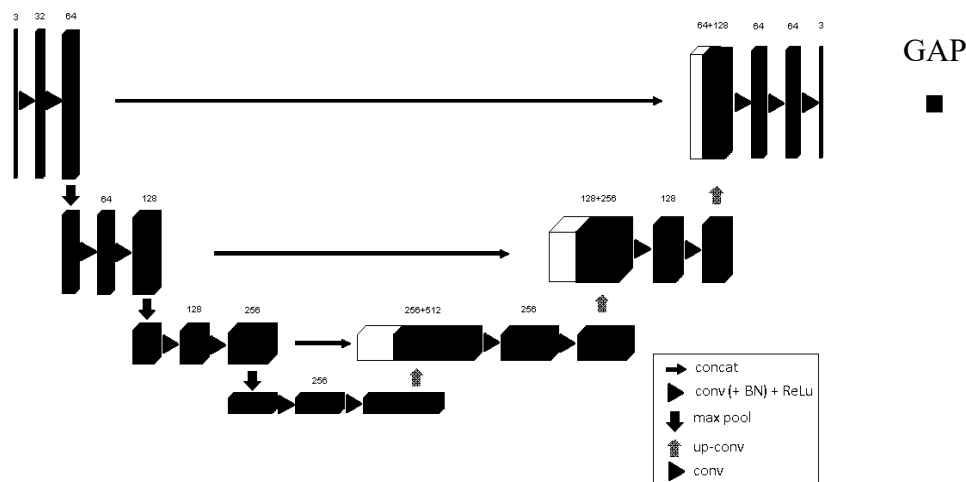


Figure 38: Architecture du modèle

2.2.4 Méthode de multiclassifieurs

Notre approche méthodologique est décrite en trois parties, y compris le schéma de classification binaire, la fusion de décisions et la détection de changements pour quantifier la dynamique des zones urbaines et périurbaines. (Fig 39). Les images multi-bandes de différentes dates sont classées selon plusieurs classificateurs supervisés, en mettant l'accent sur la caractérisation des zones urbanisées. La répartition spatiale des zones bâties est constituée de plusieurs types de logements différents, y compris des maisons principales construites avec des matériaux locaux. De plus, la classe non bâtie comprend toutes les autres classes, y compris tous les types de végétation tels que les forêts, les terres agricoles, les prairies, les sols nus et les plans d'eau(Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023b).

L'utilisation de plusieurs classificateurs est une tendance qui offre plus d'opportunités et de meilleures précisions que les classificateurs simples. Habituellement, parmi les divers candidats à la classification, on devrait choisir le meilleur classificateur qui correspond aux besoins spécifiques. Cependant, les classificateurs peuvent échouer à classer correctement divers modèles, même le meilleur sur certains modèles peut échouer sur d'autres tandis que les classificateurs faibles réussissent. Dans cette recherche, un mélange de classificateurs supervisés a été construit pour tirer parti de l'ensemble. Cinq algorithmes de classification de pointe nommés ; forêts aléatoires (RF), classificateur de maximum de vraisemblance (MLC), (SVM), réseaux neuronaux (NN), arbre KD (KDTKNN) ont été sélectionnés pour la comparaison des performances. En faisant cela, on peut exploiter des informations complémentaires provenant de divers classificateurs(Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023b).

Récemment, les approches de Deep Learning (DL) ont atteint de nouveaux records dans les tâches liées à la télédétection. Cependant, cela présente des inconvénients non négligeables pour les applications automatiques du monde réel car il nécessite une puissance de calcul intensive et une grande quantité d'ensembles de données de formation de travail d'experts, ce qui n'est pas préférable pour les applications en temps quasi réel. Et ainsi, les algorithmes DL ont été exclus de ce travail.

De nombreuses questions de conception intéressantes apparaissent ; quelle est la meilleure stratégie de combinaison qui peut être choisie afin d'atteindre la précision souhaitée ? Si nous

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

combinons les résultats suivant des opérations arithmétiques d'échantillon (somme, produit, min, max, moyenne, médiane, etc.), le vote majoritaire (MV), ce qui signifie supérieur à la moitié du total doit être positif, k-moyens de regroupement, seuil automatique (Otsu), élimination, etc.

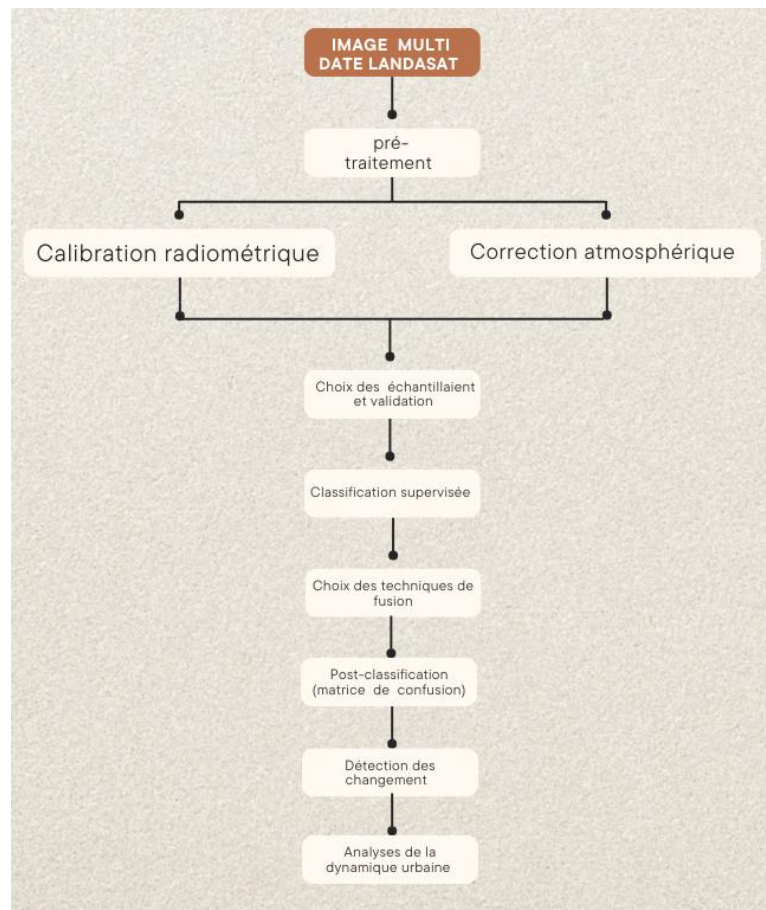


Figure 39 Approche utilisée dans ce travail

a. Algorithme de classification

9.1.1 Forêt aléatoire

L'algorithme RF est défini comme la méthodologie d'apprentissage par ensembles est la plus connue, pouvant être utilisée dans diverses tâches telles que la prédiction hors échantillon rapide et le classement de l'importance des caractéristiques. (Breiman 2001; Belgiu et Drăguț 2016). En général, le RF est créé à partir d'échantillons sélectionnés au hasard. (bootstrap sampling). En tant que classification de sortie, les résultats sont obtenus en sélectionnant la technique MV parmi tous les arbres de décision (AD) utilisés.

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

9.1.2 Support de la machine vectorielle

Le SVM est l'une des techniques d'apprentissage automatique les plus utilisées dans les tâches de classification de données de télédétection, capable de se généraliser avec un nombre limité d'échantillons d'entraînement (Mountrakis, Im, et Ogole 2011). Les avantages de l'utilisation des SVM proviennent de deux aspects : la découverte d'une frontière linéaire à grande marge dans le nouvel espace et la conversion de l'espace de l'ensemble d'entraînement original en un nouvel espace très haute dimension. En plus de cela, le SVM peut optimiser les cas non séparables en utilisant le « noyau ».

Voisin le plus proche

Le k-NN est défini comme un classificateur d'apprentissage automatique (AA) utilisé pour l'apprentissage basé sur la mémoire et non paramétrique, ainsi que pour l'apprentissage basé sur les instances dans les tâches de régression et de classification. (Thanh Noi et Kappas 2017). Dans le processus de classification, le k-NN classe un pixel donné en utilisant la moyenne des valeurs de ses voisins dans l'espace des caractéristiques.

Classificateur de vraisemblance maximale

MLC est un algorithme bien connu dans la communauté RS et est couramment utilisé pour les tâches de classification. Des pixels individuels sont assignés à la classe, ce qui peut maximiser les probabilités de l'ensemble de données. En tant que technique basée sur les pixels, cette approche ne prend pas en compte les informations contextuelles concernant les classes voisines lors de l'étiquetage d'un pixel. (Turker et Ozdarici 2011).

Réseaux neuronaux

Le réseau de neurones est l'une des techniques d'apprentissage automatique les plus performantes. Puisque les réseaux de neurones sont non paramétriques (ce qui signifie qu'ils n'assument pas une distribution gaussienne), ils ont été appliqués avec succès à des ensembles de données de télédétection. Pour cette recherche, un Perceptron Multicouche (MLP) avec une couche cachée a été appliqué. (Qian et al. 2020).

2.3 Fusion de décision

La combinaison de plusieurs classificateurs est l'une des approches les plus robustes et précises (fig 46). Ces méthodes ont été proposées pour traiter différents problèmes réels et pour améliorer la performance instable ou les faiblesses des classificateurs. La combinaison de classificateurs est une méthodologie visant à créer un ensemble de classificateurs afin de produire une nouvelle architecture (Lefebvre, Levert, et Imen 2011; Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023c). This approach seeks different opinions before making a decision as output (see Fig 6). Cette approche cherche à recueillir différentes opinions avant de prendre une décision en tant que résultat. (Fig 46). Plusieurs techniques hybrides ont été proposées dans la littérature pour aborder les tâches de reconnaissance de motifs, y compris la combinaison, l'agrégation, la fusion de classificateurs et le mélange d'experts. Dietterich (Mountrakis, Im, et Ogole 2011) a illustré qu'une combinaison de classificateurs a obtenu de bonnes performances pour différentes applications.

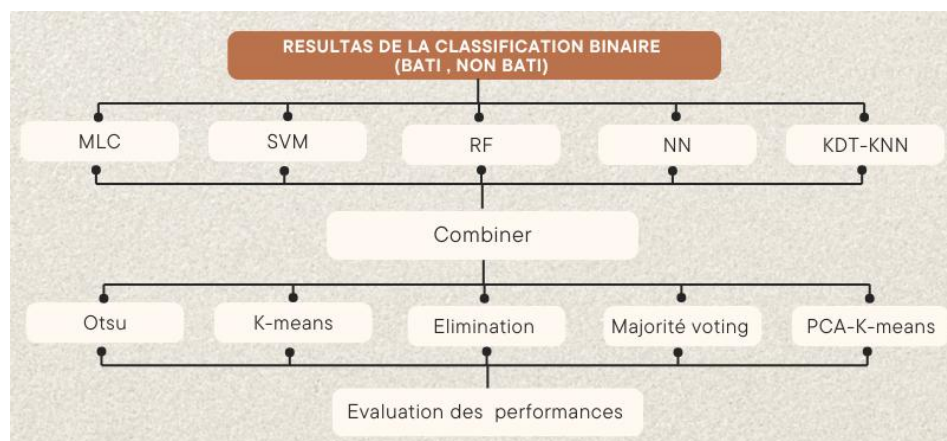


Figure 40 les méthodes de fusion

En supposant que les classificateurs sont complémentaires, un cadre théorique a été proposé par Kittler et al.(Thanh Noi et Kappas 2017) qui comprend la somme, le produit, max, min, la moyenne et la règle médiane.

Toutes ces règles peuvent être utilisées pour combiner les classificateurs au niveau de la mesure :

- Minimum : sélectionner la note minimale de chaque classe fournie par chaque classificateur et attribuer le modèle d'entrée à cette classe avec la note maximale.

- Maximum : sélectionner la note maximale de chaque classe fournie par chaque classificateur et attribuer le modèle d'entrée à la classe ayant obtenu la note maximale.
- Produit : multiplie le score de chaque classificateur et attribue l'étiquette de classe avec le score maximum au modèle d'entrée spécifié.
- Somme : ajoute la note fournie par chaque classificateur de base et attribue le label de classe avec la note maximale au modèle d'entrée spécifié.
- Moyenne : sélectionner la moyenne des scores de chaque classe entre les classificateurs et attribuer le modèle d'entrée à la classe avec le score maximum.
- Médiane : calcule la médiane des scores de chaque classe à partir des classificateurs et attribue le modèle d'entrée à la classe ayant le score maximal.
- Le vote à la majorité : est un combineur élémentaire, avec la moyenne et les règles de produit, le vote à la majorité est le plus utilisé. Comme mentionné précédemment, pour plusieurs méthodes de ML, le vote majoritaire est choisi comme combineur optimal.
- Élimination : pour combiner des classificateurs, tous doivent produire le même résultat, sinon rejeté. Ce mécanisme peut être reformulé comme un vote où tous votent pour la même classe.
- Otsu : une méthode de contrôle automatique.
- K-moyens : méthode de regroupement automatique. Il existe différentes façons de combiner les classificateurs.

2.4 Détection de changements

La détection de changements vise à identifier les modifications entre des scènes d'un même lieu acquises à différentes périodes. Allant de la simple différence arithmétique à l'apprentissage automatique, les techniques de détection de changement peuvent être appliquées directement aux images brutes, aux représentations intermédiaires (caractéristiques) ou aux images classées. Ce dernier dépend fortement des valeurs NDVI classifiées dans un ordre changeant de végétation, qui seront prises en compte dans ce travail avec une technique de carte de différence de calcul. (Lefebvre, Levert, et Imen 2011; Das et Angadi 2022). Les valeurs NDVI illustrées

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

clairement dans le Tableau 2, les images NDVI (1987, 1999 et 2009) ont été examinées pour des valeurs NDVI distinctives des caractéristiques modifiées (Rizvi et al. 2009).

2.4.1 Résultats attendus :

- Etablir un processus automatique pour l'extraction du bâti multi date ;
- Répartition spatiale du bâti urbain dans différentes périodes (1987-1999-2009-2019)

a. Connaissances produites :

- Répartition des classes d'occupation du sol (eaux, végétation, sols nus) ;
- Estimation des surfaces bâties ;
- Identification et cartographie des espaces urbanisés.

b. Apports pour la thèse :

- Description et caractérisation de la disposition spatiale de l'étalement urbain.

2.5 Identification et analyse des changements de l'agriculture périurbaine

La détection de changements vise à identifier les modifications entre des scènes d'un même lieu acquises à différentes périodes. Allant de la simple différence arithmétique à l'apprentissage automatique, les techniques de détection de changement peuvent être appliquées directement aux images brutes, aux représentations intermédiaires (caractéristiques) ou aux images classées. Ce dernier dépend fortement des valeurs NDVI classifiées dans un ordre changeant de végétation, qui seront prises en compte dans ce travail avec une technique de carte de différence de calcul. (Lefebvre, Levert, et Imen 2011; Das et Angadi 2022). Les valeurs NDVI illustrées clairement dans le Tableau 2, les images NDVI (1987, 1999 et 2009) ont été examinées pour des valeurs NDVI distinctives des caractéristiques modifiées (Rizvi et al. 2009).

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

Tableau 18: Valeurs NDVI pour chaque type d'occupation du sol(Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023c).

Land use types	NDVI values
Plan d'eau	-0.41 to -0.10
Bâti /sable	-0.10 to 0.055
Jachère	0.055 to 0.14
Sol nu	0.14-0.20
Agriculture	0.20 to 0.37
Plantation	0.37 to 0.51
Forêt	0.51 to 0.82

2.5.1 Estimation des Changements dans les zones de végétation

Les terres agricoles sont l'une des parties essentielles de la couverture terrestre. Une zone de culture aide toujours à satisfaire la demande croissante de nourriture. Cela aide également à équilibrer le cycle de l'oxygène et du dioxyde de carbone et à lutter contre le changement climatique. Dans le contexte du développement technologique rapide d'aujourd'hui, les changements de mode de vie des humains sont à l'origine de la perte des zones agricoles. De nombreux programmes nationaux liés à l'habitat, aux entreprises ou aux industries dépendent de la disponibilité des zones agricoles.

Selon la littérature, de nombreux indices de végétation spectrale (IVs) ont été formulés pour évaluer les caractéristiques biophysiques de la végétation, y compris l'Indice de Végétation par Différence Normalisée (NDVI, eq4), l'Indice de Végétation Amélioré (EVI), l'Indice de Végétation Ajusté au Sol (SAVI) et l'Indice de Végétation Ajusté au Sol Modifié. (MSAVI) (Bannari et al. 1995; Xue et Su 2017). Ces indices ont fortement contribué à la caractérisation de la végétation, en particulier pour la quantification des propriétés de la végétation afin de détecter la végétation verte par rapport à d'autres types de couverture terrestre dans les zones montagneuses. (Kokhan et Vostokov 2020), (Kou et al. 2017). Il convient de noter que l'NDVI est l'indice de végétation le plus utilisé par les scientifiques et n'a pas été choisi par hasard (Glenn et al. 2008; Li et al. 2010). En conséquence, dans ce travail, la distinction des types de cultures a été réalisée par le biais du seuil de l'Indice de Végétation par Différence Normalisée (NDVI) en différentes plages (Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023b) comme révélé dans le Tableau 2, et confirmé par la connaissance du terrain de la zone d'étude (Akbar et al. 2019; Rizvi et al. 2009). Les classes résultantes ont été utilisées pour caractériser les types de cultures consommés par le phénomène d'artificialisation.

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R} \quad (4)$$

Dans notre situation, la comparaison en post classification consiste à calculer des variations d'image. Le concept consiste à extraire les valeurs d'un pixel à une date spécifique des valeurs du même pixel à une autre date. Ainsi, les deux images doivent avoir des caractéristiques géométriques similaires telles que la projection géographique ou la résolution spatiale. Il s'agit d'une méthode en post-classification qui permet d'exprimer les modifications obtenues en termes de nombres de pixels, ou en unité de superficies (hectares, mètres ou kilomètres carrés). Les images à croiser sont choisies en fonctions de la nature des changements à cartographier.

La cartographie des transformations est complétée par le calcul des taux d'évolution des classes d'agriculture afin de mesurer l'évolution de chaque occupation agricole en lien avec l'expansion urbaine. Afin d'accomplir cela, on applique la différence de superficie d'une classe donnée entre une date initiale t0 et une date finale t1 à sa superficie à la date. Cela permet de déterminer si la superficie de la classe a augmenté ou diminué entre ces deux dates (fig41).

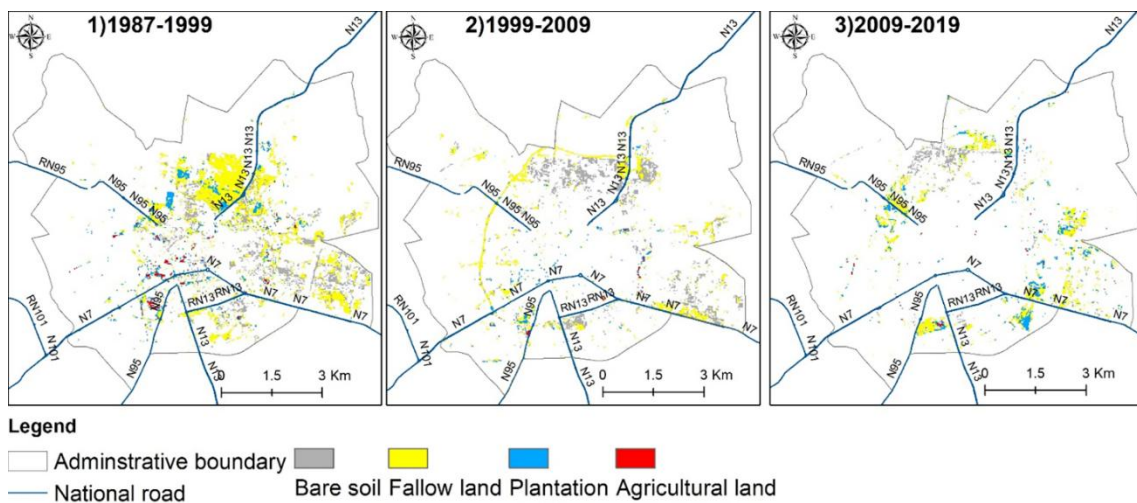


Figure 41: Méthode de suivi de changements de l'occupation et de l'utilisation des sols.

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

a. Résultats attendus :

- Cartes de changements d'occupation agricole dans l'espace périurbain de la ville de Sidi Bel Abbès entre 1987 et 2019.
- Connaissances produites :
- Détection des évolutions de l'agriculture périurbaine ;
- Détection des évolutions de l'occupation agricole entre les années ;
- Quantification des évolutions de l'occupation agricoles.

b. Apports pour la thèse :

- Les cartographies des changements permettent d'évaluer la résilience de l'agriculture périurbaine et visualiser l'évolution de l'occupation agricole de l'espace périurbain depuis les grands bouleversements du monde rural ;
- Les cartographies des changements d'occupation agricoles vont servir à identifier les indicateurs du milieu responsables des changements de l'espace rural périurbain.

Les modifications spatiales et temporelles des éléments de surface agricoles peuvent être visualiser grâce à la détection des changements, mais elles ne permettent pas d'identifier les causes de ces changements. La troisième étape de nos traitements consiste à repérer les facteurs environnementaux qui influencent dans les modifications observées. Elle est expliquée dans la partie suivante.

2.6 Analyses spatiales du foncier périurbain vis-à-vis l'étalement urbain (tendance des prélèvements des terres selon des informations cadastrales bien localisées)

Les cartographies thématiques ancillaires de la zone d'étude permettent d'observer les formes d'organisation de l'espace géographique en identifiant des types et structures des paysages de ce milieu (données cadastrales, usages des sols). Nous superposons les résultats de l'évolution de l'étalement urbain en analysant spatialement afin d'expliquer les évolutions d'occupation des sols en fonctions de l'évolution des politique agricoles (mutation de la nature juridique)(Mansour, Souiah, El Amine Gacemi, et al. 2023).

L'information cadastrale couvre toute de la commune et sert à fournir des informations pertinentes qui répondent à un besoin d'analyser les transitions des propriétés agricoles à partir

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

des images Landsat 5,7 et 8 à 30 mètres de résolution. Elles synthétisent les variations des surfaces bâties et permettent de déterminer les différents types de changements d'occupation des sols qui se sont produits dans les espaces agricoles périurbains où l'étendue de domaine privé de l'Etat a été fortement utilisée (Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023b; Mansour, Souiah, El Amine Gacemi, et al. 2023).

a. Résultats attendus :

- Evolutions de l'occupation et de l'utilisation des sols dans la wilaya de Sidi bel abbès en fonctions de la nature juridique et occupation du sol.

b. Connaissances produites :

- Identification des types de la nature juridique les plus consommées par catégorie d'occupation du sol ;
- Comprendre l'impact négatif des politiques agricoles dans la gestion des terres agricoles en périphérie de la ville²

c. Apports pour la thèse :

- Analyser les impacts négatifs occasionnés par l'étalement urbain dans un contexte des pressions sur le foncier périurbain.

2.7 Méthodologies d'analyse multicritère (AHP)

2.7.1 Collecte et source de données et revue de littérature des approches,

L'acquisition des données représente la première étape dans la conception et le lancement de processus de l'analyse multicritère pour cette étude. Elle repose sur les données collectées concernant le contexte géographique (partie 1, chapitre 2), les résultats obtenus sur l'étalement urbain par rapport à l'espace agricole périurbain (partie 2, chapitre 2) et la consommation du foncier agricole périurbain par le bâti (partie 3, chapitre 1). En fait, ce dernier chapitre représente une synthèse globale de ce travail pour arriver à une analyse complète sur le scénario futur sur les pressions exercées sur le foncier agricole périurbain.

Cette cartographie qualitative évalue la susceptibilité en attribuant des poids relatifs à chaque facteur significatif prédictif, tels que le foncier, le rendement agricole, la pédologie, la

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

penne, densité de réseaux routiers, densité de drainage. Les valeurs de poids attribuées sont basées sur la compréhension du contexte géographique de la zone d'étude via des observations sur site ainsi qu'à des avis d'experts dans le domaine du foncier et de l'urbanisme.

2.7.2 Méthodes annexes de cartographie et d'analyse multicritères

Il existe une collection de méthodes cartographiques d'analyse multicritères parmi lesquelles on pourra citer succinctement la procédure de ratio fréquentiel (Ratio Frequency), réseaux de neurones (Neural Network), AHP flou, les méthodes de sur-classement permettant de dégager des relations partielles de classement (PROMETHEE I) à un classement de toutes les actions en terme de graphe de dominance (PROMETHEE II), les méthodes d'agrégation partielle (Electre I à IV), la méthode des sommes pondérées, SMARTS, SMARTER, ANP, REMBRANDT, la Méthode basée sur les cônes de référence, la Méthode STEP (Saaty et Vargas 1980; SAATY 2002; Saaty 2001; de FSM Russo et Camanho 2015).

A ce titre d'illustration, la méthode MAUT (MultiAttribute Utility Theory) a été développée vers la fin des années 60 par (Parnell et Tani 2013; Sebenius 2017). La méthode est basée sur l'utilité pour une seule échelle uniforme moyennant l'intégration de probabilités et des événements conditionnels sans prendre en considération l'incertitude du décideur. En revanche, la somme modérée permet de compenser les obstacles de la méthode MAUT, et offre au décideur la possibilité de prendre en compte les différentes actions en fonction de tous les critères. Le choix de la pondération incombe au décideur, en tenant compte des unités qu'il a utilisées pour les critères.

a. Méthode de la combinaison linéaire pondérée : Indice de Susceptibilité aux Fonciars

Dans la présente recherche, la technique AHP a été appliquée et la combinaison linéaire pondérée (Weighted Linear Combination : WLC) a été réalisée par l'intégration de la pondération des facteurs et des classes poids (W_i) /valeur de rang (R_i) pour l'évaluation de l'indice de susceptibilité aux fonciars de terrain (Landslide Susceptibility Index : LSI) pour chaque pixel à l'aide de la formule suivante (Pérez 1995) :

$$LSI = \sum_i^n (W_i * R_i) \quad (8)$$

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

L'indice « LSI » représente la susceptibilité relative d'un foncier de terrain. Par conséquent, plus l'indice est élevé, plus la zone est sensible aux fonciers de terrain. Ces valeurs « LSI » ont été divisées en cinq (05) classes en fonction de la plage de ruptures naturelles, représentant différents zonages de la carte de sensibilité aux fonciers de terrain. Il s'agit des zones de sensibilité très élevée (Very High Susceptibility : VHS), élevée (High Susceptibility : HS), modérée (Moderate Susceptibility : MS), faible (Low Susceptibility : LS) et très faible (Very Low Susceptibility : VLS)(Darko et al. 2019).

b. Techniques de régression logistique

L'estimation des probabilités faibles et intermédiaires est soumise à une incertitude statistique tolérée dans la régression logistique. Lorsque les facteurs de prédisposition sont clairement liés à la localisation des facteurs, les résultats sont considérés comme solides. En cas d'évolution la relation vers une plus subtile et discrète, le modèle présente souvent des lacunes et sa fiabilité peut être mise en doute (Yoon, Lee, et Hwang 2011).

(Hosmer Jr, Lemeshow, et Sturdivant 2013), La régression logistique est un modèle qui ne définit que des relations de covariance linéaires entre les variables prédictives et les variables à modéliser. Les données catégorielles ne rencontrent pas de problème avec cet aspect, mais il représente un problème essentiel pour les données continues telles le facteur “*pente*”.

Par conséquent, pour tous des modèles de susceptibilité aux terrains, on observe une corrélation positive entre la « *pente* » et le « *foncier* ». Un coefficient est utilisé dans le modèle pour évaluer l'augmentation du facteur “*menace*” en fonction de la pente, en se basant sur une relation statistique croissante entre la typologie de foncier. La relation entre la pente et les fonciers n'est pas linéaire d'un point de vue “*Expert*”. Les zones de pente intermédiaire présentent une plus grande probabilité de déclenchement des menaces.

c. Méthode AHP Floue

Le choix de la localisation des centres de distribution dans un contexte flou est abordé par la méthode d'aide à la décision multicritère floue qui utilise la théorie des ensembles flous et l'analyse SWOT (Strengths (forces), Weaknesses (faiblesses), Opportunities (opportunités), Threats (menaces)). L'objectif reste de rendre les données de décision plus précise en utilisant

les notes d'alternatives et les poids des critères qui sont donnés sous forme des nombres flous triangulaires ((Chan et Kumar 2007).

L'approche semi-quantitative de la susceptibilité et de l'aléa de foncier de terrain est supposée hybride (AHP et logique floue) et intermédiaire entre l'approche qualitative (heuristique/expertise) et l'approche quantitative (déterministe, statistique et intelligence artificielle). Ce constat permet différentes cartographies bivariée, multivariée et spatio-temporelle pour modéliser l'incertitude et l'imprécision associées à la comparaison par paires des alternatives avec peu d'informations de sa capacité à cartographier la perception du décideur par des nombres flous à la place des nombres exacts. Cela, reflète l'optimisation floue multi-niveau du risque. Une entropie informationnelle et AHP sont utilisés afin de déterminer la meilleure localisation des centres de distribution de susceptibilité aux fonciers de terrain (poids combinés) (Saaty et Vargas 1980; SAATY 2002; Saaty 2001).

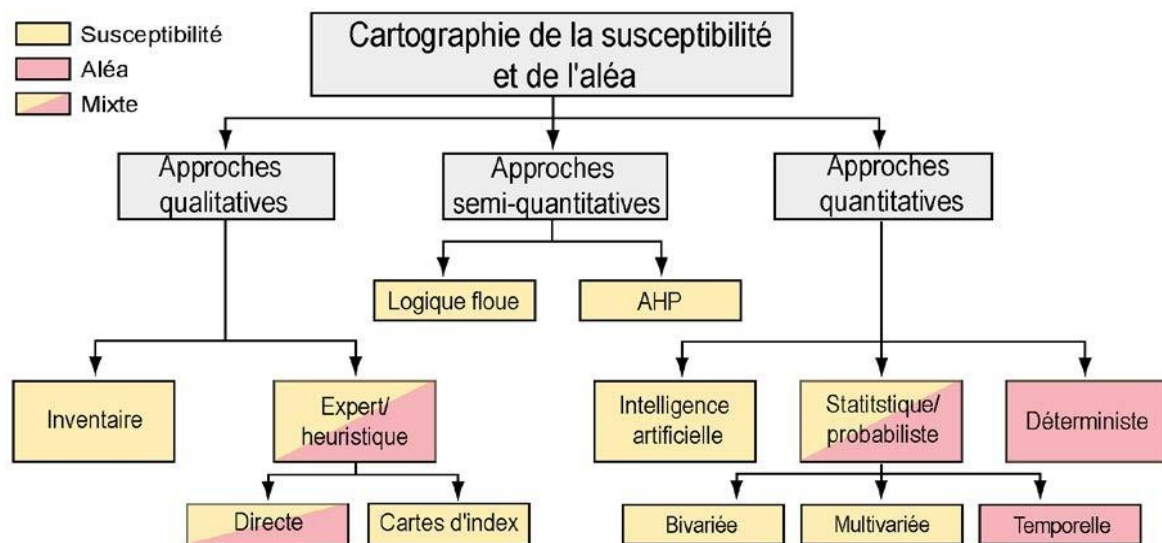


Figure 42 : Méthodes de cartographie de la susceptibilité par méthode floue AHP multi-niveau

d. Méthode AHP

La méthode AHP convient aux problèmes de décision multicritères qui nécessitent plusieurs solutions comportant plusieurs solutions qui répondent à un ensemble de critères. Le principe de la méthode est de réduire le problème en le divisant en un seul système hiérarchique. Slon (Al-Harbi 2001; de FSM Russo et Camanho 2015), l'analyse hiérarchique est une technique

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

organisée pour structurer et analyser des décisions complexes, en utilisant des concepts de probabilité mathématique

Les alternatives sont désignées comme les solutions du problème décisionnel et les paramètres (critères) sur lesquels sont évaluées les alternatives sont appelés sous-critères (paramètres qui sont liés à un critère et sur lesquels sont évaluées les alternatives).

Évaluateur : la personne qui va faire les évaluations. Selon (Darko et al. 2019), il est considéré comme un problème à deux niveaux lorsqu'il admet des sous-critères, tandis que à l'inverse est considéré un problème de premier.

2.7.3 Principe de la méthode AHP

Les principes fondamentaux de la méthode AHP sont énumérés sommairement par :

1. Structuration hiérarchique (classes -critères -poids)
2. Structuration des priorités (sous critères -rangs)
3. Cohérence logique

2.7.4 Méthode semi-quantitative

(Liu, Eckert, et Earl 2020), Le principe de la méthode AHP fonctionne en évaluant 2 à 2 les éléments du problème, puis en les regroupant dans des tableaux de comparaison définis à chaque niveau de hiérarchisation. L'utilisateur établit le tableau de comparaison des critères au niveau 0, puis les sous critère au niveau 1 si c'est un problème à 2 niveaux, sinon les tableaux de comparaison des alternatives aux critères. Finalement, dans deuxième niveau, tableaux de comparaison (matrices de décision) des alternatives sont établis en fonction des critères et/ou les sous-critères. Le plan d'expérience tableaux pour une analyse complète est composé de tous ces tableaux (AHP,(SAATY 2002)).

2.7.5 Processus d'analyse hiérarchique multicritère pour planifier le développement urbain

La méthodologie adoptée pour optimiser l'utilisation de l'information cadastrale en vue de projeter les espaces agricoles périurbaine menacées par l'urbanisation à Sidi Bel Abbès, cette projection s'appuie sur des systèmes d'aide à la décision avancés. Une approche qui se posture sur des fonctionnalités des systèmes d'information géographique (SIG) pour construire les

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

données, entrecroiser les couches d'information et faire des analyses spatiales de différentes couches thématiques. L'analyse hiérarchique multicritère (AHP) est intégrée pour classer certains critères décisionnels dans un modèle unique, permettant l'appréciation comparative de chaque paire de critères et le calcul de leurs poids afin de comparer efficacement les options selon les sous-critères établis.

Pour élaborer la carte de synthèse sur la projection des sites menacées par l'urbanisation à Sidi Bel Abbès, nous avons choisi la méthode AHP développée par (Saaty et Vargas 1980). Cette méthode a prouvé son apport dans plusieurs domaines, comme les mutations de l'occupation du sol (Figueiredo 2001), proposition d'aménagement à l'échelle des zones agricole (Sanz Sanz et al. 2017), et le choix de parcelles pour la construction de nouvelles habitations (EL MOUNJIDE, El Idrissi, et Moha 2024).

Le processus mis en œuvre pour choisir les assiettes foncières pour la planification urbaine suit les étapes suivantes : reconnaissance et interprétation du problème, préparation les couches géospatiales, analyse structuré multicritère, agrégation des critères et présentation des résultats sous forme de cartes décisionnelles. Le schéma présenté en Figure 2 illustre la démarche qui a permis d'identifier les zones propices à l'urbanisation dans la province de Sidi Bel Abbès.

La méthode choisie pour évaluer le foncier destiné à l'urbanisation à savoir la méthode de l'Analyse Multicritère Hiérarchique (AHP) (Saaty et Vargas 1980; Liu, Eckert, et Earl 2020; Lai, Wong, et Cheung 2002). Le choix de la méthode (AHP) est motivé d'abord par une pression excessive en matière du foncier pour trouver l'extension de la zone d'étude et par l'accessibilité qui rendent difficile une cartographie détaillée sur le terrain, surtout concernant le manque d'un inventaire des fonciers de terrain, excluant toute méthode statistique.

Il s'agit d'une méthode d'aide à la décision permettant d'élaborer une décision fondée sur une structure hiérarchique(de FSM Russo et Camanho 2015). Son avantage réside d'être relativement simple d'utilisation, l'analyse AHP permette d'appréhender le monde réel, d'être souple et adaptable, considérée comme la seule méthode permettant de vérifier la cohérence de l'ensemble des jugements de comparaison et d'arriver à une décision rationnelle, systématique et correctement prise(JBILOU et BOUSFIHA 2024a).

La méthode analytique hiérarchique (AHP) s'articule autour des étapes suivantes :

- **Première étape** : Identification et élaboration des paramètres d'occurrences (cartes thématiques). L'expert sélectionne les facteurs relatifs à la problématique de décision (notre cas : susceptibilité aux fonciers de terrain). Dans un premier temps, il convient de qualifier le cadre décisionnel (aspects organisationnels et techniques)(Djellata-Benabderrahmane 2018).
- Cette étape permet de fixer l'entité ayant la responsabilité de la décision, les limites de l'évaluation, de définir quelles sont les alternatives d'aménagement (scénarios) à évaluer, et quels sont les critères géo spatiaux pertinents à utiliser pour les comparer et les interpréter(Lai, Wong, et Cheung 2002).
- **Seconde étape** : La seconde étape consiste à structurer la hiérarchie des critères de décision et les alternatives sous une forme arborescente (arbre de décision) à plusieurs niveaux (Détermination des poids (pondération)(Al-Harbi 2001).
- Les critères et alternatives sont comparés deux à deux à chaque niveau de l'arbre de décision. L'expert attribue à chaque facteur un poids représentant la contribution de ce facteur à une potentielle instabilité de foncier. Chaque carte factorielle comprend plusieurs niveaux traduits par des valeurs d'indices. Ainsi, la zone d'étude est subdivisée en zone d'indices différents selon leurs niveaux(Augusseau et al. 2018).
- **Troisième étape** : Evaluation du phénomène « susceptibilité et l'instabilité de foncier. Les cartes de facteurs sont combinées et les indices sommés en respectant les poids des différents facteurs. Des niveaux de menaces face à l'étalement urbain sont définis selon les valeurs finales d'indices(Durbiano et Réparaz 1979).

Les alternatives d'aménagement sont comparées entre elles au dernier niveau de l'arborescence. Cette comparaison se fait via une matrice de préférences permettant de déterminer des poids relatifs pour chaque critère et alternative à défaut de méthode de pondération fixée par la loi AHP(Lai, Wong, et Cheung 2002).

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

Selon (Saaty et Vargas 1980), les préférences sont attribuées selon une échelle qualitative à 9 niveaux reliant des valeurs chiffrées à des expressions verbales : 1 signifie critère A d'importance égale à critère B, jusqu'à 9 qui signifie critère A absolument plus important que critère B. Des valeurs de compromis (intermédiaires) peuvent également être renseignées (figure 13).

Finalement, les poids calculés pour les critères et les alternatives sont agrégés de la racine vers les feuilles de l'arbre (critères terminaux) selon un principe qui s'apparente à une somme pondérée (Sanz Sanz et al. 2017).

Une version simplifiée du calcul a été codée sur Excel par personnalisation des calculs sous Excel pour l'obtention des poids des critères et des alternatives sous forme de matrices de décision puis de les transcrire sous ArcGIS via l'outil « AHP » (Lai, Wong, et Cheung 2002).

2.7.6 *Avantage et inconvénients de la méthode AHP*

Les avantages de la méthode AHP sont :

- Capacité de structurer un problème complexe, multicritère, multi personne et multi période de façon hiérarchique (par niveaux),
- Détermination et synthétisation des priorités
- Comparaison binaire des éléments (alternatives, critères et sous critères),
- Facilité de son support informatique
- Cohérence des jugements

Parmi les critiques connues, notons :

- Possibilité de compensation entre critères. Si les poids sont les mêmes, une bonne évaluation sur un critère peut balancer une mauvaise interprétation sur un autre : importance de la détermination des préférences ;
- Mode de calcul des poids est basé sur des préférences subjectives ;
- Problème d'inversement de rang.

Du fait du mode d'agrégation des poids calculés (somme pondérée), des écarts de performance sur certains critères entre les alternatives évaluées peuvent être masqués ou mal interprétés. Il faut garder à l'esprit que même avec des différences d'évaluation minimales, une

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

meilleure cotation numérique indique une meilleure solution, la valeur des scores doit refléter le sens d'interprétation(Kwong et Bai 2003).

De plus, le fait de normaliser les poids à tous les niveaux de hiérarchie entraîne un phénomène d'inversement de rang (si l'on conduit deux études avec les mêmes actions, mais que l'on retire une action pour la seconde étude ; le classement final des actions sera profondément bouleversé)(de FSM Russo et Camanho 2015).

Finalement, une des erreurs les plus difficiles à corriger est le fait qu'AHP ne dispose pas de points d'ancrage pour les différentes échelles des critères. Ceci implique que les critères n'ont pas la même échelle absolue mais des critères à échelles flottantes les uns par rapport aux autres.

En pratique, si la méthode supporte théoriquement un nombre infini de niveaux de critères (jusqu'à un nombre de matrice de décision $N = 11$ à 15), l'expérience montre que l'esprit humain ne peut comparer objectivement que sept critères au maximum en raisonnant par paires. Au-delà, il devient difficile de comparer deux à deux les critères d'une même matrice sans éviter des incohérences(Darko et al. 2019). Il faut donc limiter le nombre de critères redondants (même niveau hiérarchique).

Enfin, il convient de veiller à construire un arbre de critères qui soit le plus équilibré possible, c'est-à-dire avec des profondeurs de niveaux de critères équivalentes entre les branches de l'arbre. Plus un critère sera situé en profondeur dans l'arbre et moins son influence sur le résultat final sera importante.

D'autres méthodes existent, notamment les méthodes d'agrégation partielle qui permettent de limiter ces écueils (méthode Electre). Ces méthodes sont cependant moins simples à mettre en œuvre et les résultats plus longs et complexes à interpréter par les décideurs(Augusseau et al. 2018).

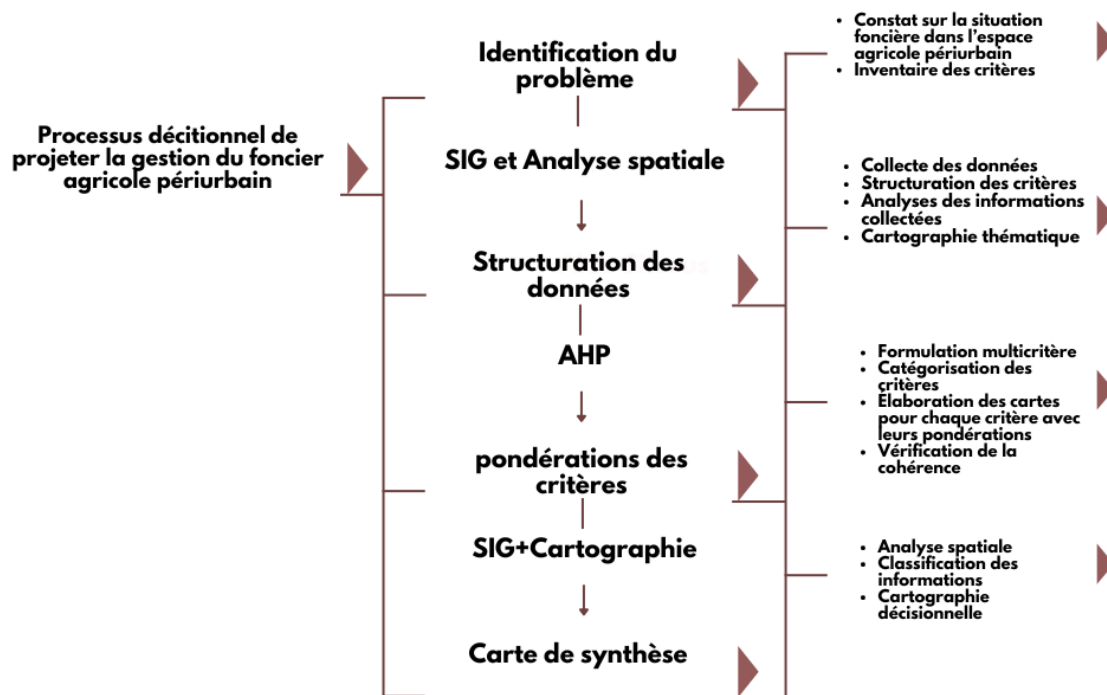


Figure 43 : Processus d'analyse multicritère

2.7.7 Représentation des données à référence spatiale

L'information cadastrale représente un critère très important dans le choix des sites favorable à l'urbanisation, elle inclue le statut juridique, ainsi que la superficie des parcelles. La **carte des sols** fournissant des détails sur la répartition spatiale des types de sols. Les **pent**es sont évaluées grâce aux données SRTM (MNT), permettant une compréhension des formes de terrain et la topographie. Les **oueds** ou réseaux de drainage sont issues d'un traitement du MNT. Les réseaux routiers sont obtenus à partir des données OSM, offrant une lecture spatiale de la densité de réseaux routier. Enfin, les unités **géologiques** sont reportées à partir de la carte géologique, fournissant sur des informations sur la composition les unités de terrain.

Le schéma visualisé dans la figure 43 présente l'organisation des données recueillies pour créer une base de données spatiale de notre terrain de recherche.

2.7.8 Elaboration d'une hiérarchie multicritère et spécification des différents critères

Les approches de type AHP se basent sur la division d'un processus complexe en une structure hiérarchique où chaque niveau est composé d'indicateurs spécifiques (élémentaires et agrégés). (de FSM Russo et Camanho 2015). Cette hiérarchisation permet de mettre en avant les indicateurs le plus d'influence dans la prise de décision finale.

Les critères identifiés comme étant des caractéristiques considérées comme indispensables pour comprendre le processus d'utilisation du sol pour les besoins d'urbanisation. Les résultats obtenus sont une classification de tous des attributs ou critères choisis en fonction d'une structure hiérarchique. La figure 45 ci-dessous illustre la décomposition du problème de décision en une structure hiérarchique organisée de critères et de sous-critères.

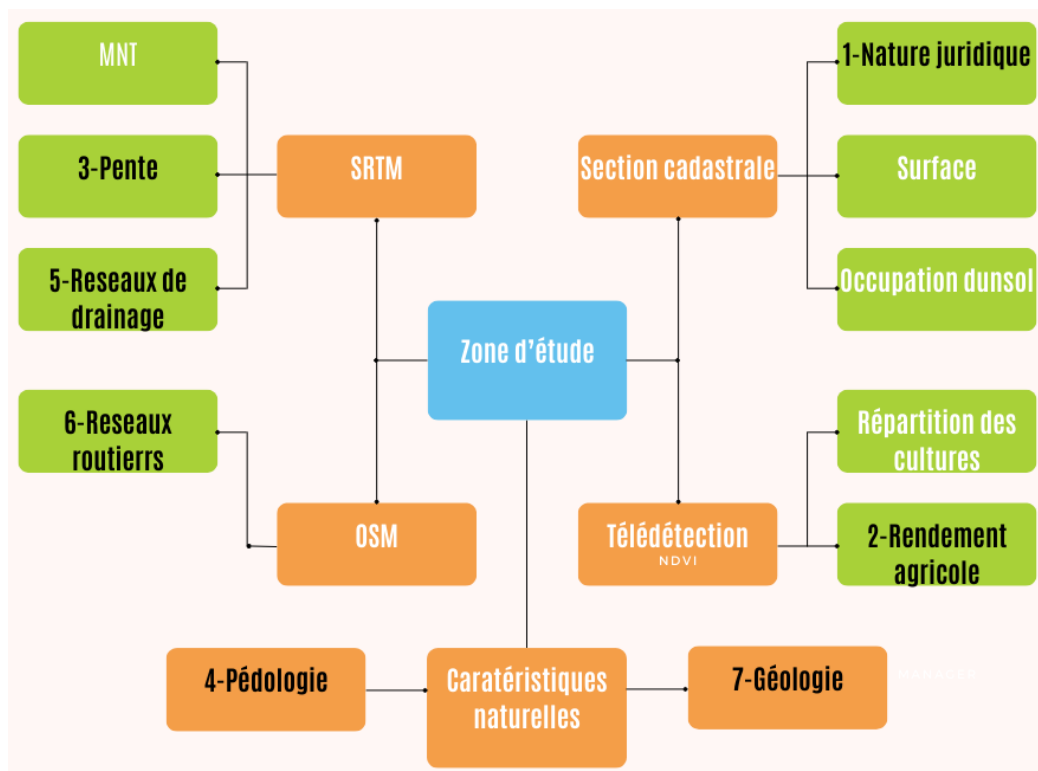


Figure 44 Présentation des données géospatiales utilisées

La mise en place des critères est une étape essentielle pour identifier des zones susceptibles d'être urbanisées en utilisant un SIG, qui proposent des fonctions d'acquisition de données numériques. Les données géoréférencées peuvent être validées, gérées, traitées et analysées spatialement et thématiquement (Sanz Sanz et al. 2017). Ces critères sont liés au foncier, à la

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

topographie, à l'utilisation du sol, au rendement et à la nature de sol. Dans cette recherche, on évalue l'aptitude à l'urbanisation en utilisant les caractéristiques des SIG qui incluant les outils de l'analyse multicritères. Il est possible d'évaluer ces critères en utilisant les fonctionnalités d'analyse spatiale des SIG. Chaque évaluation se conclut par une carte qui illustre l'adéquation de toutes les surfaces élémentaires au critère en question (Darko et al. 2019; Al-Harbi 2001; Djellata-Benabderrahmane 2018).

a. Nature juridique Foncier

Le foncier fait référence aux aspects légaux et réglementaires de la possession et l'utilisation de terrain. Dans le cadre de l'analyse multicritère pour l'extension urbaine il est très utile de comprendre plusieurs dimensions liées à la nature juridique du terrain notamment la nature de la propriété qui influe directement sur la capacité d'acquisition ou l'aménagement du terrain (voir figure 46). Les terrains du domaine privé de l'état sont plus facilement mobilisables pour les projets d'utilité urbain, tandis que d'autre types de propriétés (Melk, inconnue) peuvent nécessiter des négociations ou des procédures d'expropriation, ce qui ralentir les projets.

Un aspect à surveiller est de s'assurer que les terres sélectionnées ne sont pas soumises à des restrictions légales ou à des litiges fonciers. Une cartographie basée sur la disponibilité du stock foncier a été déjà abordé dans la partie 3 chapitre 1. En fin de compte, le critère foncier permet de sécuriser juridiquement et administrativement les terrains avant toutes opérations de choix pour l'urbanisation.

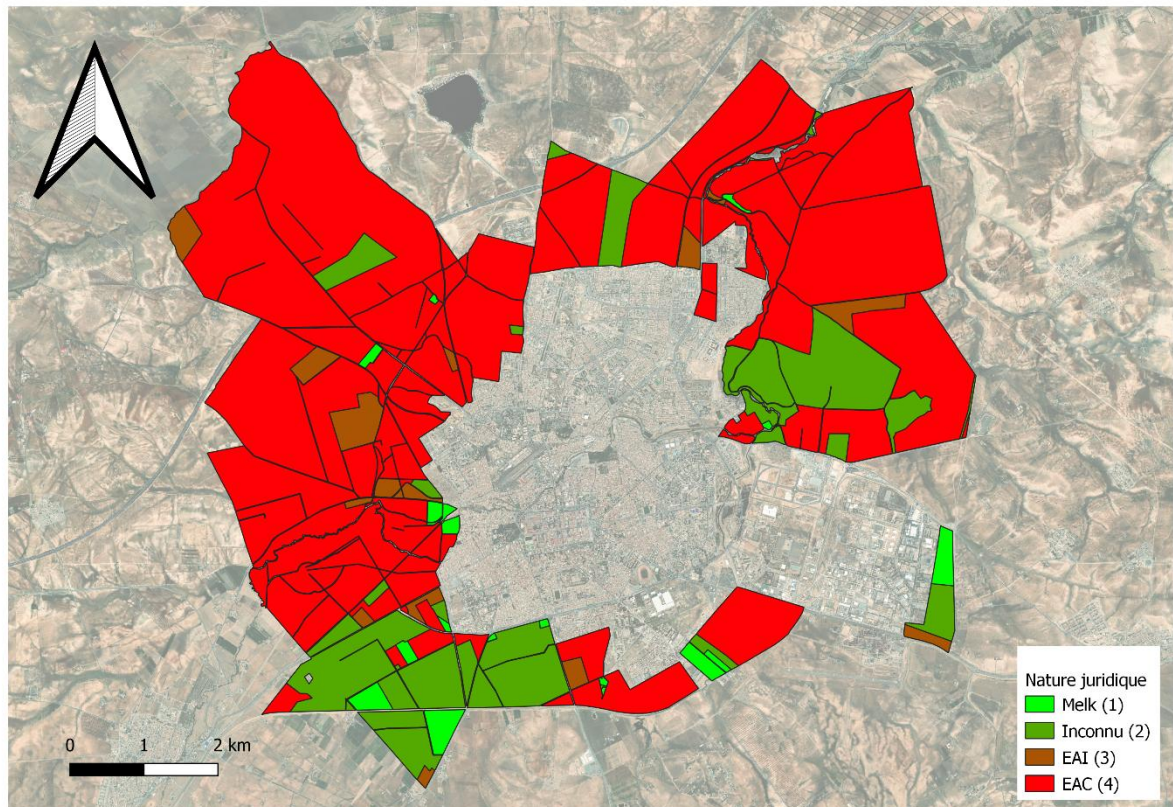


Figure 45 : Pondération des poids (nature juridique)

b. Pente

L'inclinaison du terrain est un facteur important, car les zones avec des pente trop abruptes peuvent être coûteuses à aménager ou dangereuses. La pente faible a modéré sont généralement plus appropriées pour le développement urbain (voir figure 47).

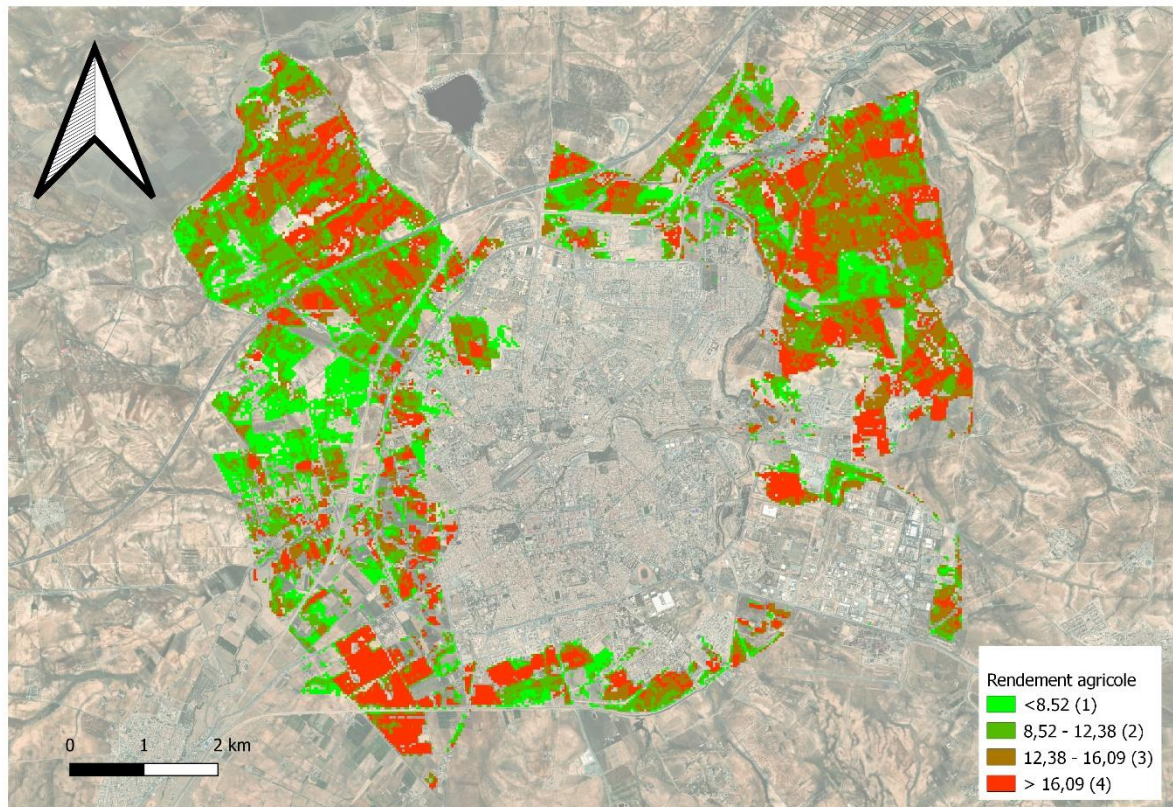


Figure 46 : Pondération des poids (rendement agricole(q/ha), travail réalisé dans le cadre d'un projet interne (CTS-2017), collaboration avec direction des service agricoles de Sidi Bel Abbès))

c. Rendement agricole

Identifier les terres les moins productives ou les moins utiles pour l'agriculture permet de minimiser l'impact sur la production agricole locale. Cela pourrait aider à préserver les meilleures terres agricoles et à utiliser celles qui sont moins productives pour l'urbanisation (voir figure 46).

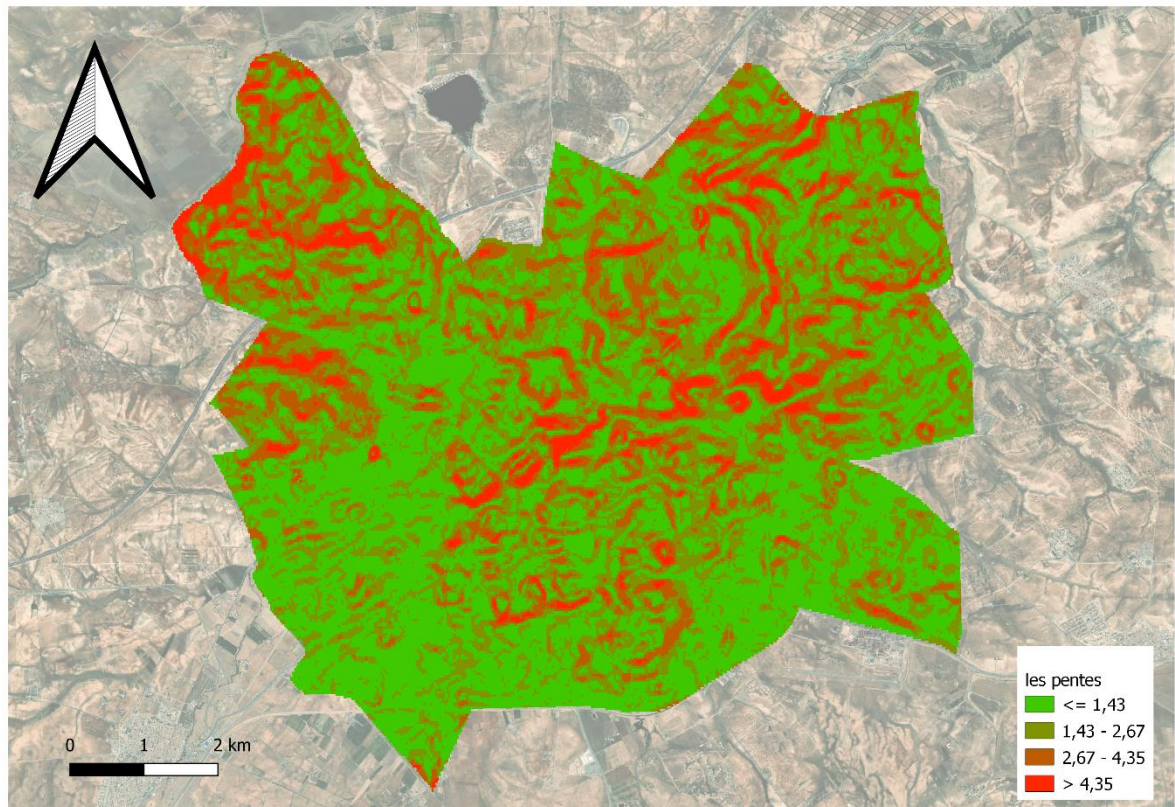


Figure 47: Pondération des poids (les pentes, traitement via MNT, SRTM)

d. Type de sol

Le type de sol est un critère géotechnique qui influe directement la constructibilité, la durabilité et la rentabilité des projets d'extension urbaines. Plusieurs facteurs doivent être pris en compte notamment, la qualité du sol en termes de fertilité est importante dans le cadre de l'arbitrage entre le développement urbain ou agricole. Il est préféré les terres non fertiles pour une extension urbaine afin de préserver les terres agricoles de haute qualité. Cela veut dire que le sol permet de garantir la viabilité technique du développement urbain (voir figure 48).

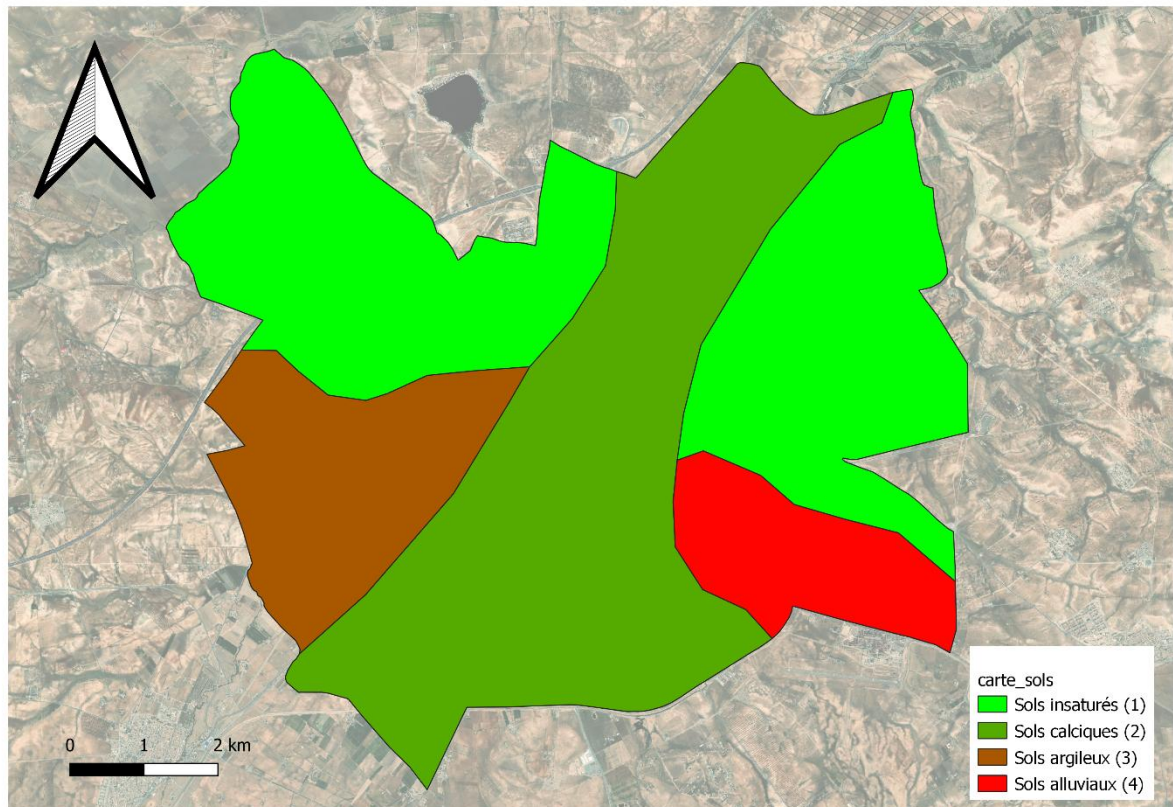


Figure 48 : Pondération des poids (Carte des sols, Carte de reconnaissance des sols)

e. Proximité des oueds

Les oueds et autres sources d'eau peuvent poser des risques d'inondation, donc il serait utile de cartographier les zones inondables pour éviter tout développement urbain à proximité ou planifier des infrastructures de gestion des eaux pluviales (voir figure 49)

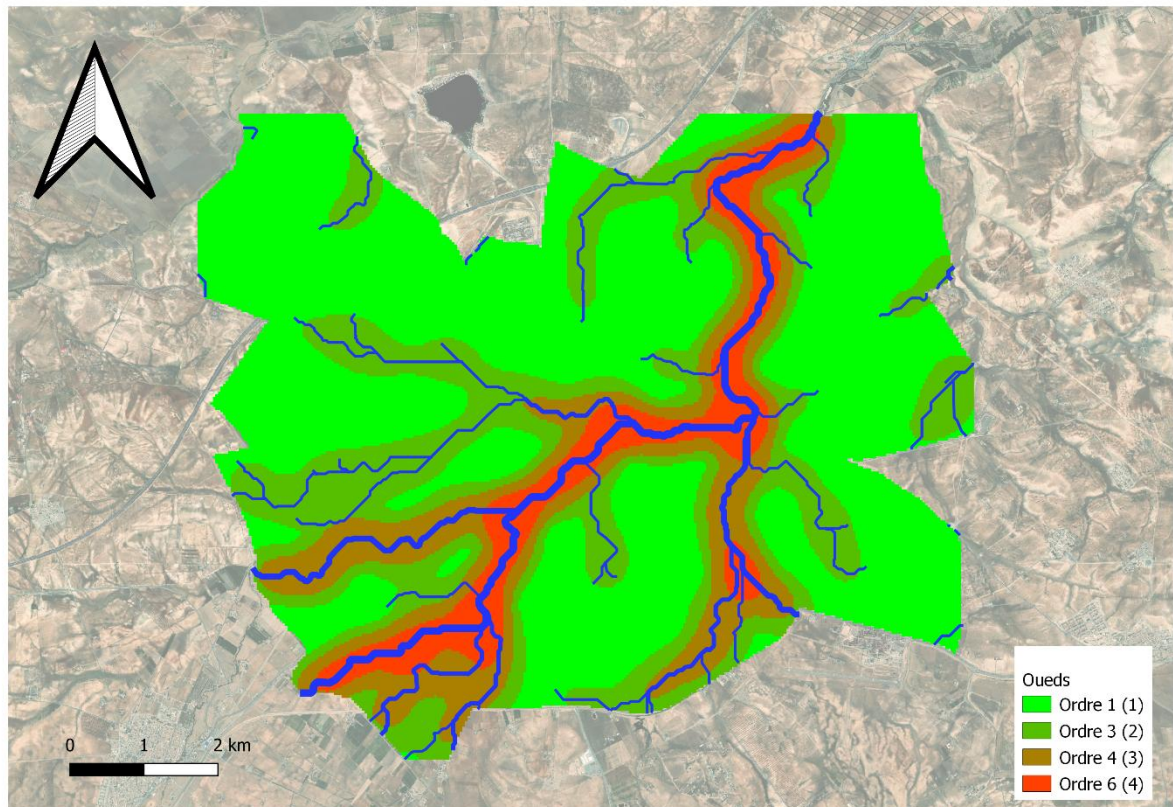


Figure 49:Pondération des poids (proximité des oueds, traitement via le MNT)

f. Proximité des routes

L'accessibilité des zones est un facteur essentiel pour un développement urbain réussi. Plus une zone est proche des principaux axes routiers, plus elle est attrayante pour le développement urbain (voir figure 50).

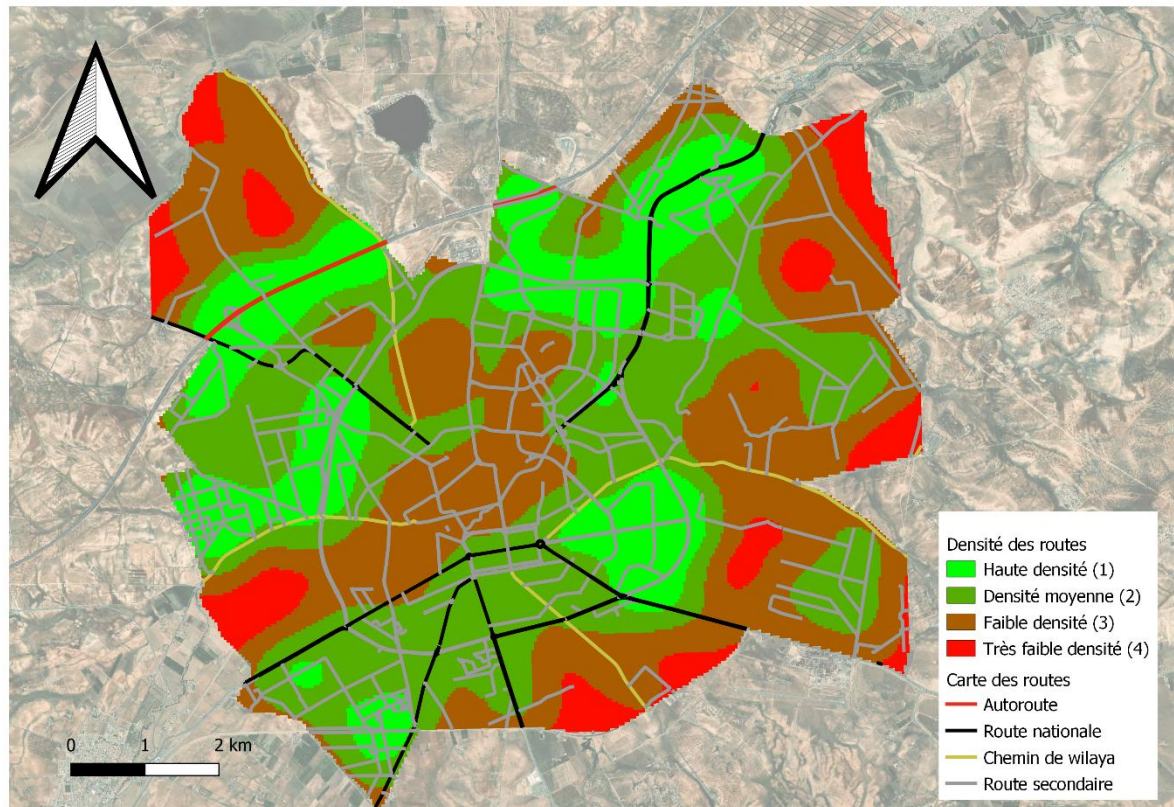


Figure 50 : Pondération des poids (proximité des routes, traitement et analyses spatiales)

g. Géologie

Il est important d'évaluer la nature géologique du terrain, car certains sols peuvent ne pas être stables pour la construction, nécessitant des aménagements coûteux. Cela inclut également la proximité des failles sismiques (voir figure 51\$)

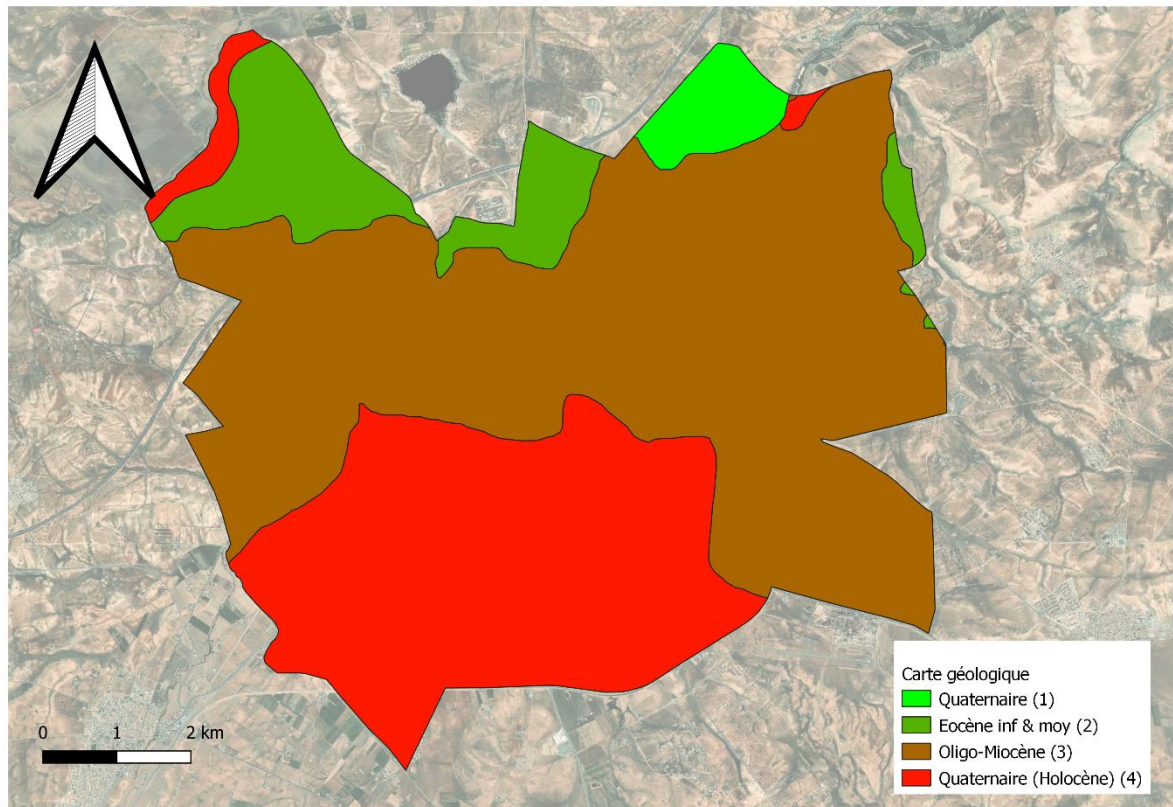


Figure 51 : Pondération des poids (caractéristique géologique)

2.7.9 Classement et harmonisation des critères d'évaluation

La normalisation des critères est le calcul d'importance relative de chaque critères (Saaty 2001). Il faut rendre les facteurs comparables en les formulant sur une échelle commune pour intégrer leur diversité dans le modèle.

Une fois les critères d'évaluation identifiés pour la recherche des zones urbaines propices. Il faut déterminer la couche de chaque facteur pour évaluer l'aptitude des unités de chaque unité de l'espace à exploiter les ressources foncières. Pour chacun des critères, la procédure calcule une carte qui mesure qui mesure le niveau d'aptitude ou d'inaptitude de l'unité d'espace à l'urbanisation. Ces niveaux de compétence d'aptitude doivent être classés en fonction de de leurs contribution apportée à l'objectif final. Cela conduira à des cartes qui seront agrégées par combinaison linéaire pondérée. Dans notre cas d'étude, sept sous critères à savoir : le statut foncier, rendement agricole, caractéristiques des sols, morphologie de terrain, réseaux de drainage, réseaux routiers, la géologie, ces critères ont été sélectionnés selon les connaissances d'experts et ont été classés selon le tableau 19.

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

Dans cette étude, nous avons appliqué la méthode AHP où les facteurs ont été standardisés sur une échelle continue d'aptitude allant de 0 (le moins apte) à 10 (le plus apte). Le tableau 18 catégorise et la standardise les critères sectionnés de 0 à 10 pour créer à une carte représentant, pour toutes surfaces de la zone d'étude (SAATY 2002).

Tableau 19: Catégorisation des critères d'analyse multicritère

Sous-critère	Rang	Valeur	Justification : Paramètres et type de critère
Statut foncier	1		EAC
	2		EAI
	3		Inconnue
	4		Melk
Rendement	1		Haut
	2		Modéré
	3		Faible
	4		Très faible
Typologie des sols	1		Sols argileux
	2		Sols alluviaux
	3		Sols insaturés
	4		Sols calciques
Pente	1		Très faible
	2		Faible
	4		Modéré
	5		Haut
Oueds	6		Très faible
	7		Faible
	8		Modéré
	1		Haut
Routes	2		Haute densité
	3		Densité moyenne
	4		Faible densité
	5		Très faible densité
Géologie	6		Quaternaire (holocène)
	7		Oligo- éocène
	8		Éocène intérieur
	9		Quaternaire

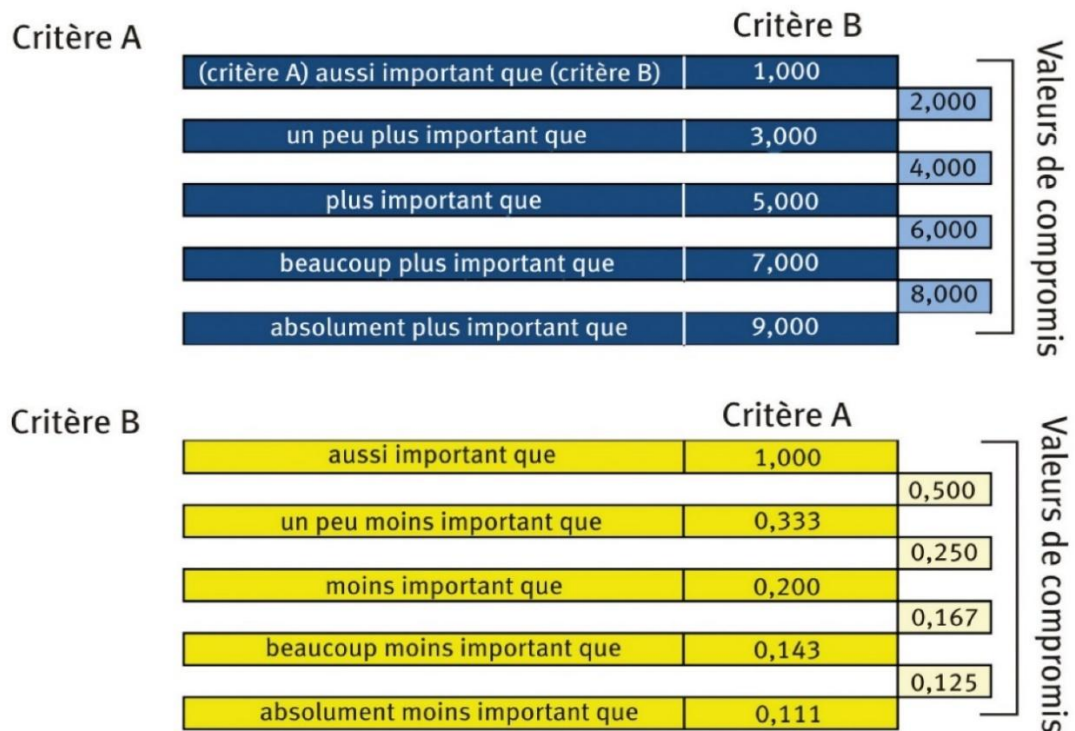


Figure 52 : Échelle d'importance relative de comparaison entre les critères d'un même niveau

2.7.10 Mesure des critères d'évaluation

Cette étape consiste à impliquer la comparaison entre les différents critères d'un niveau hiérarchique afin de déterminer l'importance de leur contribution à la résolution du problème selon la méthode de AHP (SAATY 2002; Saaty 2001). La formulation hiérarchique multicritères établit les critères qui caractérisent la qualité de la réalisation de l'objectif en se basant sur les différents indicateurs liés à la gestion du foncier pour les besoins de l'urbanisation. Les indicateurs mentionnés sont les diverses options, décisions ou alternatives qui pourraient être employées afin d'atteindre l'objectif final du projet. L'analyse de ces indicateurs et définition de leur importance pour les autres à l'aide de la méthode AHP permettant d'obtenir une matrice des rapports de comparaison par paires. Le schéma présenté dans la figure 56 permet de réaliser une comparaison par pair au sein de l'AHP. En général, un diagnostic est employé afin d'obtenir le rapport d'importance de chaque critère en se basant sur le jugement et la perception de l'expert. le degré d'importance est calculé en comparant chaque

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

paires de critères et en leur attribuant un coefficient de pondération r_{ij} suivant l'échelle de valeur de (Pérez 1995) (voir Tableau 20) afin de créer une matrice de comparaison par paire.

Tableau 20: Classification de degrés d'importance affectés pour chaque sous critères

Degrés d'importance	Explication
1	Importance égale : deux caractéristiques contribuent de la même façon
3	Faible importance : l'expérience et l'appréciation personnelles favorisent légèrement une caractéristique par rapport à une autre.
5	Importance forte ou déterminante : l'expérience et l'appréciation favorisent fortement une caractéristique par rapport à une autre.
7	Importance très forte ou attestée : une caractéristique est fortement favorisée et sa dominance est attestée dans la pratique.
9	Importance absolue : les preuves favorisant une caractéristique par rapport à une autre est aussi convaincantes que possible.
2, 4, 6, 8	Valeurs associées à des jugements lorsqu'un compromis est nécessaire.

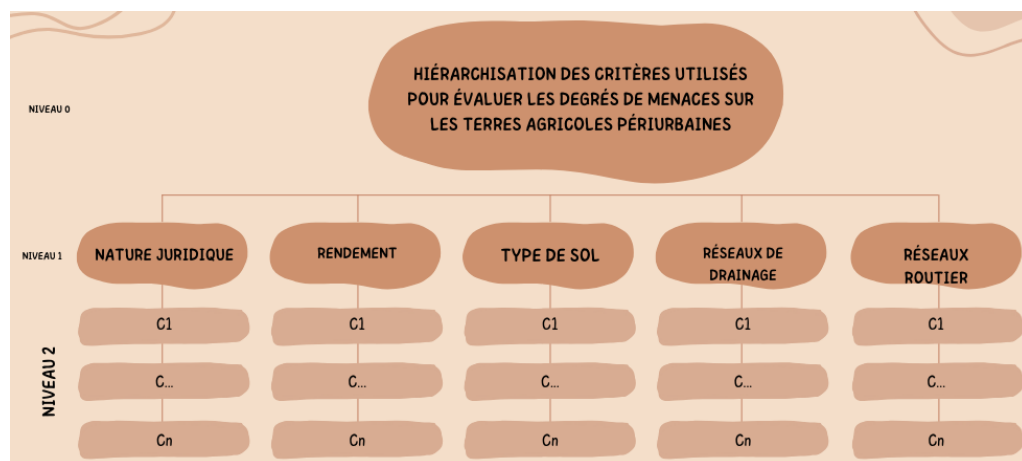


Figure 53 : Hiérarchie des critères ou indicateurs de choix des sites d'urbanisation

En fin de compte, la comparaison se présente sous la forme d'une matrice carrée où chaque valeur d'élément varie de 1/9 à 9. Les éléments de la diagonale de la matrice sont toujours égaux à 1, tandis que les éléments non diagonaux témoignent de la perception relative de l'importance d'une caractéristique pour une autre (SAATY 2002; Saaty 2001; Pérez 1995; de FSM Russo et Camanho 2015).

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

$$A = [r_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & . & . & . & r_{1j} \\ 1/r_{12} & 1 & . & . & . & r_{2j} \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ 1/r_{1j} & 1/r_{2j} & . & . & . & 1 \end{bmatrix}$$

Figure 54 Matrice de comparaison

Après avoir obtenue la matrice de comparaison, il est nécessaire de calculer la valeur propre de chaque élément. L'ordre de priorité ou la hiérarchie des caractéristiques étudiées est indiqué par un vecteur propre (SAATY 2002). Ce résultat revêt une importance pour l'évaluation de la probabilité, puisqu'il sera utilisé pour indiquer l'importance capitale pour l'évaluation de probabilité (Saaty 2001), car il servira à évaluer l'importance relative de chaque critère opérant. La mesure de la valeur propre permet de évaluer la cohérence ou la qualité de solution obtenu, ce qui constitue un autre avantage de cette méthode. La matrice de comparaison est ensuite normalisée de manière à ce que la somme de tous les poids soit égale à 1 (Tableau 21). Il est donc essentiel d'avoir un moyen de mesurer la cohérence des jugements émis afin d'accepter les résultats de pondération (de FSM Russo et Camanho 2015). La cohérence accrue dans les jugements entraîne des jugements de meilleure qualité, ce qui implique que les estimations des poids liés aux critères adoptés en sont d'autant plus fiables (Al-Harbi 2001).

Tableau 21: Pondération des critères

Critère	Foncier	Rendement	Carte des sols	Pente	Oueds	Routes	Géologie	Poids en %
Foncier	1	2	3	4	5	6	8	34,86%
Rendement	1/2	1	2	3	4	5	6	23,31%
Carte des sols	1/3	1/2	1	2	4	5	7	17,44%
Pente	1/4	1/3	1	1	2	4	5	10,76%
Oueds	1/5	1/4	1/2	1/2	1	2	5	6,83%
Routes	1/6	1/5	1/3	1/4	1/2	1	3	4,31%
Geologie	1/8	1/6	1/4	1/5	1/3	1/3	1	2,46%

2.7.11 Évaluation de la cohérence

Selon (SAATY 2002), l'idée de cohérence dans la comparaison par paires est repose sur le fait que notre jugement est temporaire. De cette manière, l'indice de cohérence évalue la fiabilité de comparaison exprimée à des jugements cohérent en utilisant la formule (equ1) mesure la fiabilité de la comparaison exprimée à des jugements cohérents. Les jugements exprimés dans la matrice de comparaison seraient incohérents à mesure que l'indice de cohérence augmente, et vice versa.

$$IC = \frac{(\lambda_{\max} - N)}{N - 1}$$

Le nombre des éléments comparés est représenté par « N », tandis « $\lambda_{\max}$ », une valeur calculée en se basant sur la moyenne des valeurs de matrice de (Saaty 2001)des vecteurs propres.

En outre, selon l'expérimentation établie par (Saaty et Vargas 1980), le Ratio de Cohérence (RC) est définit comme le rapport entre l'indice de cohérence calculé de la matrice correspondante aux jugements des acteurs et l'Indice Aléatoire (IA) d'une matrice de même dimension présenté dans le tableau 21. La formule mathématique ci-dessous (2) permet de calculer la cohérence logique des jugements des experts. Il permet d'évaluer la cohérence des jugements par la méthode de comparaison par paires. Il indique que les critères à comparer sont cohérents en ce qui concerne leur importances ordinale et cardinale. Lorsqu'il s'agit de comparer moins de 9 éléments, on établit généralement un seuil de tolérance de 10% pour cet indice de cohérence. Etant donné rarement plus de 9 indicateurs sont inclus dans un critère, 10% est le seuil le plus couramment employé dans l'analyse multicritère. Il serait possible de tolérer des niveaux d'incohérence plus élevés pour des comparaisons impliquant plus de 9 éléments. On peut donc définir le ratio de cohérence comme la probabilité que la matrice soit complétée aléatoirement(de FSM Russo et Camanho 2015).

$$Rc = \frac{IC}{IA}$$

Où IA : est l'indice aléatoire calculé en fonction du nombre de critères mentionnés dans le tableau 22.

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

D'après (Saaty 2001), si la valeur de RC dépasse 0.1, cela entraîne une incohérence dans les comparaisons par paires, ce qui nécessite une réévaluation la matrice issue des comparaisons. Les résultats obtenus grâce à la comparaison par paires des critères utilisés dans notre cas d'étude, ainsi aux calculs concernant les différents paramètres : $\lambda_{\max} = 7,640$, indice de cohérence IC = 0,04, indice aléatoire IA = 1,32 ; ratio de cohérence RC = 0,05 < 0,1. En raison de la faible proportion de cohérence étant inférieur à 0.1 ce qui nous permet d'affirmer que les jugements d'appréciation des critères ont été cohérents.

Tableau 22: Indice de consistance aléatoire (Saaty et Vargas 1980; SAATY 2002)

Taille matrice (n)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.53	1.56	1.57	1.59

2.7.12 Qualification des critères

Afin d'obtenir l'importance par critère, il est maintenant nécessaire de regrouper tous les critères liés à notre thématique, tels qu'ils sont confirmés dans la structure hiérarchique ci-dessous. D'après les auteurs suivant (Sanz Sanz et al. 2017; Roula 2022; Lécole 2021; Koutsou et al. 2017; JBILOU et BOUSFIHA 2024b; Augusseau et al. 2018), le problème que nous abordons est celui de l'agrégation complète. Le processus consiste à intégrer l'ensemble des données dans l'expression mathématique relative à la méthode AHP en vue de l'obtention d'une valeur unique après intégration du poids attribué à chaque critère et combinaison de ces critères en un indicateur par une somme pondéré.

Toutefois, une fois que les couches d'information concernant les critères d'appréciation ont été établies et auxquelles ont été attribuées des coefficients de pondération, il est aisé de les combiner pour générer une décision composite sur les zones optimales pour l'urbanisation. il est aisé de les combiner pour former une décision composite. L'opération est connue sous le nom d'analyse multicritères est la combinaison linéaire des critères. La méthode la plus répondue et la plus fréquente est la combinaison linéaire pondérée ou la somme pondérée, qui regroupe intégralement tous les critères en un seul (Saaty et Vargas 1980). La méthode implique de multiplier chaque couche de facteur par son coefficient de pondération respectif, puis d'additionner les résultats afin de générer un indice d'aptitude pour chaque site, situé sur une échelle de 0 à 10 similaires à celle des facteurs et dont la somme des poids est 1 pour chaque

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

site. Après avoir évalué les différentes couches facteurs de décision, nous les avons ensuite combinées à l'aide d'une combinaison linéaire pondérée pour obtenir un indice d'aptitude tel que représenté par l'équation (3) (Yoon, Lee, et Hwang 2011).

$$V_i = \sum_{j=1}^9 a_{ij} * w_j \text{ pour } i=1, 2, \dots, 9$$
$$a_{ij} = \frac{a_i}{a_j}$$

a_i et a_j sont les coefficients de pondération évaluant l'importance relative des critères,

w_j : le poids de chaque critère ;

V_i : indice de synthèse

3 Conclusion

Ce chapitre a abordé l'utilisation des données de télédétection pour la caractérisation des dynamiques urbaines et agricoles dans les zones périurbaines. Deux sources principales de données ont été utilisées : Landsat et Sentinel 2A. Landsat a été privilégié pour sa vaste archive historique, permettant une analyse temporelle des changements sur plusieurs années. D'autre part, Sentinel2A a été utilisé pour sa haute résolution spatiale, offrant un détail sur le plan géométrique de quelques objets terrestre.

En complément, des données de terrain ont été collectées pour réaliser des sondages et préparer les échantillons destinés à la classification supervisée, une étape essentielle pour former et valider les modèles de classification.

En plus des données satellitaires, d'autres informations ont contribué à la compréhension du contexte géographique et la caractérisation des terres. Parmi elles, les données relatives au statut juridique ont été importantes pour comprendre les usages légaux et différencier les zones agricoles consommées par l'urbanisation. Le modèle numérique de terrain (MNT) a fourni une base pour comprendre les caractéristiques topographiques, tandis que des données climatiques et des informations sur le milieu physique ont été aidé à analyser les interactions entre l'environnement et les activités humaines.

Différentes méthodes de classification supervisée ont été testées pour identifier les zones bâties, et ces méthodes ont été comparées en termes de temps de calcul et de volume de données utilisées pour l'entraînement et la validation des modèles. Face à la complexité des données et aux défis rencontrés, une méthode hybride de classification a été adoptée, combinant plusieurs approches pour obtenir une bonne caractérisation et détection des surface bâties.

Le processus de détection de changement a ensuite été appliqué pour évaluer l'étalement urbain au fil du temps, en comparant les images satellitaires prises à différentes dates. Cette analyse a permis de mesurer l'impact de l'urbanisation sur les terres agricole en périphérie, en tenant compte du statut juridique des terres pour comprendre la pression exercée par l'expansion urbaine sur les zones protégées ou réservée à l'agriculture.

Chapitre1 : Données, méthodes et les outils de base pour la caractérisation de l'évolution de l'agriculture périurbaine

Enfin, les résultats obtenus ont été intégrés dans un processus hiérarchique multicritère. Ce processus a permis d'établir un zonage des terres agricoles périurbaines, identifiant celles qui sont les plus menacées par l'urbanisation. Cette méthodologie constitue un outil pour la planification territoriale et la gestion des pressions urbaines sur les terres agricoles, fournissant des indicateurs clairs sur les zones susceptibles de subir des transformations à l'avenir. Les résultats détaillés de ce processus seront présentés dans le chapitre 2 de la partie 3.

Chapitre II

Caractérisation de l'étalement urbain et son impact sur l'agriculture périurbaine

g

1 Introduction

Sous la contrainte de croissance démographique mondiale la planète s'urbanise rapidement et une grande partie du paysage naturel a été remplacée par la dynamique de l'artificialisation (Xu, Huang, et Zhang 2013; Sun et al. 2015). L'Algérie connaîtrait toujours une urbanisation galopante, qui résulte toujours de l'exode rural²⁰ le quel diriger des apports démographiques vers les grandes villes²¹ (B. Semmoud 2001; 2009). La répartition spatiale et la dynamique temporelle des espaces urbains jouent un rôle important dans les changements environnementaux globaux. Par conséquent, il est primordiale de surveiller et d'évaluer avec précision la distribution spatiale des zones urbaines (Grimm et al. 2008). Depuis la fin des années 1990, le nombre de satellites de télédétection a considérablement augmenté. En ce qui concerne l'urbanisation, il est essentiel de dériver des cartes d'utilisation / occupation du sol à partir d'images de télédétection(Antrop, 2007).

Dans ce chapitre, on exploite les outils de télédétection pour évaluer la croissance urbaine de la ville de SBA entre 1987 et 2019. Il s'agit de caractériser et de quantifier les espaces urbanisés durant cette période. Pour cela nous avons utilisé les images Landsat (TM, et OLI8) de 1987, 1999, 2009 et 2019 pour évaluer les surfaces bâties et leurs localisations. Les résultats obtenus ont été validés par rapports aux réalités de terrain.

²⁰ Pays de tradition rurale selon Marc Côte (1983).

²¹ Extrait des paroles « Bouziane Semmoud » : Mucem (temps fort), Algérie, entre la carte et le territoire, Alger, les villes, le territoire (18 janvier 2016). Avec Nadir Bouamaza et Bouziane Semmoud, En conversation avec Saïd belguidoum.

2 Analyse globale comparée avec les dimensions locales des changements d'occupation du sol

L'analyse des modes d'occupation du sol entre 1987 et 2019 fournit des informations précieuses sur les dynamiques spatiales et les transformations environnementales qui ont marqué cette période. Les résultats obtenus à partir des cartes et des matrices de confusion permettent de comprendre l'évolution des différents types de surfaces et les tendances majeures en matière d'utilisation des terres. Ce travail se propose de synthétiser ces évolutions en identifiant les principaux changements et en discutant la performance des classifications des différentes années à travers l'analyse des matrices de confusion.

3 Évolution des modes d'occupation du sol (1987-2019)

L'évolution des modes d'occupation du sol sur une période de plus de trente ans révèle des changements significatifs dans la répartition des surfaces naturelles, agricoles et urbaines (voir figures 56 et 57). En 1987, les terres agricoles dominaient le paysage avec une superficie de 355 887 ha, soit 37,86 % de l'ensemble des terres, tandis que les parcours steppiques occupaient 146 581,92 ha (15,59 %). Cependant, une diminution progressive des surfaces steppiques a été constatée au fil des décennies, avec une réduction marquée à partir de 2009, où elles atteignaient un sommet avant de redescendre à 128 283,75 ha en 2019.

L'urbanisation a suivi une tendance inverse. Le bâti, représentant 1 603,89 ha en 1987 (0,17 %), a connu une augmentation rapide pour atteindre 7 409,88 ha (0,79 %) en 2019. Cette croissance reflète l'expansion des zones urbaines au détriment des terres naturelles et agricoles. Simultanément, la forêt, initialement en déclin entre 1987 et 1999, a montré une reprise modérée à partir de 2009, atteignant finalement 4 941,90 ha en 2019.

L'évolution des autres types d'occupation du sol, comme les zones humides et la végétation arborée, a été plus stable, bien que des fluctuations soient notables. Par exemple, la végétation arborée a vu sa superficie passer de 8 515,71 ha en 1987 à 26 480,34 ha en 1999, pour ensuite retomber à 11 487,78 ha en 2019. Ces variations traduisent des dynamiques complexes liées aux politiques de gestion des ressources naturelles et à l'impact du changement climatique.

4 2. Analyse des matrices de confusion

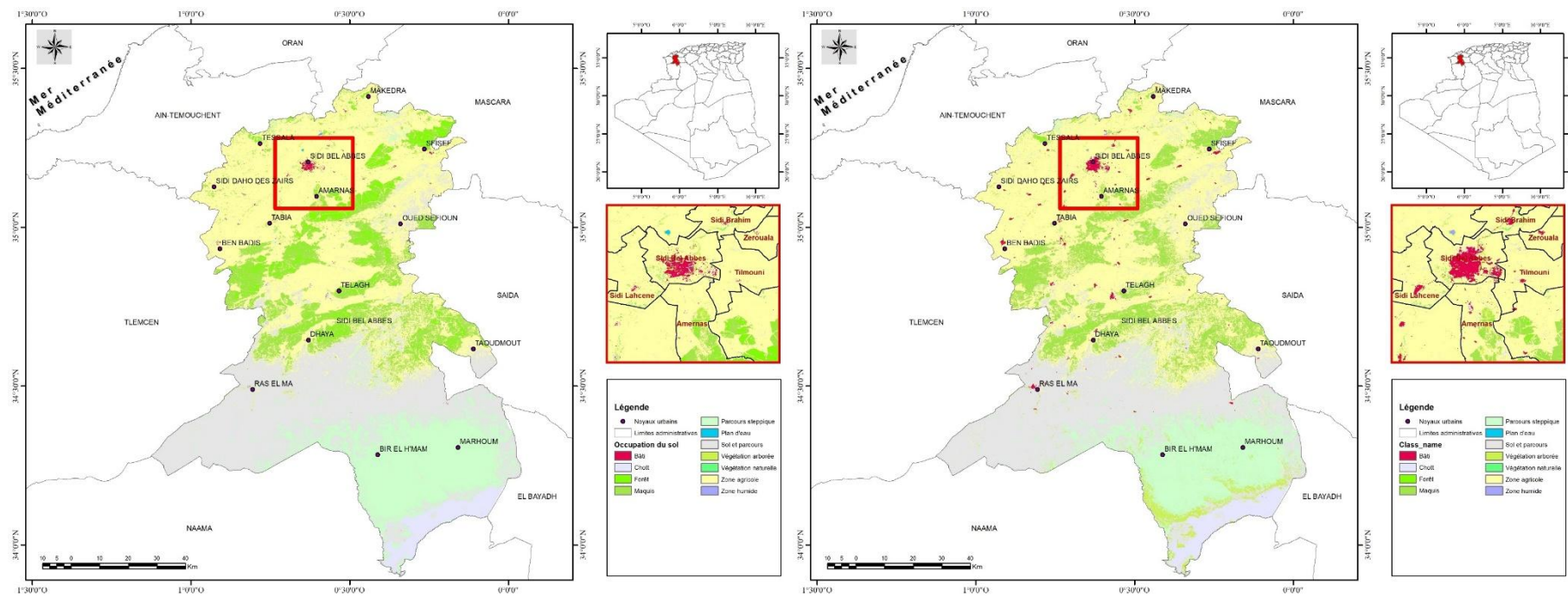
Les matrices de confusion sont un outil essentiel pour évaluer la précision des classifications des différents modes d'occupation du sol. Elles permettent de mesurer la qualité des prédictions par rapport aux données réelles et fournissent des indicateurs de performance tels que la précision globale et l'indice de Kappa (voir tableaux 23, 24, 25 et 26).

En 1987, la classification a obtenu une précision globale de 93,47 %, avec un indice de Kappa de 0,92, indiquant une excellente correspondance entre les prédictions et la réalité. Les classes telles que la forêt (89,2 %), les parcours steppiques (98,1 %) et l'agriculture (94,9 %) ont montré des taux de précision particulièrement élevés, tandis que certaines classes, comme la végétation naturelle, ont obtenu des scores légèrement inférieurs (73,3 %).

En 1999, une baisse notable de la précision globale à 73,81 % et de l'indice de Kappa à 0,69 a été observée. Cette diminution peut être attribuée à une moins bonne différenciation entre certaines classes, notamment les zones agricoles et les parcours steppiques, qui ont pu se confondre dans les images satellites ou à cause des changements rapides survenus dans ces types d'occupation.

En 2009, la précision globale est remontée à 80,90 % avec un indice de Kappa de 0,78, ce qui montre une amélioration dans la qualité des classifications. L'introduction de nouvelles technologies et de données plus précises a sans doute contribué à cette amélioration. Certaines classes, comme la forêt et les zones bâties, ont été mieux différenciées, avec des taux de précision respectifs de 96,1 % et 100 %.

Enfin, en 2019, la précision globale a atteint 82,73 %, avec un indice de Kappa de 0,80, confirmant la tendance positive en matière de classification. Les zones urbaines, les forêts et les parcours steppiques ont montré des taux de précision élevés, bien que certaines erreurs subsistent dans les classes de végétation arborée et naturelle.



(a) Carte d'occupation du sol 1987

(b) Carte d'occupation du sol 1999

Figure 55 Carte d'occupation du sol (1987/1999)

Chapitre2 : Caractérisation de l'étalement urbain et son impact sur l'agriculture périurbaine

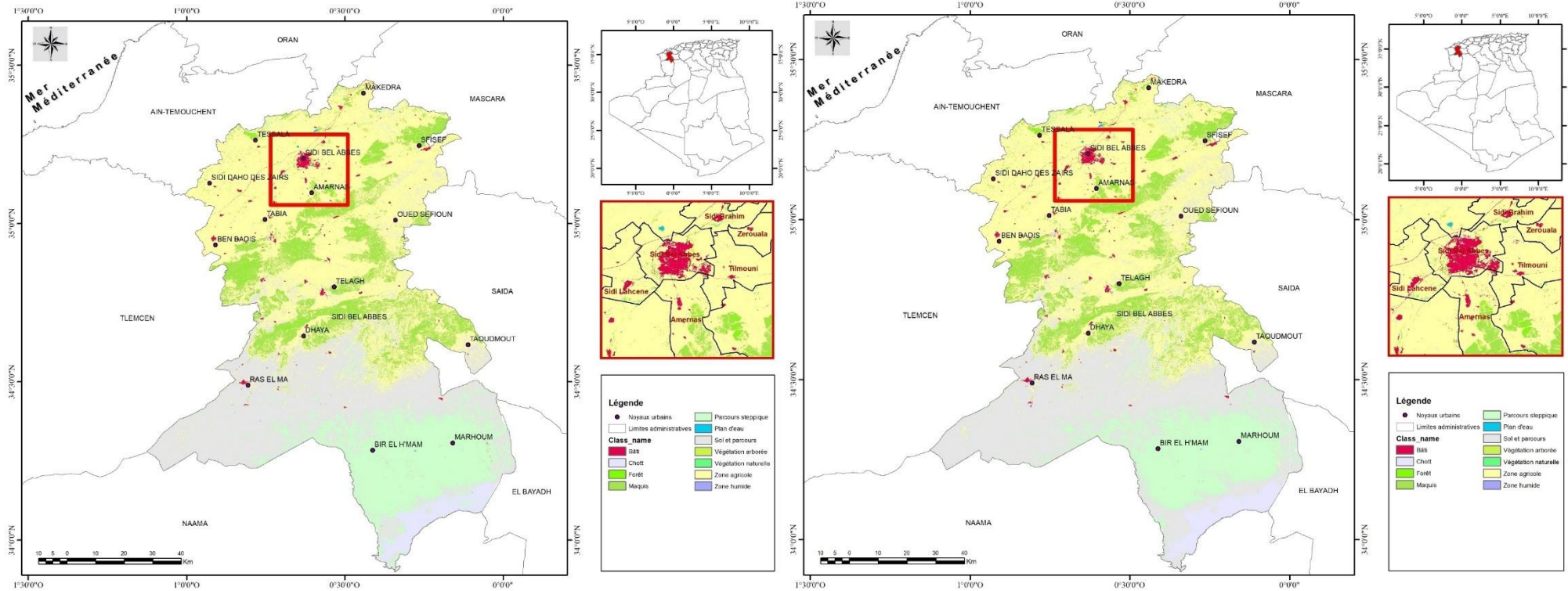
		Validation											Total	Producer Accuracy
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Classification	1	249	30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	281	89.2
	2	30	286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	316	90.5
	3	0	0	229	0	0	0	0	9	0	0	0	229	93.8
	4	0	0	2	264	1	0	0	0	0	0	17	293	97.4
	5	0	0	0	0	136	0	0	0	0	0	0	136	95.1
	6	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	45	97.8
	7	0	0	0	3	4	0	595	0	0	3	26	631	98.1
	8	0	0	9	4	0	0	0	235	0	0	4	252	96.3
	9	0	0	2	0	2	0	11	0	44	1	0	60	100
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	50	92.5
	11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	173	174	78.4
Total		279	316	244	271	143	46	606	244	44	54	220	2467	
User Accuracy		88.6	90.5	100	90.1	100	100	94.9	93.2	73.3	100	99.4		
Précision globale : 93.47% Indice de Kappa : 0.92														

Tableau 23: Matrice de confusion 1987

		Validation											Total	Producer Accuracy
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Classification	1	271	287	0	0	0	0	0	0	1	0	0	559	6
	2	1	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	97.1
	3	0	0	240	0	0	0	12	0	0	0	0	255	98.3
	4	0	0	0	271	0	0	1	10	0	0	0	282	100
	5	0	0	0	0	138	0	0	0	0	0	0	138	96.5
	6	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	86	132	100
	7	5	8	0	0	0	0	585	0	3	3	28	626	96.5
	8	0	0	1	0	1	0	0	234	0	0	4	240	95.9
	9	2	2	3	0	4	0	8	0	40	1	0	60	90.9
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	50	92.9
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	102	46.3
Total		279	316	244	271	143	46	606	244	44	54	220	2467	
User Accuracy		48.4	95	94.1	96.1	100	34.8	93.4	97.5	66.6	100	100		
Précision globale : 80.90% Indice de Kappa : 0.78														

Tableau 24: Matrice de confusion 1999

Chapitre2 : Caractérisation de l'étalement urbain et son impact sur l'agriculture périurbaine



(c) Carte d'occupation du sol 2009

(d) Carte d'occupation du sol 2019

Figure 56 Carte d'occupation du sol (2009/2019)

Chapitre2 : Caractérisation de l'étalement urbain et son impact sur l'agriculture périurbaine

		Validation											Total	Producer Accuracy
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Classification	1	271	287	0	0	0	0	0	0	1	0	0	559	6
	2	1	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	97.1
	3	0	0	240	0	0	0	12	0	0	0	0	255	98.3
	4	0	0	0	271	0	0	1	10	0	0	0	282	100
	5	0	0	0	0	138	0	0	0	0	0	0	138	96.5
	6	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0	86	132
	7	5	8	0	0	0	0	585	0	3	3	28	626	96.5
	8	0	0	1	0	1	0	0	234	0	0	4	240	95.9
	9	2	2	3	0	4	0	8	0	40	1	0	60	90.9
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	50	92.9
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	102	46.3
Total		279	316	244	271	143	46	606	244	44	54	220	2467	
User Accuracy		48.4	95	94.1	96.1	100	34.8	93.4	97.5	66.6	100	100		
Précision globale : 80.90% Indice de Kappa : 0.78		Tableau 25: Matrice de confusion 2009												

		Validation											Total	Producer Accuracy
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Classification	1	275	284	0	0	0	0	0	1	1	1	0	562	98.5
	2	1	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	9.1
	3	0	0	239	0	0	0	14	1	6	0	0	260	97.9
	4	0	0	0	270	0	0	1	23	0	0	0	294	99.6
	5	0	0	0	0	135	0	0	0	0	0	0	135	94.4
	6	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	61	107	100
	7	3	0	1	1	1	0	583	0	0	4	0	593	96.2
	8	0	0	0	0	1	0	0	219	0	0	0	220	89.7
	9	0	3	4	0	5	0	8	0	37	0	0	57	84
	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	49	0	50	90.7
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	159	159	72.2
Total		279	316	244	271	143	46	606	244	44	54	220	2467	
User Accuracy		48.9	96.6	91.9	91.8	100	42.9	98.1	99.9	64.9	98	100		
Précision globale : 82.73% Indice de Kappa : 0.80		Tableau 26: Matrice de confusion 2019												

1. Maquis, 2. Forêt, 3. Urbain, 4. Sol et parcours, 5. Chott, 6. Plan d'eau, 7. Agriculture, 8. Parcours steppiques, 9. Végétation arborée, 10. Végétation naturelle, 11. Zone humide

5 Taux de changement des surfaces (1987-2019)

Les taux de changement brut calculés entre 1987 et 2019 montrent des dynamiques contrastées. Entre 1987 et 1999, la forêt a connu la plus forte réduction de superficie avec une perte de 29 077,47 ha, tandis que les zones bâties ont vu leur superficie augmenter de 3 714,03 ha. Cette période est marquée par une urbanisation croissante au détriment des espaces naturels.

Tableau 27: Taux de changement 1987-1999

Occupation du sol	Surface 1987 (ha)	%	Surface 1999 (ha)	%	Taux brut	
Forêt	32658.66	3.47	3581.19	0.38	-29077.47	-3.09
Chott	24404.76	2.60	24598.89	2.62	194.13	0.02
Plan d'eau	56.70	0.01	2.34	0.00	-54.36	-0.01
Bâti	1603.89	0.17	5317.92	0.57	3714.03	0.40
Zone humide	137.61	0.01	151.74	0.02	14.13	0.00
Végétation arborée	8515.71	0.91	26480.34	2.82	17964.63	1.91
Végétation naturelle	1092.69	0.12	829.80	0.09	-262.89	-0.03
Zone agricole	355887.00	37.86	382371.21	40.72	26484.21	2.86
Maquis	107480.97	11.43	107023.77	11.40	-457.20	-0.04
Parcours steppique	146581.92	15.59	127601.64	13.59	-18980.28	-2.00
Sol et parcours	261560.97	27.83	260976.78	27.79	-584.19	-0.03
	915 063	100.00	915 063	100.00	0	0.00

Entre 1999 et 2009, le changement le plus spectaculaire concerne les parcours steppiques, qui ont connu une expansion de 124 454,07 ha. Cela pourrait être lié à des efforts de conservation ou à des changements dans l'utilisation des terres agricoles. En revanche, les surfaces de sols et parcours ont diminué de manière significative (-116 882,28 ha), illustrant un changement d'utilisation des terres probablement dû à des pratiques agricoles intensifiées ou à des projets de développement.

Chapitre2 : Caractérisation de l'étalement urbain et son impact sur l'agriculture périurbaine

Tableau 28: Taux de changement 1999-2009

Occupation du sol	Surface 1999 (ha)	%	Surface 2009 (ha)	%	Taux brut	%
Forêt	3477,2394	0,38	4483,8087	0,49	1006,5693	0,11
Chott	23974,6506	2,62	22693,5624	2,48	-1281,0882	-0,14
Plan d'eau	0	0	91,5063	0,01	91,5063	0,01
Bâti	5215,8591	0,57	6222,4284	0,68	1006,5693	0,11
Zone humide	183,0126	0,02	183,0126	0,02	0	0
Végétation arborée	25804,7766	2,82	8784,6048	0,96	-17020,1718	-1,86
Végétation naturelle	823,5567	0,09	1006,5693	0,11	183,0126	0,02
Zone agricole	372613,6536	40,72	379751,145	41,5	7137,4914	0,78
Maquis	104317,182	11,4	106421,8269	11,63	2104,6449	0,23
Parcours steppique	124357,0617	13,59	245236,884	26,8	120879,8223	13,21
Sol et parcours	254296,0077	27,79	140187,6516	15,32	-114108,3561	-12,47
	915 063	100	915 063	100	0	0

De 2009 à 2019, l'augmentation des sols et parcours (+131 760,09 ha) s'accompagne d'une diminution des parcours steppiques (-123 771,96 ha), témoignant une reconversion des surfaces steppiques vers d'autres types d'occupation. Cette tendance montre que les paysages steppiques sont sous pression, soit par l'urbanisation, soit par le défrichement ou le surpâturage.

Tableau 29: Taux de changement 2009-2019

Occupation du sol	Surface 2009 (ha)	%	Surface 2019 (ha)	%	Taux brut	
Forêt	4483,8087	0,49	4849,8339	0,53	366,0252	0,04
Chott	22693,5624	2,48	22053,0183	2,41	-640,5441	-0,07
Plan d'eau	91,5063	0,01	91,5063	0,01	0	0
Bâti	6222,4284	0,68	7228,9977	0,79	1006,5693	0,11
Zone humide	183,0126	0,02	183,0126	0,02	0	0
Végétation arborée	8784,6048	0,96	11163,7686	1,22	2379,1638	0,26
Végétation naturelle	1006,5693	0,11	1189,5819	0,13	183,0126	0,02
Zone agricole	379751,145	41,5	373437,2103	40,81	-6313,9347	-0,69
Maquis	106421,8269	11,63	101205,9678	11,06	-5215,8591	-0,57
Parcours steppique	245236,884	26,8	124997,6058	13,66	-120239,2782	-13,14
Sol et parcours	140187,6516	15,32	268662,4968	29,36	128474,8452	14,04
	915063	100	915063	100	0	0

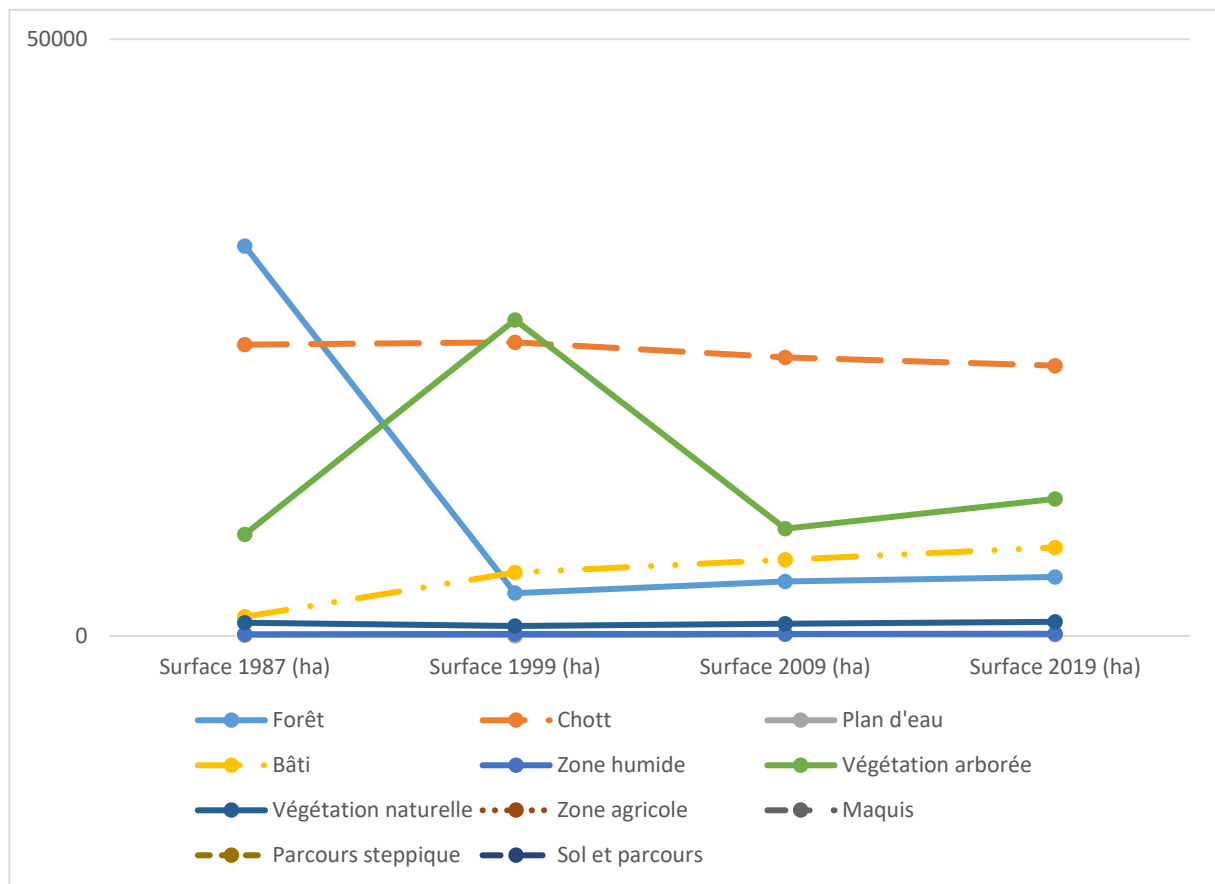


Figure 57 les transitions effectuées par rapport des classes d'occupation du sol

L'étude des modes d'occupation du sol entre 1987 et 2019 révèle des transformations profondes, dominées par l'urbanisation et la reconfiguration des surfaces agricoles et steppiques. Les matrices de confusion montrent une amélioration continue des classifications, bien que des défis persistent dans la différenciation de certaines classes. Les taux de changement brut mettent en lumière des évolutions marquées dans l'occupation des sols, notamment la réduction des espaces naturels et la progression des zones bâties. Ces dynamiques posent des questions sur l'avenir de la gestion durable des terres dans ce contexte de transformation rapide.

Ce travail met en lumière la nécessité de poursuivre les efforts de suivi et de gestion des ressources naturelles afin de mieux comprendre et anticiper les changements futurs dans l'occupation du sol.

6 Analyses des impacts de l'étalement urbain sur l'agriculture périurbaine (commune de SBA)

6.1 Évaluation des performances des méthode utilisées pour l'extraction du bâti

La dernière étape consiste à calculer des indices statistiques sur les résultats de fusion, appelés respectivement indice Kappa, score F1, précision et rappel. Ces indices sont utilisés pour valider les résultats de classification. Ils sont calculés à travers la matrice de confusion dont les lignes correspondent aux données d'observation (ou de terrain) et les colonnes aux données de classification. (Table 30).

Tableau 30: Métriques statistiques			
Condition réelle			
Condition prévue	Population totale	Condition positive	Condition negative
	Condition positive prévue	Vrai positif (TP)	Faux positif (FP) Erreur de type I
	Condition prédite négative	Faux négatif (TN) Erreur de type II	Vrai négatif (TN)

Par conséquent, un « estimateur de qualité prend en compte les erreurs dans les lignes et les colonnes ». Sa valeur est comprise entre 0 et 1. La métrique Kappa (5) est une métrique de précision qui compense l'accord par hasard entre les classes. Le score F1 (8) est la moyenne des moyennes harmoniques entre la précision (6) et le rappel (7) pour la classe construite. Cette mesure est sensible à la précision des classes, mais prend également en compte le nombre de pixels correctement classés par rapport au nombre d'étiquettes prédites(Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023b).

$$Accuracy\ assessment = \frac{FP+FN}{FP+FN+TP+TN} \quad (5)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (6)$$

$$Recall = \frac{TP}{FP+FN} \quad (7(Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023b))$$

$$F1\ Score = 2 \frac{Precision*Recall}{Precision+Recall} \quad (8(Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023b))$$

Tableau 31: Coefficient Kappa pour les classificateurs individuels

Classifier	1987		1999		2009		2019	
	OA	kappa	OA	kappa	OA	kappa	OA	kappa
MLE	86.85	0.53	86.58	0.59	85.28	0.61	87.13	0.66
SVM	86.66	0.52	85.63	0.57	85.74	0.62	83.34	0.61
RF	59.52	0.19	84.49	0.55	82.61	0.57	83.96	0.62
NN	87.08	0.53	84.45	0.55	82.98	0.57	85.51	0.65
KDTKNN	62.20	0.21	84.51	0.55	84.72	0.60	85.04	0.64

Les résultats obtenus sont présentés dans la Fig 59 où la première évaluation illustre que la méthode d'apprentissage supervisé avec des classificateurs multiples répond bien à l'extraction des zones urbaines bâties de manière visuelle et met en évidence les avantages de l'ensemble de classificateurs. De 1987 à 2019, le classificateur MCL performe légèrement mieux par rapport à RF, SVM, NN et KDTKNN avec des valeurs de kappa de 0,53, 0,59, 0,63 et 0,66 pour les années 1987, 1999, 2009 et 2019 respectivement, comme le montre le tableau 31. Les algorithmes de classification supervisée largement utilisés, RF (0,19) et KDTKNN (0,21), offrent les précisions les plus faibles en 1987. (Table 31). Cela peut s'expliquer par la difficulté de distinguer les zones urbanisées des autres classes comme le sol nu et la particularité des images de Landsat 5. Bien que l'algorithme RF soit surpassé par d'autres classificateurs pour l'extraction des zones bâties, ses résultats restent prometteurs pour une tâche aussi difficile. Selon les statistiques du tableau 31, nous soutenons que les résultats obtenus dépendent fortement de la qualité des images, qui à son tour dépend des conditions de capture. (Conditions atmosphériques, saisons, etc.)(Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023b).

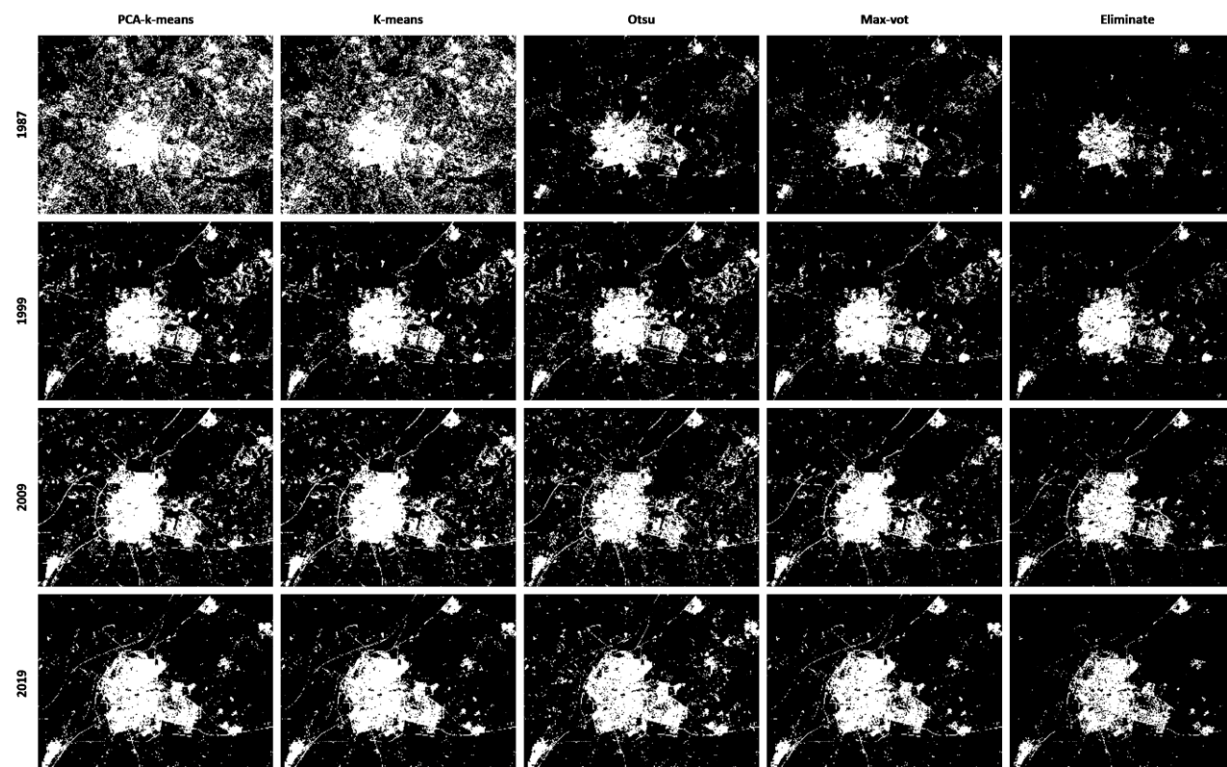


Figure 58 les méthodes expérimentées pour l'extraction du bâti : visualisation et comparaison

À des fins de validation et pour évaluer la qualité des résultats de classification, les indices mentionnés ci-dessus sont calculés, où plusieurs polygones contenant tous les types de logements identifiables à la résolution spatiale de l'image satellite, répartis sur l'ensemble de la zone d'étude et correspondant à chaque classe, sont sélectionnés manuellement en fonction de la connaissance préliminaire du domaine de recherche puis, croisé avec la carte de classification résultante. Les résultats résumés de l'évaluation ont été représentés dans le Tableau 31. Les valeurs de précision globale (PG) de différents classificateurs ont été obtenues à partir des images classées de 1987, 1999, 2009 et 2019. Les résultats qualitatifs de la classification bâtie des quatre années respectives ; 1987, 1999, 2009 et 2019, sont présentés dans la Fig 59. Chaque carte classifiée contient une classification binaire (bâti et non bâti) et illustre la qualité des différents résultats de classification. (Fig 60).

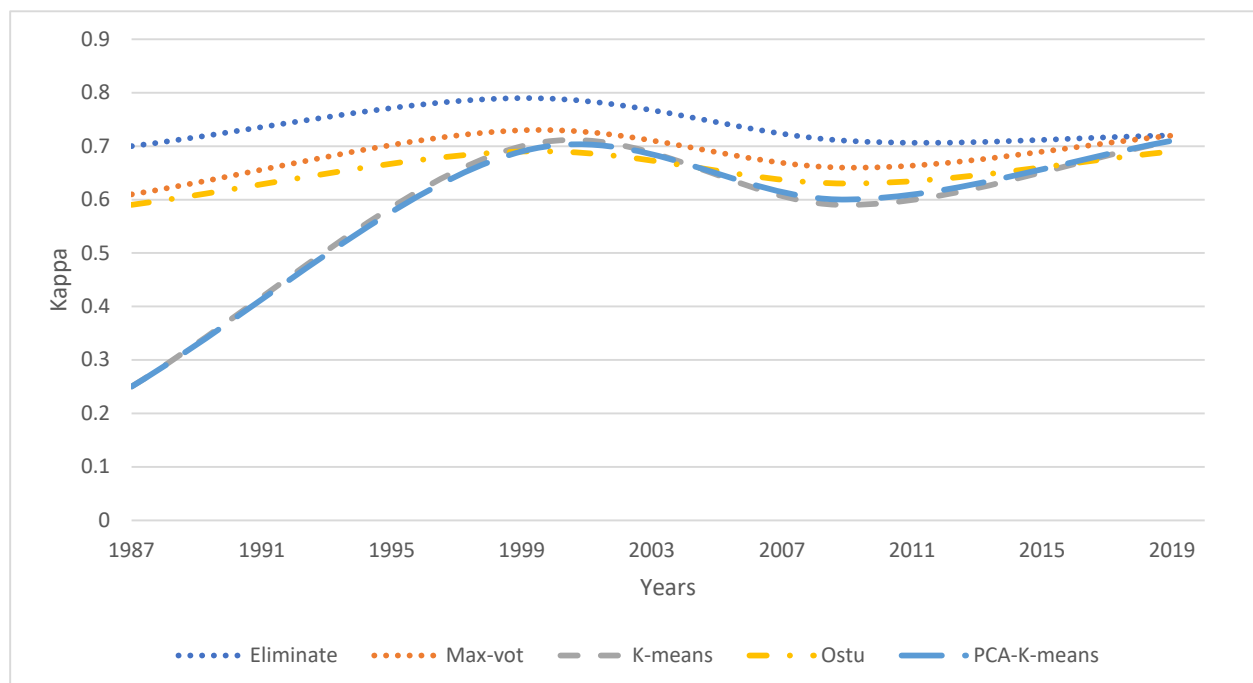


Figure 59 Interprétation coefficient kappa

La décision d'éliminer la fusion offre les meilleures améliorations des métriques statistiques pour le rappel, la précision, le score F1 et le kappa par rapport à toutes les méthodes utilisées dans cette étude sur différentes images Landsat de 1999 à 2019. (Table 31). Les résultats qualitatifs des différentes approches de fusion de décisions sont visualisés dans la Figure 8. Visuellement, la qualité de délimitation des zones urbaines des différentes techniques basées sur la fusion a été améliorée par rapport aux classificateurs individuels. De plus, il est clair que la fusion éliminée a bien caractérisé les surfaces construites de SBA par rapport à toutes les

autres techniques. Les précisions de validation signifient l'accord entre la classification numérique et les vérités de terrain (points de référence) qui ont une forte relation. C'était une précision globalement raisonnable et acceptée pour répondre aux exigences de l'analyse de détection de changement (Anderson 1976; Butt et al. 2015).

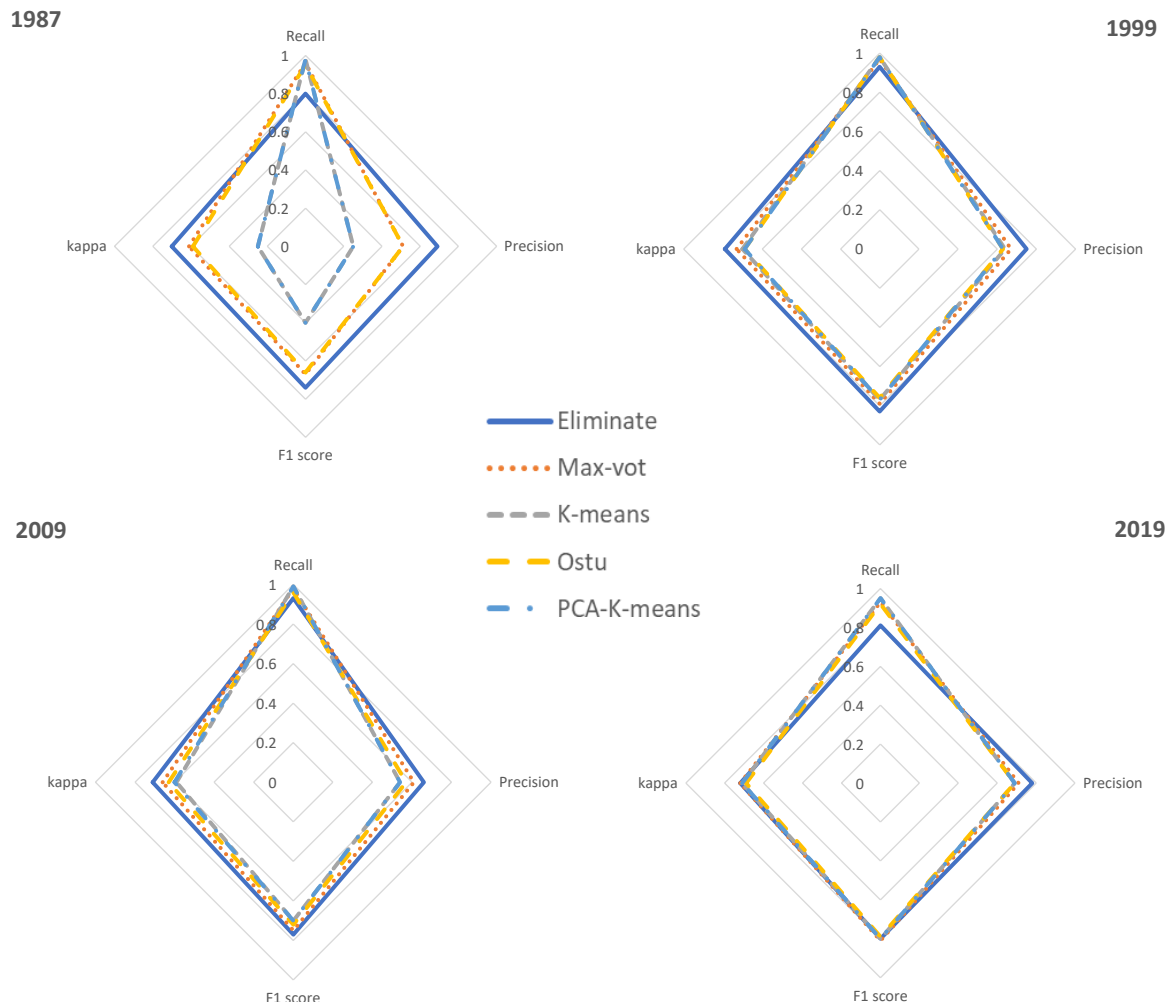


Figure 60 comparaison entre les métriques statistiques

Selon le coefficient kappa, la technique d'élimination montre un kappa plus élevé par rapport aux différentes méthodes de fusion. Les figures 60 et 61 montrent clairement que l'élimination est la meilleure technique en termes de résultats statistiques, où le coefficient kappa a dépassé les autres techniques de fusion (+0,70 pour la technique de vote majoritaire). D'autre part, les autres techniques de fusion ont présenté des résultats statistiques satisfaisants et peuvent rivaliser avec la technique d'élimination.

Tableau 32: Résultats statistiques et les différentes méthodes de fusion

1987					1999				
	l	Recal n	Precisio score	F1 a	kapp l	Recal n	Precisio score	F1 a	kapp
Eliminate		0.80	0.69	0.74	0.70	0.93	0.75	0.8	0.79
Max-vot		0.96	0.51	0.67	0.61	0.97	0.67	0.7	0.73
K-means		0.98	0.25	0.40	0.25	0.98	0.64	0.7	0.70
Ostu		0.95	0.51	0.66	0.59	0.98	0.63	0.7	0.69
PCA-K-means		0.98	0.25	0.40	0.25	0.98	0.63	0.7	0.69
2009					2019				
Eliminate		0.93	0.66	0.77	0.71	0.81	0.78	0.80	0.72
Max-vot		0.98	0.61	0.75	0.66	0.93	0.71	0.81	0.72
K-means		0.99	0.54	0.70	0.59	0.95	0.69	0.80	0.71
Ostu		0.96	0.57	0.72	0.63	0.92	0.69	0.79	0.69
PCA-K-means		0.99	0.54	0.70	0.60	0.95	0.69	0.80	0.71

Visuellement, en comparant les cartes de classification binaire de chaque classificateur séparément et les techniques de fusion éliminées, il est clairement démontré que ces dernières ont la meilleure capacité à classer les zones urbaines. Les approches d'élimination de fusion peuvent cartographier les zones urbaines presque correctement et peuvent délimiter les zones construites. De plus, il offre les meilleurs résultats de cartographie tandis que d'autres méthodes de fusion de décisions montrent une délimitation prometteuse et acceptable selon les métriques statistiques, comme le montre la Fig 62, ainsi que les Table 32.

6.2 Dimensions spatiales de l'étalement urbain

Les résultats quantitatifs des zones urbanisées dans les localités du principal sont présentés dans le Tableau 33. La ville de SBA est la plus grande en termes de superficie, ce qui s'explique en partie par l'importance des activités économiques dans cette ville. (Fig 66 and Table 33).

Les zones urbanisées représentaient 15,37 % de la superficie totale en 1987, atteignant 27,36 % en 1999 (Tableau 3), 34,22 % en 2009, et 39,01 % en 2019. Ces résultats mettent en évidence une progression claire des zones urbaines avec une moyenne de 47,77 ha/an. (Table 33). C'est une information importante qui peut aider les décideurs à clarifier leurs politiques de planification. L'étalement urbain de SBA prend la forme d'un étalement morphologique, à travers la croissance des zones périurbaines. (Extension inter-agglomération). Cela a entraîné un débordement démographique vers les zones périurbaines, qui a été remarquable entre 1987

et 1999 grâce à la création de nouvelles zones d'urbanisation. (Table 33 et Fig.61). Au total, 2616,99 hectares de zones urbaines de la ville de SBA ont été cartographiés(Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023b).

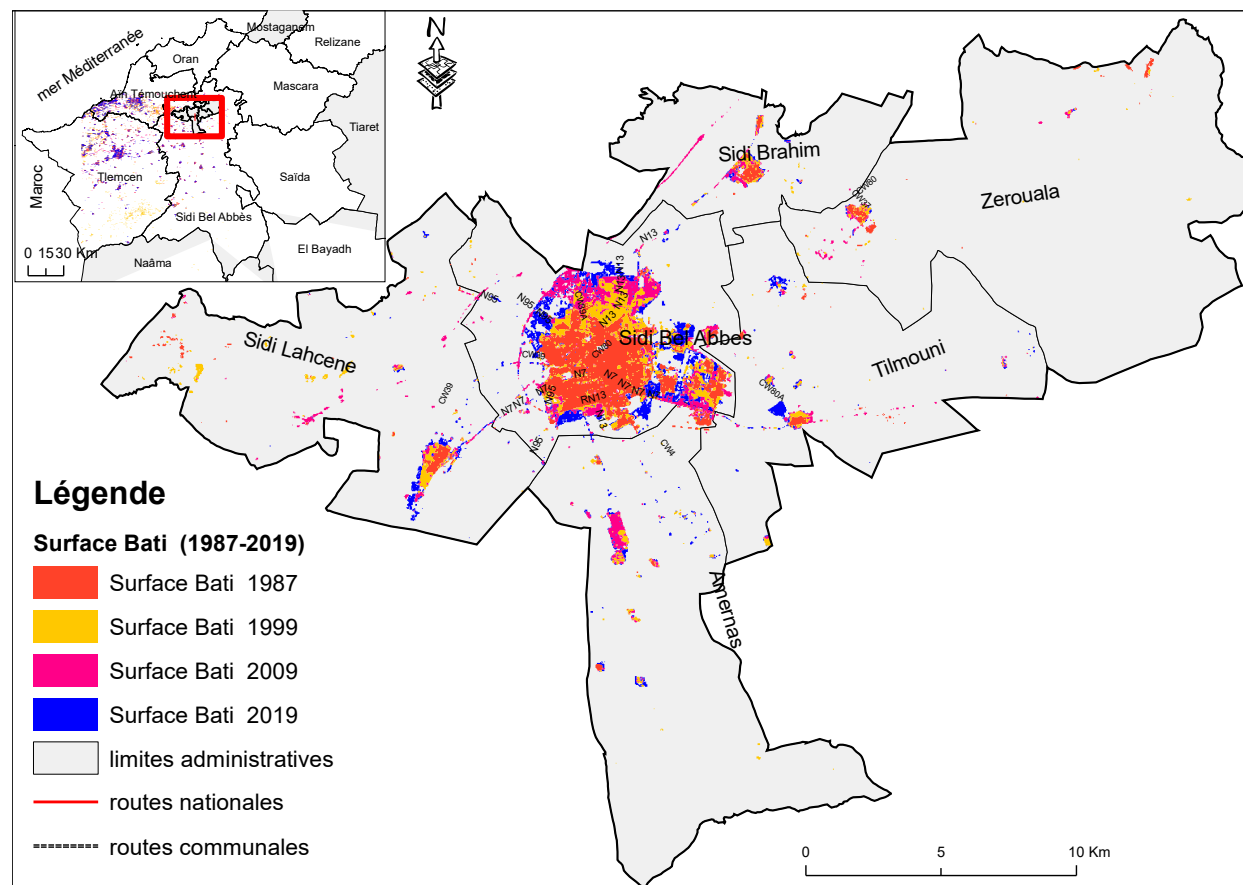


Figure 61: Evolution de l'espace bâti depuis le damier colonial d'original de la ville actuelle de SBA

6.3 Résultats statistiques des surfaces urbanisées dans la SBA

Tableau 33: quantification de l'espace bâti entre 1987 et 2019

Département	Surface par hectare				Superficie totale /	Superficie	totale /	Département		
	1 987	1 999	2 009	2 019	Département (hectare)	(hectare)	1 987	1 999	2 009	2 019
Amaranas	63.35	143.34	271.06	322.15	9 480.97	0.67	1.51	2.86	3.40	
Sidi lahssen	85.27	307.11	487.57	548.32	9 078.02	0.94	3.38	5.37	6.04	
SBA	1 088.17	1 860.24	2 294.18	2 616.99	7 077.63	15.37	27.36	34.22	39.01	
Sidi Brahim	48.72	99.78	164.46	179.28	3 908.95	1.25	2.55	4.21	4.59	
Tilmouni	46.39	167.54	274.78	324.51	7 708.31	0.60	2.17	3.56	4.21	
Zerouala	60.23	205.50	268.83	273.32	13 396.94	0.45	1.53	2.01	2.04	

Selon les résultats de l'étalement urbain présentés dans la Fig 61 et le Tableau 33, les villages proches de la frontière de la SBA ont été transformés en petites villes, à savoir Sidi Lahssen, Sidi Brahim, Zerouala, Amaranas et Tilmouni. Il joue un rôle important dans le relogement d'une partie de la population de la SBA dans le cadre des programmes de logement. La superficie construite de la SBA a connu une augmentation progressive au cours de la première décennie de 1987 à 1999 (50,5 %) à un taux moyen de 4,2 % par an, ce qui équivaut à 64,33 ha sur 12 ans. Cette tendance s'est poursuivie entre 1999 et 2009, avec une augmentation de 28,38 % sur 10 ans, montrant une augmentation moyenne de 2,83 %, soit environ 43,39 ha sur la même période. Cependant, entre 2009 et 2019, il y a eu une augmentation modérée des zones urbanisées de 21,11 % par rapport à la première période, et presque avec un taux moyen de 32,28 % par an. (Fig.62, Table 34).

Tableau 34: Taux d'urbanisation à différentes périodes (ha)

Périodes de temps	1987, 1999	1999, 2009	2009, 2019	Période totale
Surface par période	772.07	433.94	322.81	1528.82
Taux de croissance	64.33	43.39	32.28	47.77
Pourcentage par période (%)	4.20	2.83	2.11	3.12
Taux de pourcentage par période	50.50	28.38	21.11	100

7 Dynamique urbaine sur la transformation des terres agricoles

La couverture terrestre a montré une perte remarquable de surface agricole (environ 1527 ha) durant toute la période d'étude. (1987–2019). La grande quantité de population migrante des zones rurales est venue et s'est installée dans différentes parties de la ville. Pendant ce temps, le taux de croissance total des surfaces bâties était d'environ 772,3 ha entre 1987 et 1999, où les terres agricoles et en jachère ont été rapidement converties en terres bâties, comme le montre la Fig. 62 et le Tableau 35.

Plus tard, entre 1999 et 2009, il est montré que la proportion de végétation perdue était de plus de 191,9 ha de terres en jachère, accompagnée de 28,28 ha de plantations et de 5,17 ha de cultures. Cinq départements périphériques ont connu une croissance dans la zone d'étude au cours des 30 dernières années, illustrant l'impact du développement urbain sur la transformation rurale comme le montre la Figure 66. Les images Landsat ont clairement révélé que l'étalement urbain de la SBA s'est fait au prix de l'exploitation des terres arides, des terres en jachère, des plantations et des cultures. La concentration extensive des zones bâties au cours de ces trois décennies a épuisé la capacité de charge, et la durabilité de la ville demeure un défi majeur. Les zones urbaines, à différentes époques, se sont étendues sur les terres agricoles absorbées par les zones bâties. Une grande partie de cette terre a été prise des banlieues de la ville.

Tableau 35: Détérioration des terres agricoles au profit de l'étalement urbain

	1987-1999	% (Terre arable)	1999-2009	% (Terre arable)	2009-2019	% (Terre arable)	1987-2019	% (Terre arable)	Terres arables par hectare
Sol nu	102.4	2.2	209.0	4.5	182.2	3.9	493.6	10.6	4648.0
Jachère	449.1	9.7	191.9	4.1	4.8	0.1	645.9	13.9	
Plantation	23.9	0.5	28.5	0.6	71.4	1.5	123.9	2.7	
Culture	196.8	4.2	5.2	0.1	62.7	1.3	264.7	5.7	
	772.3	16.6	434.6	9.4	321.2	6.9	1528.1	32.9	

La zone construite a donc consommé environ 1528,07 ha répartis sur trois périodes. Cette surface représente initialement le domaine agricole destiné aux terres en jachère, aux cultures et aux plantations. La terre considérée, en tant que sol nu, est généralement la terre laissée en repos ou non cultivée. Les terres en jachère ont enregistré des superficies extraordinaires d'environ 645,86 ha au cours de 32 ans, qui ont été reconverties en zones bâties et ont également consommé des terres sous plantation et culture. (Table 35).

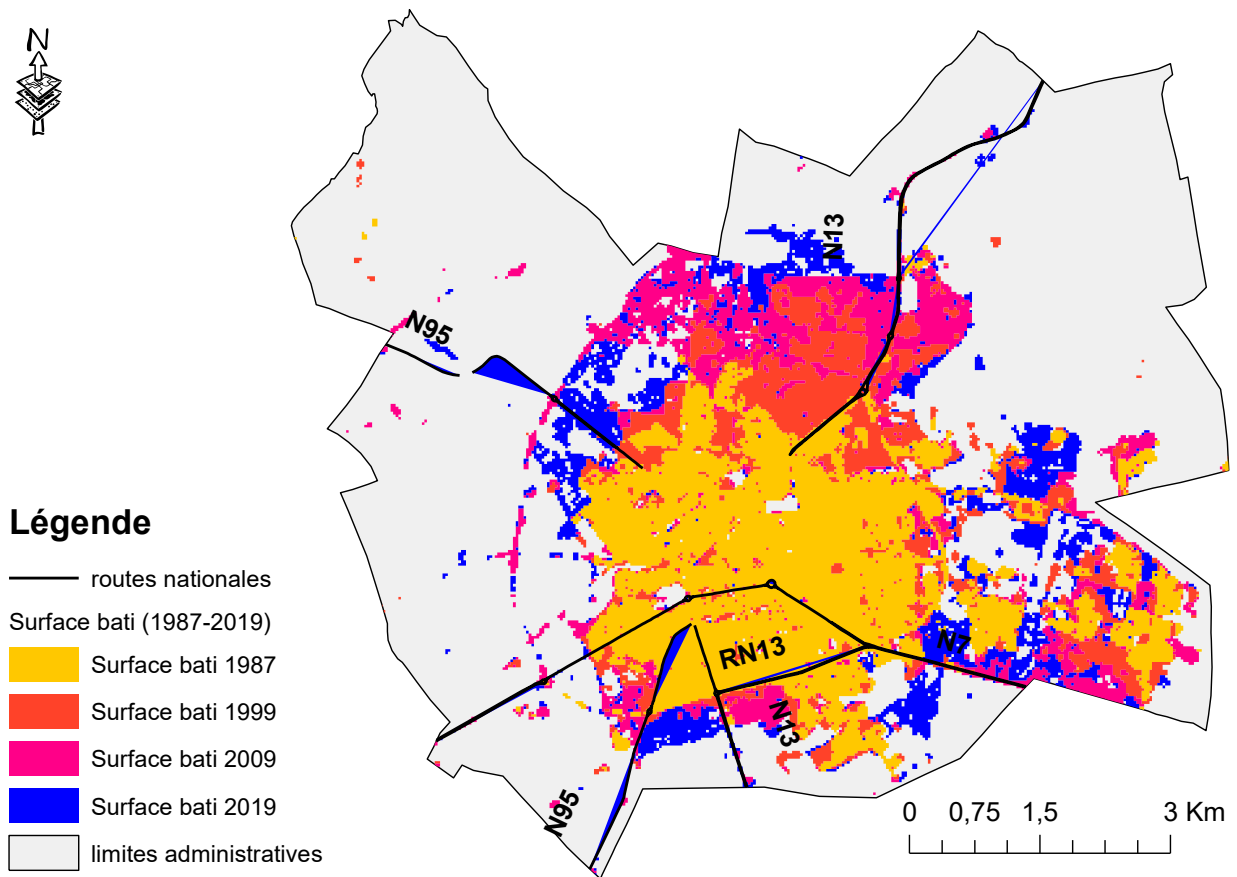


Figure 62 Dynamique urbaine de l'étalement urbain par période

7.1 1987 to 1999

Les résultats de la Figure 62 montrent comment la pression se manifeste progressivement sur les terres cultivées et en jachère. Il est clair que les terres en jachère sont la zone la plus en cours de transformation dans la banlieue de la ville de SBA, qui fait face à une conversion rapide en zones urbanisées. Les changements les plus marquants ont été observés dans l'augmentation des terres urbanisées, avec 772 ha au cours de 12 années d'urbanisation, en raison de l'émergence des secteurs d'affaires privés dans la SBA.

Selon les valeurs statistiques du Tableau 35, il est montré que la première période a occupé plus de 16 % des terres agricoles utiles pendant 12 ans, dont une grande partie se trouve dans la zone en jachère avec 9,7 % et 4,2 % des terres occupées par d'autres cultures. De même, les zones agricoles ont traversé une situation bien conflictuelle. Depuis 1960, le territoire

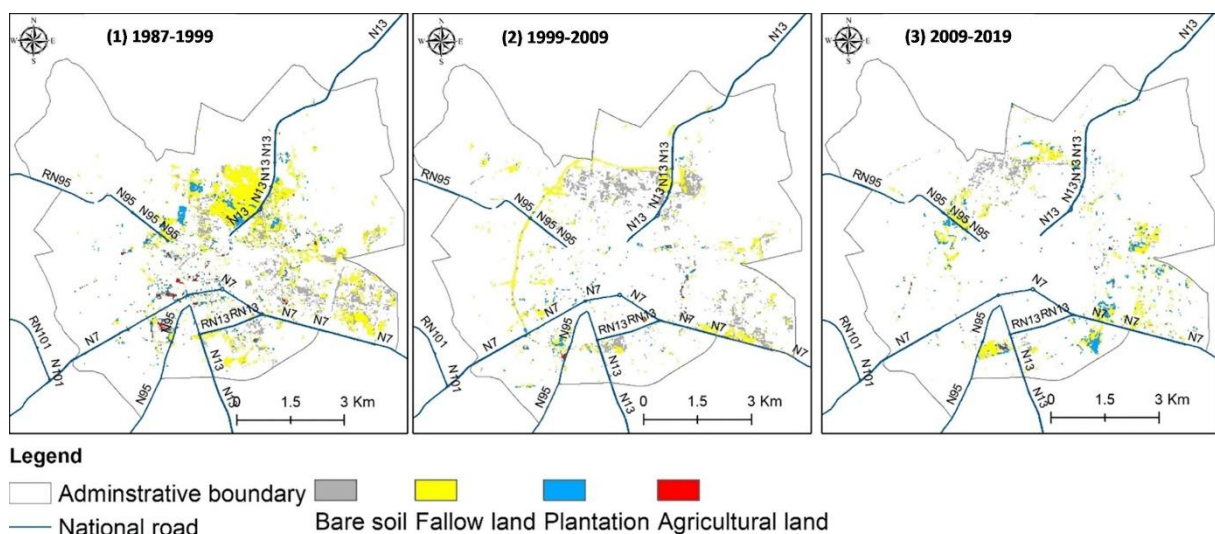
Chapitre2 : Caractérisation de l'étalement urbain et son impact sur l'agriculture périurbaine

périurbain agricole de Sidi Bel Abbès (SBA) a subi d'importantes transformations, notamment dans l'usage de ses terres agricoles. En 1960, le vignoble occupait une place significative dans cette wilaya avec une surface de 1521 hectares. Cependant, à partir de 1987, la viticulture a connu un déclin notable, les surfaces dédiées aux vignes chutant à 365 hectares (tableau 36). Cette reconversion s'explique par des changements dans les politiques agricoles, les conditions économiques, et peut-être la baisse de rentabilité de la viticulture.

De plus, les terres viticoles converties en terres en jachère ou en cultures (céréales) ont montré une vulnérabilité face à cette urbanisation disproportionnée en raison de l'échec des politiques agricoles durant cette période et de l'inefficacité des instruments de planification dans la protection du foncier (Baouche 2014c).

Tableau 36: Evolution de l'espace bâti depuis le damier colonial d'original de la ville actuelle de SBA

	1960	1987	Taux
Vignoble	1521	365	-1156



En parallèle, la culture céréalière, qui a dominé l'espace agricole autour de SBA, a également montré des variations (Mansour et Touil 2024). En 1987, les terres céréalières représentaient 2966,97 hectares. Bien qu'elles aient légèrement augmenté en 2009 après une baisse initiale en 1999, elles ont continué à diminuer pour atteindre 2410,84 hectares en 2019. Cette tendance suggère que les terres céréalières, malgré leur importance historique, ont été partiellement converties ou impactées par la pression foncière et l'expansion urbaine.

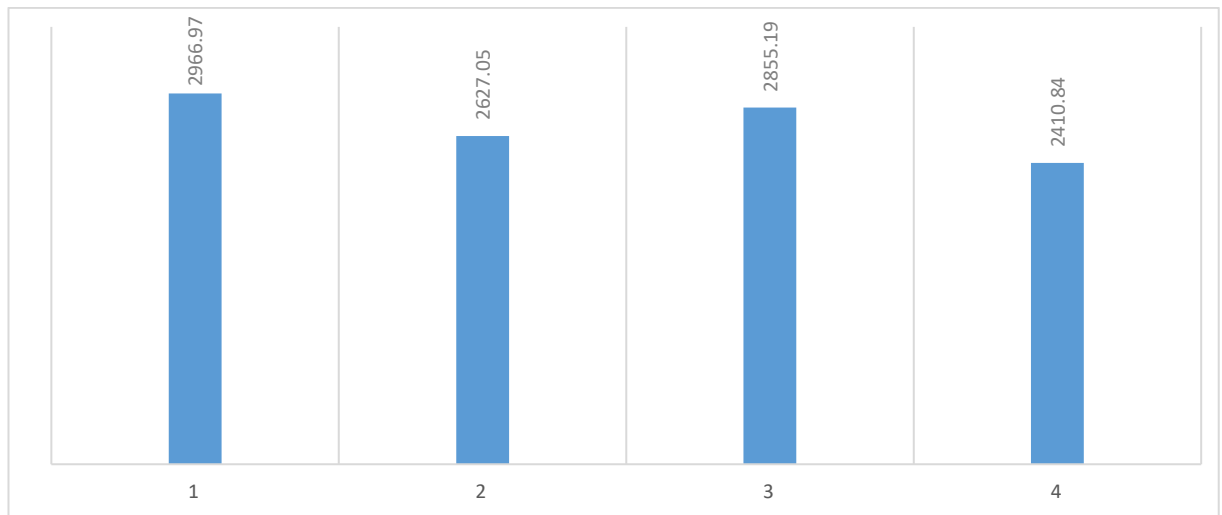


Figure 64:L'évolution des zones céréalières dans l'espace périurbain de la ville de sba

7.2 1999 to 2009

L'extension des zones urbaines montre un fort renouveau de l'artificialisation des terres entre 1999 et 2009, avec une superficie d'environ 434,62 ha. Cette expansion urbaine au détriment d'autres usages des terres est due non seulement au logement, mais aussi à d'autres infrastructures (autoroute Est-Ouest, plateformes, parcs d'activités, etc.) développées et approuvées par le PDAU. Au cours de cette période, nous constatons que les surfaces urbanisées ont occupé 209 hectares de terres nues, 191 hectares de terres en jachère et 28 hectares de plantations. Par conséquent, nous assistons à une consommation beaucoup plus orientée vers les terres agricoles nues et à un retrait progressif des terres de plantation. De plus, durant cette période, l'Algérie a connu une décennie d'insécurité nationale, ce qui a entraîné un exode sérieux vers la ville. En conséquence, pour répondre aux besoins en matière de logement, une pression excessive a été exercée sur les terres agricoles utiles, où les zones de sol nu étaient les plus dégradées, avec plus de 4,5 % de la superficie totale convertie en bâtiments, suivies par les terres en jachère avec 4,1 % (Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023b)(Table 35 et Fig 64).

7.3 2009 to 2019

Dans cette période, il n'y a aucune préservation des terres agricoles utiles, ce qui reflète la consommation progressive de 1 % des plantations, par rapport à la première période (1987-1999), qui a enregistré environ 0,5 %. Toutes les terres agricoles utiles ont perdu de nombreuses surfaces sur toutes les cultures. (Fig 66). Il y a une diminution des surfaces céréalières en raison de la négligence des terres, avec environ 3,9 % laissées à l'abandon.

Parallèlement à ces changements, l'arboriculture a émergé comme une nouvelle pratique agricole à partir des années 2000. Avec une surface initiale de 23,9 hectares entre 1987 et 1999, elle a progressé rapidement pour atteindre 28,3 hectares entre 2000 et 2009 et s'est augmenté en 71,4 hectares dans la période récente entre 2009 et 2019. Cette expansion de l'arboriculture est probablement une réponse aux défis posés par l'urbanisation, les agriculteurs cherchant à protéger le foncier agricole contre l'empiétement du bâti en diversifiant leurs cultures et en misant sur des pratiques plus durables.

Selon nos travaux de terrain et nos discussions avec les décideurs locaux (juin 2019 et mai 2021), l'arboriculture est mieux recomposée dans le cadre de l'urbanisation. Cela explique pourquoi les agriculteurs ont choisi ces pratiques, telles que la reconversion des zones céréalières vers l'arboriculture dans la zone périurbaine de la ville de SBA. Ces stratégies sont devenues plus fréquentes pour préserver les terres sur le long terme afin d'avoir plus de recompositions au nom de l'urbanisation. Les résultats des dynamiques urbaines durant la période étudiée en faveur de l'urbanisation nous ont permis d'examiner leurs orientations.

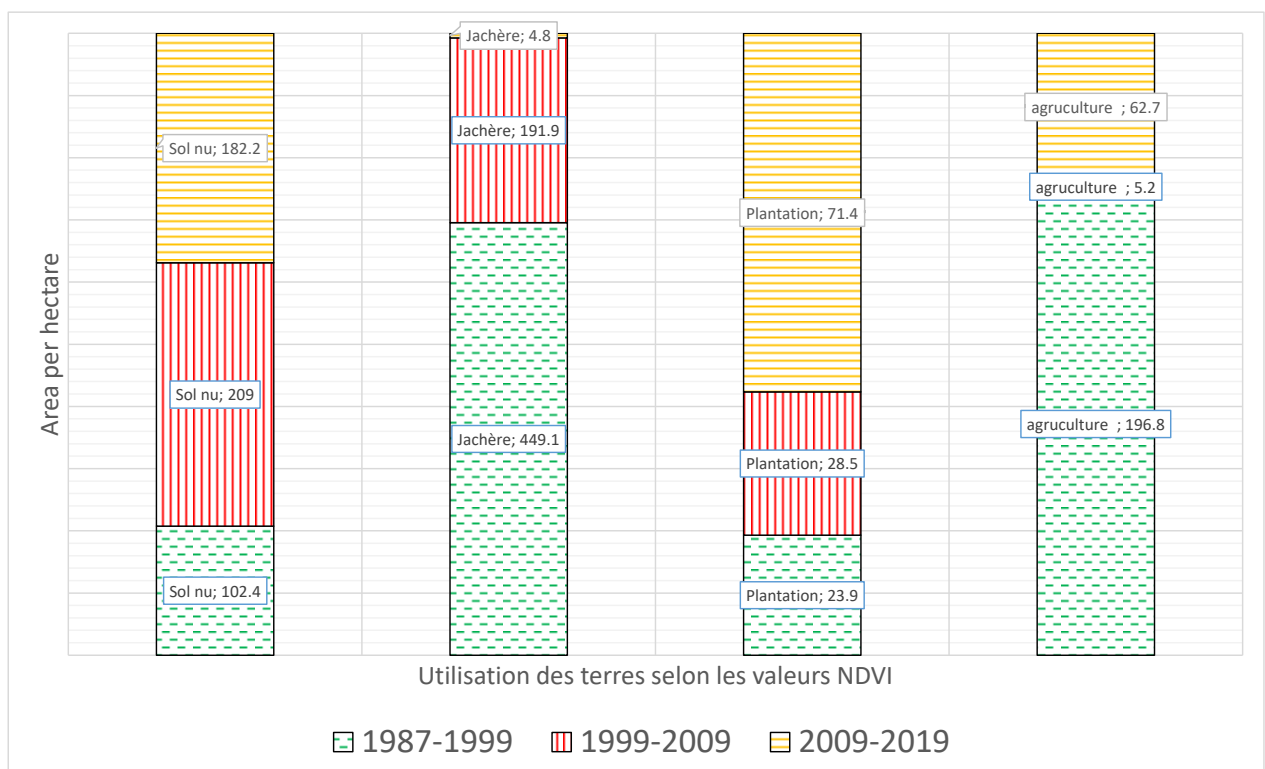


Figure 65 Consommation des terres par espaces et par périodes

7.4 Orientation spatiale de l'expansion urbaine

Les résultats des cartes de changements de 1987 à 2019 sont présentés dans la Fig 66 et montrent des changements significatifs dans les terres agricoles périphériques de la ville. Typiquement, sa partie nord-est a enregistré une perte accrue de terres agricoles comme présenté dans la Fig 67, entraînant une forte diminution des zones destinées à l'agriculture (voir Fig 70). L'évolution s'est poursuivie avec l'urbanisation de trois banlieues vers le nord et le nord-est (Fig 67), accompagnée d'une extension parallèle des quartiers périphériques vers l'est jusqu'en 1987, à un rythme de 64,33 ha par an. La ville de SBA est donc très dynamique, son aire urbaine s'étendant complètement sur environ 10 kilomètres depuis le centre de la ville jusqu'aux banlieues environnantes, se chevauchant avec les municipalités périphériques. (Voir Fig 66). À cet égard, la nature des prix des terres est significative en ce qui concerne les terres en jachère, les terres cultivées et les plantations. Ce déclin agricole profite principalement aux espaces artificiels qui ont augmenté au cours des trois périodes d'étude, notamment en ce qui concerne les cultures situées dans le secteur est de la ville. De la même manière, nous assistons à des variations saisonnières et à une reconversion des pratiques agricoles orientées vers la satisfaction des intérêts individuels dans la zone agricole périurbaine. Alors, ces terres constituent un potentiel agricole gelé par des pratiques agricoles telles que les vergers, où la consommation de surface destinée aux plantations augmente progressivement dans la zone périphérique de la SBA, d'où commencent les conflits entre les zones rurales et urbaines. À ce moment, des conflits d'intérêts surgissent entre les acteurs. (Décideurs, agriculteurs,).

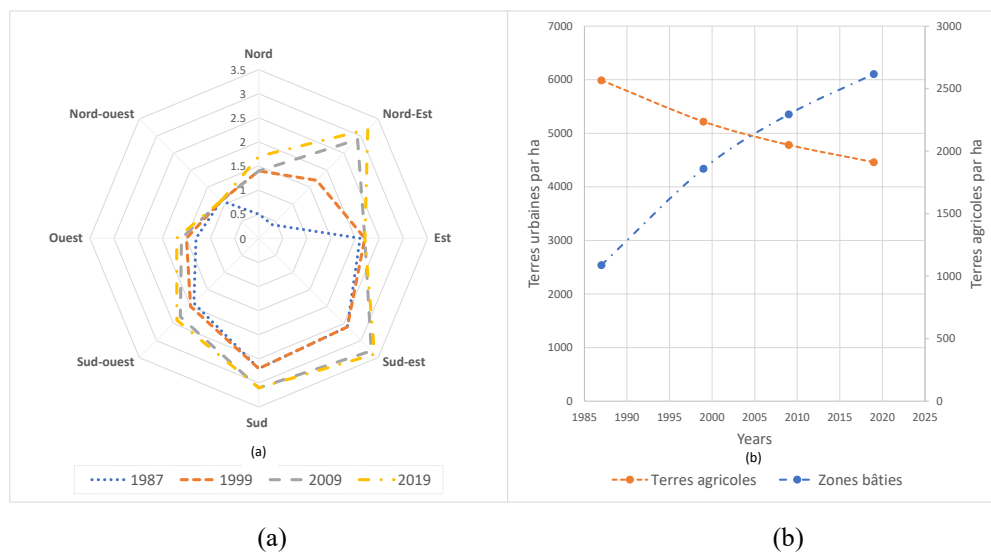


Figure 66 Orientation spatiales de l'étalement urbain (a) et la tendance du rural vs l'urbain (b)

Enfin, nous avons constaté une plus grande fragilité du système de ceinture céréalière et de terres en jachère face à la consommation résultant des nouveaux programmes d'expansion urbaine. La culture des céréales dans un climat semi-aride a entraîné des rendements beaucoup plus fluctuants, poussant les agriculteurs à abandonner les terres (terres en jachère), mettant ainsi ces zones en danger et les rendant plus facilement attribuables à l'urbanisation. La plantation est beaucoup plus stable entre 1987 et 2009 et montre une faible résistance jusqu'en 2009 face à la pression urbaine, ainsi qu'une consommation modérée des terres arables durant cette période.

8 Discussions and perspectives

Les MPDU spécifient un cadre réglementaire pour la prochaine extension urbaine. Au niveau législatif, le premier plan de développement pour la ville de SBA a été établi en 1961, pendant l'ère coloniale, et plusieurs zones ont été programmées pour une urbanisation future à la veille de l'indépendance après 1962. (Ardjoum 2015b).

À cet égard, le Plan Directeur de la SBA a été modifié pour répondre aux besoins de la communauté locale. La loi sur le développement et l'urbanisme de décembre 1990 a décidé de remplacer les plans d'urbanisme par le plan directeur qui définit les principales orientations d'urbanisation au niveau local. Cette planification a échoué à atteindre ses objectifs en raison de la crise politique et sécuritaire que traversait le pays, conséquence des forts besoins en logement d'une part importante de la population venant des zones rurales (Yamani et Trache 2020b).

Dans les années quatre-vingt, l'Algérie a traversé une situation marquée par une régression de l'économie urbaine, l'ouverture des marchés, l'urbanisation, et la montée du secteur informel, coïncidant avec une décennie sanglante de terrorisme (1990-2000), la chute des prix du pétrole et du gaz, ainsi que des réformes structurelles (Nemouchi et Zeghiche 2021b). C'est dans ce contexte, en raison du déclin des réserves de pétrole, que les zones urbaines et périurbaines sont devenues un enjeu majeur (Baouche, 2014). Au départ, la zone périurbaine de SBA était prévue comme une friche :

Propositions pour le développement et l'urbanisation du cluster : soumises le 2 juillet 2007 au conseil exécutif de la province, communiquées le 24 juillet 2007 au conseil provincial local

en présence des services techniques, des services de l'agriculture et de l'urbanisme, accompagnés par l'agence nationale de développement du territoire, ont procédé le 13 mars 2007 à la sélection des propositions d'extension urbaine de la phase II.

Rapport d'orientation et règlements : Publié le 4 août 2007 et attribué le 26 septembre 2007 au conseil provincial local, en présence des services techniques, 2e remise le 29 décembre 2007 : levée des réserves suite à la réunion du 1er décembre 2007. Il était obligatoire de réviser le plan directeur tous les 10 ans en fonction des changements dans les conditions physiques et socio-économiques.

Malgré le fait que les trois dernières décennies (depuis 1998) ont été marquées par plusieurs révisions des instruments d'urbanisme (plan directeur et plan d'occupation des sols), ainsi que par la modification et le complément de certaines lois, textes et décrets. Ces instruments restent loin de concrétiser un développement harmonieux et durable pour la ville et sont incapables de produire des espaces urbains viables et durables. Les autorités locales, malheureusement, n'ont pas réussi à mettre en œuvre les orientations du plan directeur. Après son approbation au niveau local, des difficultés ont été rencontrées dans sa mise en œuvre. Ils sont principalement liés à la question des terres ; ce problème est en rapport avec la situation conflictuelle en matière de gestion publique entre les politiques agricoles (le cadre légal des terres) et l'attribution des terres dans le cadre des politiques de développement. Dans cette situation, les décideurs locaux sont devenus incapables de mettre en œuvre correctement les programmes de gestion, ce qui entraîne une anarchie dans la réalisation des projets et génère des menaces pour les terres agricoles.

Le programme actuel du plan directeur pour la SBA suit les mêmes pratiques pour le choix de l'approvisionnement en terres dans les périphéries de la ville. De même, les agriculteurs ont également développé leurs stratégies pour protéger leurs terres de l'avancée des constructions par des plantations (d'après nos résultats et même à partir du travail de terrain (juin 2019 et mai 2021)). À long terme, le plan directeur doit intégrer avec soin les principes de l'urbanisme durable afin de protéger les ressources foncières contre l'urbanisation et l'artificialisation.

9 Prélèvement des terres agricoles par l'urbanisation : analyse mise en évidence par des indicateurs paysagers

9.1 Changement d'occupation du sol à l'échelle de la commune de SBA

Les cartes d'occupation du sol montrent l'évolution des différentes catégories d'occupation du sol notamment le bâti par rapport les espaces agricoles. Les autres types de surfaces terrestres comme maquis, forêt, sols et parcours, végétation arborée, végétation naturelle et parcours steppiques ont connu aussi des changements sur une période de plus de 30 ans (1987-2019, voir figure 68).

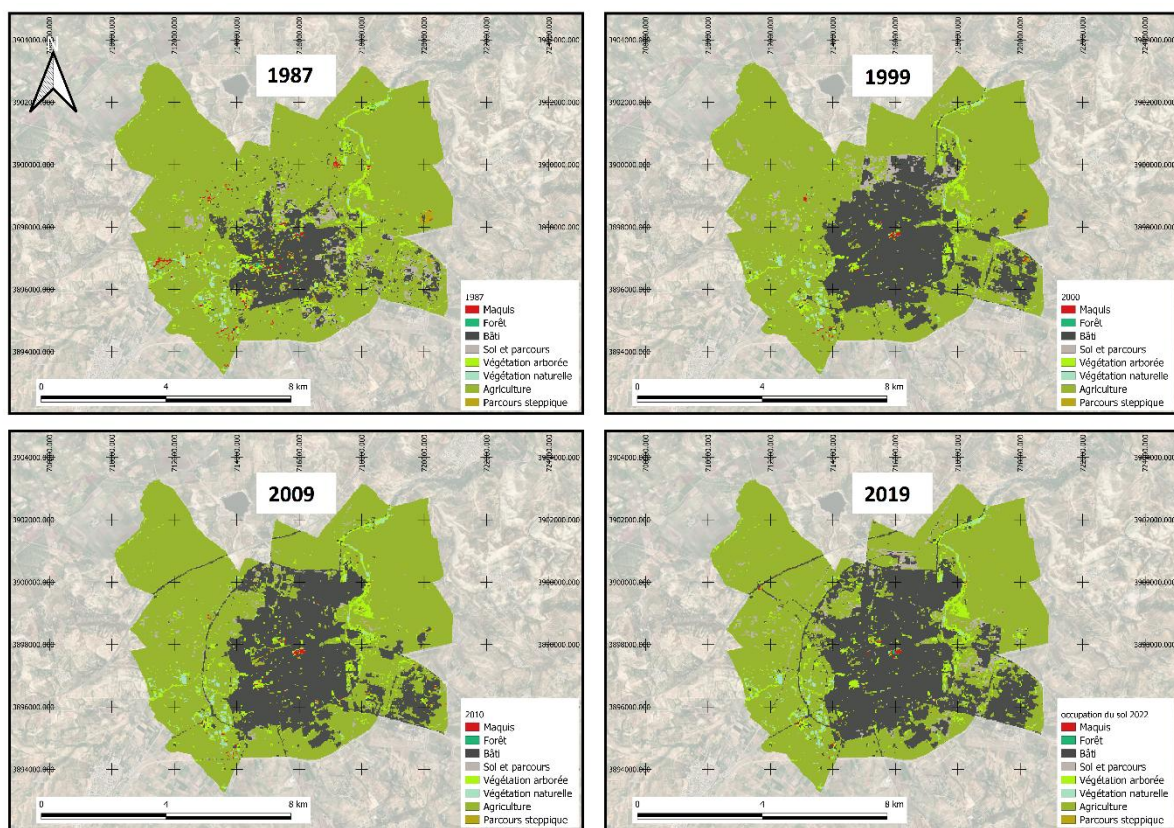


Figure 67 Cartes d'occupation des sols entre 1987 et 2019

L'analyse révèle des tendances significatives (figure 69) :

1. Réduction des zones naturelles (maquis, forêt, végétation naturelle, parcours steppiques) :

- La superficie des zones naturelles a fortement diminué entre 1987 et 2019, passant de **121.18 ha** à **33.98 ha**, ce qui reflète une dégradation importante des écosystèmes naturels.

- Les forêts, également en nette diminution entre 1987 et 1999, ont connu une légère diminution en 2019, passant de **1.4 ha** à **0.11 ha**. Cela peut être le résultat de politiques de reforestation ou de gestion environnementale plus proactive.
- Les parcours steppiques, initialement modestes, ont subi une variation importante, avec une réduction marquée entre 1987 et 2019, passant de 68.06 ha à 11.90 ha.

2. Urbanisation rapide :

- Les surfaces bâties ont connu une croissance exponentielle. En 1987, elles représentaient **875.35 ha**, pour atteindre **2181.38 ha** en 2019. Cette croissance indique une forte expansion urbaine, probablement due à l'augmentation de la population et des infrastructures, au détriment des espaces naturels et agricoles.

3. Réduction des terres agricoles :

- Les terres agricoles, bien qu'encore largement dominantes, ont diminué progressivement de **5585.45 ha** en 1987 à **4357 ha** en 2019. Cette diminution est probablement liée à l'urbanisation et à la conversion de terres agricoles en zones bâties (voir fig 69).

4. Légère reprise de la végétation arborée :

- Bien que la végétation arborée ait diminué entre 1987 et 1999, elle montre une augmentation entre 2009 et 2019, passant de **396.01 ha** à **2 416.7 ha**. Cette progression pourrait être le signe de mesures de conservation ou de plantation.

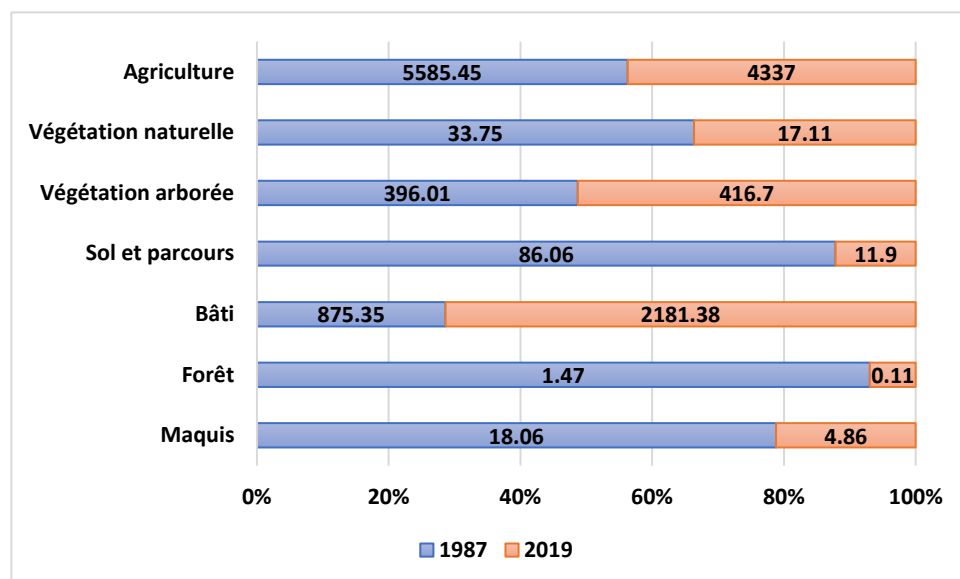


Figure 68 Matrice de transition entre les différentes catégories d'occupation des sols dans la commune de SBA

9.1.1 Analyse des indicateurs de formes

L'analyse des indicateurs paysagers, tels que le nombre de composants (NP), la distance euclidienne des composants les plus proches (ENN) et l'indice de dimension fractale (FDI), permet de caractériser l'étalement urbain et d'en évaluer l'impact sur la consommation des terres agricoles.

Le nombre de composants reflète la fragmentation du paysage urbain. Entre 1987 et 2009, une diminution du nombre de parcelles urbaines (de 188 à 181) suggère une consolidation des zones bâties, possiblement par la fusion de parcelles existantes. Cependant, entre 2009 et 2019, cette tendance s'inverse avec une augmentation notable du nombre de composants (216 en 2019), indiquant une nouvelle phase d'expansion urbaine, plus fragmentée et diffusée dans l'espace. Ce phénomène est généralement associé à l'urbanisation des terres agricoles périphériques (fig 69).

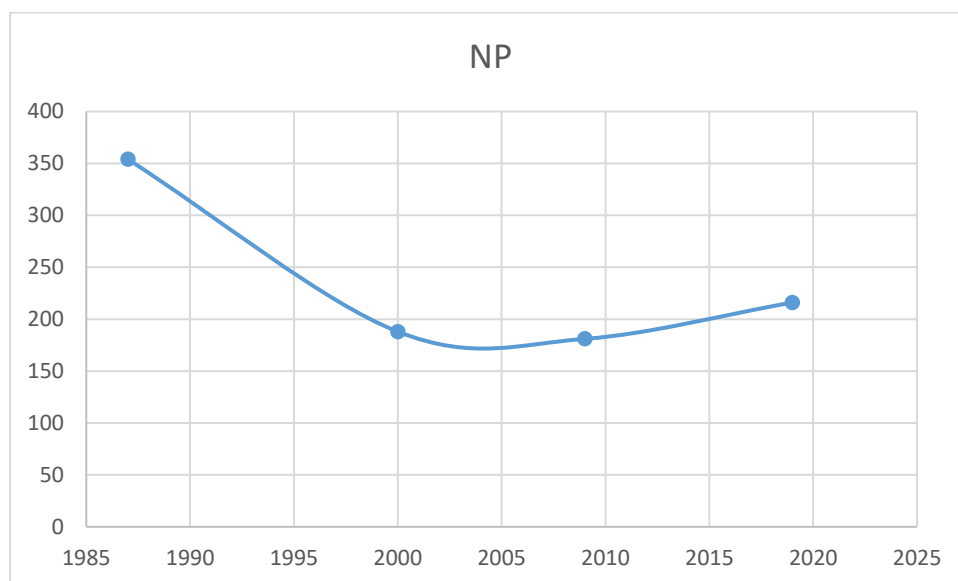


Figure 69 Nombre de Composants (Number of Patches - NP)

La distance euclidienne des composants les plus proches (ENN) corrobore cette tendance. L'ENN augmente régulièrement de 1987 à 2009, passant de 3366,62 mètres à 4313 mètres, signe d'une dispersion accrue des zones bâties. Cela témoigne d'un développement urbain s'étendant loin des centres denses, impliquant souvent l'urbanisation de terres agricoles autrefois non exploitées. Cette dispersion atteint un plateau entre 2009 et 2019, avec une stabilisation de

l'ENN autour de 4304 mètres, ce qui pourrait indiquer une saturation des zones urbanisées ou une plus grande maîtrise de l'étalement urbain (fig 70).

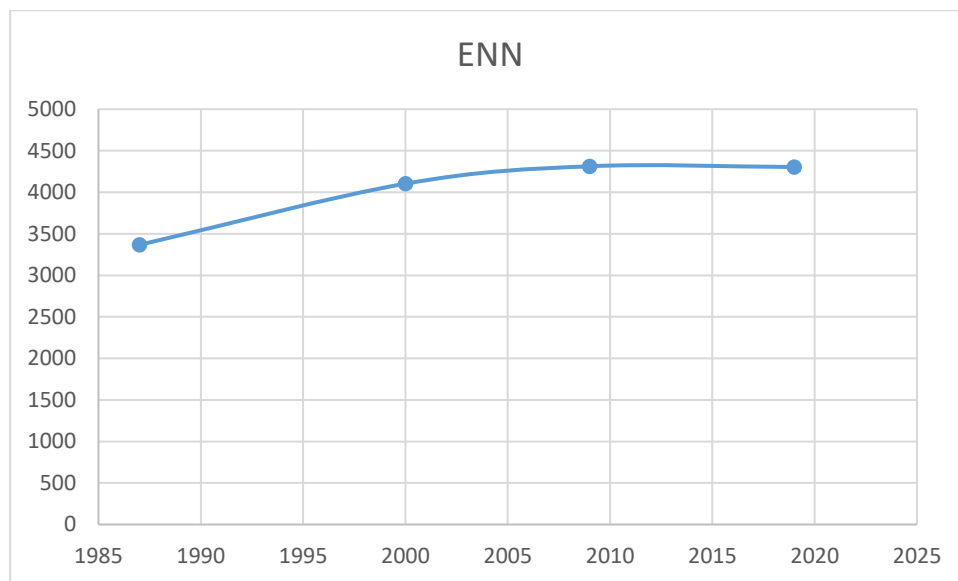


Figure 70 Indice de Dimension Fractale (Fractal Dimension Index - FDI)

L'indice de dimension fractale (FDI), qui mesure la complexité des formes des parcelles, révèle une évolution parallèle. De 1987 à 2009, une augmentation significative du FDI (de 1,039 à 1,423) suggère une urbanisation de plus en plus irrégulière et hétérogène, traduisant une expansion plus désordonnée. Cela est souvent symptomatique d'un étalement urbain non contrôlé, marquant une rupture avec les formes urbaines plus compactes et rationnelles et exerçant une pression accrue sur les terres agricoles. Toutefois, la légère diminution du FDI entre 2009 et 2019 (1,049) peut indiquer un retour à des formes de développement plus régulières et cohérentes, possiblement en réponse à des politiques d'aménagement plus strictes visant à contenir la croissance urbaine.

Ces analyses illustrent ainsi l'évolution de l'étalement urbain sur plusieurs décennies, marquée par une fragmentation et une dispersion croissante jusqu'en 2009, puis une stabilisation relative à partir de cette date. Cette dynamique a de profondes implications pour la consommation des terres agricoles, avec une période de forte pression jusqu'en 2009, suivie d'une urbanisation plus régulée dans la dernière décennie. Ces observations soulignent l'importance de politiques de gestion du territoire afin de maîtriser l'expansion urbaine et de limiter les impacts sur les espaces agricoles (fig 71).

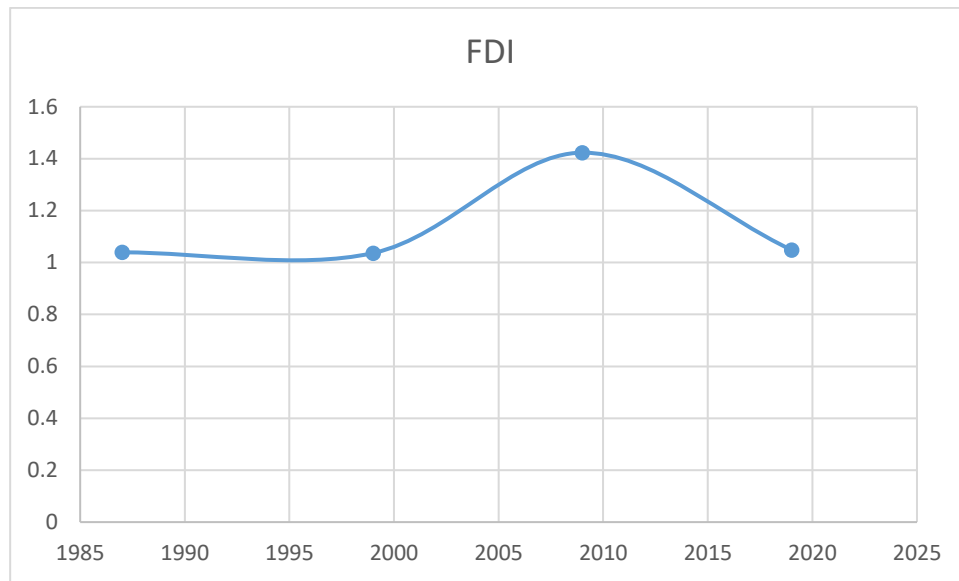


Figure 71 Distance Euclidienne des Composants les Plus Proches (Euclidean Nearest Neighbor Distance - ENN)

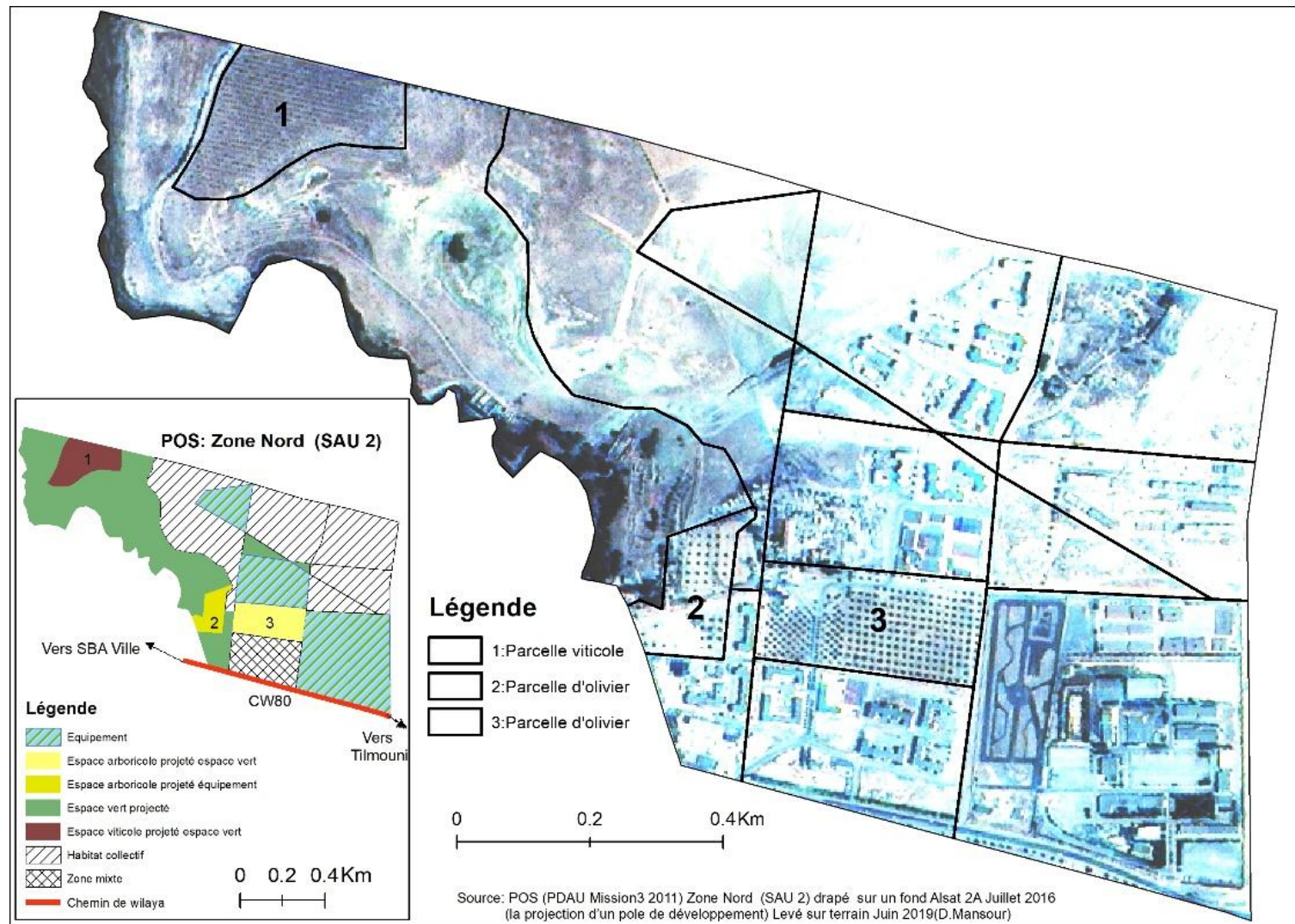


Figure 72:Nouveau pôle urbain à la périphérie de la ville de Sidi Bel Abbès : adaptation des parcelles agricoles (1, 2,3) aux menaces actuelles face à l'urbanisation

L'arboriculture est donc la forme la plus résistante face à cette urbanisation²², en effet certaines zones d'urbanisation nouvelle ne sont freinées que par ces parcelles d'arboriculture cependant cela ne veut pas montrer forcément une résilience des agricultures mais plutôt une technique de gain économique (car les parcelles arboricoles une fois touchées par un plan d'aménagement sont celles les mieux remboursés par l'état), l'espace agricole de la Mekerra demeure donc en sursis²³ (fig72).

²² Entre la planification et la réalité du terrain, zone périphérique nord de la ville de SBA dessine les prélèvements actuels des parcelles agricoles « travaux de chantier en cours pour les programmes d'habitats et équipements, alors que les parcelles agricoles (1, 2 et 3) maintiennent leurs vocations au cœur de cette urbanisation.

²³ En juin 2019, Observations et relevés de terrain sur la périphérie de la ville de SBA. A travers le terrain, il ressort que y a un maintien et une sorte d'adaptation des espaces agricoles (arboriculture et les reliques de vignoble, propriétaire absent lors de notre passage au niveau de l'exploitation) à l'intérieur de périurbain (Plan d'Occupation du Sol « Zone Nord approuvé en 2011 »

10 Conclusion

En conclusion de ce chapitre, cette étude a permis de caractériser l'impact de l'étalement urbain sur l'agriculture périurbaine en utilisant des données multi dates (1987,1999,2009 et 2019). Plusieurs méthodes ont été testées pour l'extraction du bâti, et après comparaison, nous avons opter pour un classifieur multiple qui s'est avéré être la méthode la plus efficace pour une classification supervisée, grâce à une sélection avancée des échantillons. Les résultats ont montré que cette approche surpassait les autres méthodes utilisées.

Dans le cadre du deuxième chapitre, l'analyse de l'étalement urbain a été approfondie pour quantifier les prélèvements des terres agricoles périurbaine, en utilisant une matrice de transition de l'occupation du sol à l'échelle de la commune de SBA.

Des indicateurs de formes ont également été utilisés pour mieux comprendre la morphologie de cet étalement. Cette analyse a permis d'identifier les prélèvements des terres agricoles et d'évaluer l'ampleurs des impacts de l'urbanisation sur les espaces agricoles dans la zone périurbaine de la ville de SBA.

2. Conclusion partie 2

Les chapitres 1 et 2 de ce travail proposent une vue d'ensemble sur l'impact de l'étalement urbain sur les terres agricoles périurbaines, en utilisant des différentes approches méthodologiques des données diversifiées.

Le Chapitre 1 a mis en relief le besoin d'outils et de méthodes d'intelligence artificielle pour apprécier ces impacts, en s'adossant sur un inventaire bibliographique et des applications de la télédétection dans le contexte de la géographie urbaine et rurale.

Le Chapitre 2 a fouillé l'analyse en s'appuyant sur des images satellitaires Landsat et Sentinel 2A pour déterminer les dynamiques urbaines et agricoles. Landsat a permis une étude temporelle des changements grâce à ses archives historiques, tandis que Sentinel 2A a fourni des détails géométriques et spectrales sur le comportement des terres agricoles. Les observations sur le terrain et les informations auxiliaires comme le statut juridique des terres, le modèle numérique de terrain (MNT), et les données climatiques ont enrichi cette analyse.

Les différents procédés de classification supervisée expérimentées ont conduit à choisir d'une méthode hybride, combinant certaines approches pour une meilleure détection des surfaces bâties. La détection de transmutation a quantifié l'impact de la rurbanisation des terres agricoles, en prenant en compte la vocation des terres pour évaluer les pressions exercées sur les zones proches de la ville de SBA.

La conclusion de ces deux chapitres met en vérité l'aptitude des moyens usées à fournir des indicateurs propres sur les zones menacées par l'expansion urbaine. Les résultats proposent des mécanismes propres pour la planification territoriale et la gérance des ressources agraires, en accentuant les évolutions endurées par les terres périurbaines au fil du temps. Ces insights seront détaillés plus dans les chapitres suivants de la troisième partie, avec des implications pour la gestion durable des espaces agricoles face à l'urbanisation croissante.

Partie 3 **Analyse des facteurs qui contribuent à la vulnérabilité des terres agricoles en zone périurbaine**

1. Introduction de la Partie3

L'évolution de l'étalement urbain dans les villes de Sidi Bel Abbès présente des dynamiques complexes et interconnectées, particulièrement en ce qui concerne la consommation du foncier et l'impact sur les terres agricoles périurbaines. Cette partie de notre travail s'articule autour de deux chapitres complémentaires.

Dans le **premier chapitre**, nous utiliserons les résultats de la caractérisation de l'étalement urbain et de son évolution (détaillés dans la partie 2, chapitre 2). Pour analyser de manière approfondie la consommation des espaces fonciers, il est très important de relier cette évolution du bâti avec les informations cadastrales, nous chercherons à évaluer l'ampleur de l'emprise de cette expansion sur les différentes catégories de terres, notamment en termes de statut juridique. L'objectif est de caractériser les pressions croissantes exercées sur le stock foncier communal, en mettant l'accent sur la manière dont le domaine privé de l'État a été réorienté vers des usages urbains au détriment d'autres vocations, notamment agricoles. Cette analyse permettra d'apprécier le degré de tension entre politiques urbaines et agricoles dans la ville de Sidi Bel Abbès, ainsi que l'impact de ces politiques sur le déclin des terres agricoles consommées par l'urbanisation.

Le **deuxième chapitre** explorera la possibilité de synthétiser les résultats de cette thèse dans un cadre d'analyse multicritère. L'objectif sera de produire une carte de synthèse illustrant les menaces sur les terres agricoles périurbaines, en prenant en compte plusieurs critères clés tels que la nature foncière, le rendement agricole, la qualité des sols, le réseau de drainage, les infrastructures routières et les données géologiques. Cette approche nous permettra d'identifier les zones les plus vulnérables face à l'urbanisation croissante et d'apporter des recommandations pour une gestion durable du foncier périurbain.

Chapitre I

Foncier agricole périurbain : évolutions et menaces actuelles. Cas de la commune de Sidi Bel Abbès : une analyse basée sur des données cadastrales spatiales.

1 Introduction

L'Algérie indépendante a hérité une situation conflictuelle en matière de gestion du foncier où se superposaient les modes coutumiers et les régimes modernes mis en place lors de la colonisation (S. A. Souiah 1998c). Quand vers le milieu des années 1970, l'État algérien a voulu planifier des activités et centraliser la décision via des réformes agraires. Le pouvoir public en place a affiché clairement ses tendances à l'ouverture politique et à la libéralisation économique vers la fin des années quatre-vingt (Semmoud, 1990). La restructuration des terres a donné naissance aux domaines agricoles socialistes (DAS). Cette situation juridique va durer jusqu'à la fin de 1987 où une décision de remplacer les DAS par des Exploitations Agricoles Collectives et Individuelles (EAC et EAI), par conséquent, la réorganisation du secteur privé de l'État, a créé une dynamique, qui se traduit par des nouvelles formes de travail de la terre, vu les nouvelles dispositions de la loi 87/19 portant sur la vente ou la location et la loi de 90/25, concernant l'orientation foncière.

L'Algérie connaît une situation du foncier agricole très complexe, qui se traduit sur le terrain par une diversité des statuts juridiques (Marouf, 1999; Semmoud, 2009). Il est vrai que nos terres agricoles ont subi de multiples propriétaires qui ont marqué, aussi bien leur histoire lointaine que leur devenir contemporain. Ce postulat est-il vrai pour le cas de la commune de Sidi bel abbès. Les travaux de Ali Daoudi et Jean-Philippe Colin (Daoudi and Colin, 2017 ; Daoudi et al., 2017a, 2017 b), Hichem Amichi (Amichi et al. 2011; Amichi, Bouarfa, et Kuper 2015), et d'autres (S. A. Souiah 1998c) ont largement démontré le décalage complet entre ces exploitations virtuelles qui n'existent que dans la loi et la réalité du partage informel des EAC en exploitations familiales ou en terres mises en location.

Dans ce contexte, les transactions occultes, l'abandon général des terres par excès d'émiettement, le rôle limité du cadastre et la conservation foncière, la faiblesse de l'administration du secteur de l'agriculture, comportent toute prise en charge efficace pour protéger le foncier agricole et même toute volonté de vouloir l'organiser et l'encadrer ce qui a influencé notamment le foncier agricole périurbain (Baouche, 2014 a). Les études sur l'espace périurbain ont fait l'objet d'intérêt de plusieurs travaux scientifiques, tel que l'accroissement des mobilités quotidiennes, la distorsion entre lieux de résidence et de travail (Bédrani and Bouaita, 2003; Bendraoua and Souiah, 2008; Boudjenouia et al., 2008; Maachou and Otmane, 2016; Rebouha and Pochet, 2009; Semmoud and Ladhém, 2015).

Actuellement, dans les zones proches de la ville, la consommation extrême d'espaces agricoles mène à une perte irréversible d'une ressource non renouvelable de stock foncier. Ceci a mis en difficulté l'activité agricole par une croissance rapide en matière des surfaces urbaines (Kebir et Zeghiche 2014).

Nous assistons ces dernières décennies à des tensions et des conflits d'usages en périphéries des grandes villes. La ville devient prédatrice et consomme de manière effrénée le stock des terres agricoles pour élargir son périmètre urbain. Nous assistons à une régression continue de la Surface Agricole Utile (SAU) par habitant, elle est engendrée par l'avancée des villes dans les franges périurbaines qui contourne dans la plupart des cas la planification en vigueur (S. A. Souiah 2012). La SAU/habitant était de l'ordre de 0,80 ha en 1939 par habitant contre 0,20 ha/habitant en 1998 (Elloumi et Jouve 2003c). Donc, les besoins sociaux en termes d'habitat impliquent directement les décideurs locaux dans un processus de choix des poches foncières pour la satisfaction de la demande sociale, chose qui a rendu le foncier agricole périurbain vulnérable aux compromis exercés par plusieurs acteurs au niveau local. De ce fait, l'état a pris l'initiative pour contrer le fluage du béton armé sur les terres agricoles par des stratégies afin de les préserver selon les dispositifs juridiques en vigueur (M. Cherif 1982b).

C'est dans ce contexte, qu'on se propose dans ce présent travail, de procéder à une approche d'analyse sur la nature juridique des terrains prélevés au profit du bâti urbain afin de caractériser l'étalement urbain à l'aide des données satellitaires multispectrale Landsat. Notre approche repose sur le questionnement suivant : est-ce qu'il y a un impact de l'étalement urbain sur la gestion du stock foncier et sa nature juridique ? Et quel est le devenir de ce stock foncier face aux menaces actuelles et aux futures orientations de l'aménagement et de l'urbanisme ? Ces analyses ont été menées dans plusieurs situations, notamment dans le contexte des espaces cotiers (Ghodbani et Semmoud 2010), les villes côtières comme Alger (Otmani et al. 2019; Rabehi, Guerfi, et Habib 2020a) et Oran (Missoumi, Desponds, et Hadeid 2018) ont connu des pressions d'urbanisation par la prise du foncier omis de sa nature juridique et la construction dans les zones protégées par la loi littorale, cette pression n'a pas été ralenti au niveau de la bande littoral, elle est renversée directement vers les espaces arrière-littoral, il s'agit donc de l'activité agricole menacée en milieu littoral et de plus en plus vers l'intérieur du pays (Rabehi, Guerfi, et Habib 2020a; Chaib et Mezner 2008b). Le littoral algérien est actuellement saturé sur la bande non respectée par le bâti urbain, ce qui a accentué les menaces sur le foncier vers l'arrière littoral (zone agricole). Cette tendance est similaire à la situation rencontrée dans les

plaines agricoles proche des grandes villes de l'intérieur du pays comme le cas de la ville de Sidi bel abbès.

Sidi bel abbès, ville de plaine intérieure, la capitale de mekerra, où le mitage agricole, a connu un déversement effréné de l'étalement urbain au détriment du foncier péri-urbain. Le mitage accéléré entre 1987 et 2019 s'exprime par les menaces qui pèsent sur les terres domaniales périurbaines, la mise sous pression de l'activité agricole aux périphéries de la ville, ainsi que par un relâchement du respect des politiques d'aménagement au niveau local. Ce chapitre, est une analyse sur la nature juridique des terrains prélevés au profit du bâti urbain afin de caractériser son étalement à l'aide des données satellitaires multispectrale Landsat(Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023b; Mansour, Souiah, El Amine Gacemi, et al. 2023).

2 Les réformes agraires à sidi bel Abbès : constat général, dispositifs règlementaire et mise en œuvre

A Sidi bel abbès, la réorganisation a marqué un tournant décisif dans la gestion du secteur agricole qui se caractérise d'une part, par l'abolition de la discrimination entretenue en faveur des exploitations du secteur public et d'autre part, par la restitution des terres nationalisées dans le cadre de l'application de révolution agraire à leur propriétaires légitimes. A leurs tours, les Domaine Agricoles Socialistes (DAS) autrefois composés de grands îlots, ont été morcelés en Exploitation Agricole Collective (EAC) et Exploitation Agricole Individuelle (EAI). Une trame parcellaire géométrique très hétérogène a vu le jour dès 1987, il s'agit là, du premier bouleversement de la structure foncière, qui a résolu à un nombre de bénéficiaires presque égal au nombre de propriétés créées illicitement. L'éclatement des DAS en EAC et EAI auxquels viennent s'ajouter le morcellement des propriétés privées à la suite de successions, a sombré dans un démembrement où l'esprit de collaboration et de coordination n'existait plus. Cette nouvelle législation s'est concrétisée géographiquement, par un nouveau paysage agricole, qui a eu pour conséquence :

- Une influence sur la structure agraire, qui s'est traduite par un empiétement sur les terres agricoles à la suite de la restitution des terres nationalisées et la libéralisation du marché foncier ; après la promulgation de la loi 90-25 du 18 décembre 1990 portant orientation foncière.
- Les fermes en périphérie de la ville, qui étaient des fermes de l'époque coloniale, ont été occupées par le secteur de l'autogestion en suivant les

processus de développement, jusqu'à présent sont occupées illégalement par des habitations (prolifération de l'habitat informel aux alentours de la ville actuellement).

3 Sidi Bel Abbès : une ville au sein d'une plaine agricole

Ville de plaine intérieure située à 90 kilomètres d'Oran, Sidi Bel Abbès est chef-lieu d'une wilaya fortement agricole qui s'étend sur une surface de 386 552 Ha. La wilaya compte 15 daïrates et 52 communes. Son territoire couvre une superficie de 9150 Km². À l'échelle locale, le groupement urbain de Sidi Bel Abbès regroupe 5 communes : Sidi Lahcen, Sidi brahim, Amarnas, Zerouala et Tilmouni (voir figure 1, partie1). A une échelle plus réduite, Sidi bel abbès, Sidi Lahcen et Amarnas sont aujourd'hui en interaction permanente où se cristallisent les évolutions sociales et les enjeux économiques (Fig.73).

Sur le plan spatial le groupement est structuré comme suit :

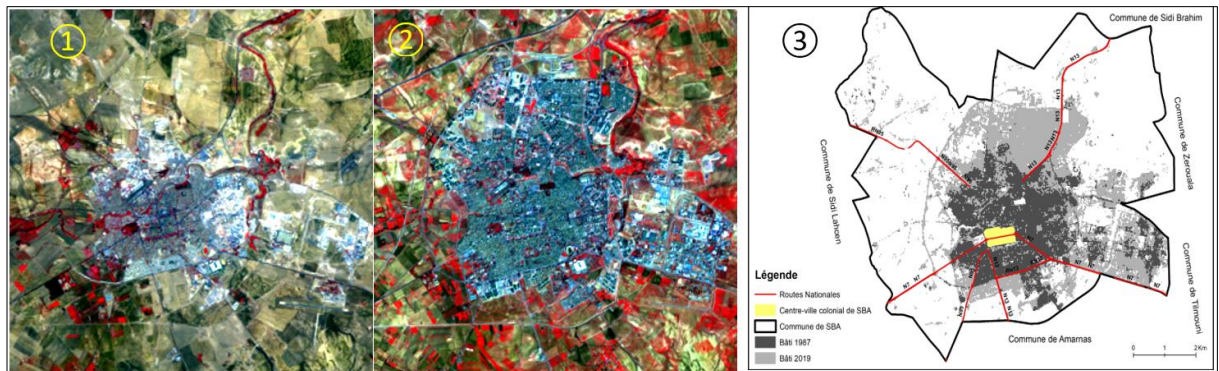
- La première unité : est celle de noyaux urbains de Sidi Bel Abbès qui se présente comme un tissu urbain compacte en plein centre du groupement vers laquelle converge un ensemble de voies multidirectionnelles qui la relie à tous les points du territoire du groupement (Fig.1, partie1).
- La deuxième unité (La zone périphérique) : elle comprend le reste de la commune de Sidi Bel Abbès, la commune Sidi Lahcène et une partie des territoires de Sidi Brahim et Amarnas (Fig.1, partie1).
- La Troisième unité (La zone Est) : Elle regroupe le reste du territoire d'Amarnas et Sidi Brahim, les communes de Tilmouni et Zerouala (Fig.1, partie1).

4 Les mutations de la nature juridique : source d'instabilité de foncier périurbain

4.1 Foncier périurbain au péril de l'étalement urbain

Nous avons utilisé deux images satellitaires à haute résolution spatiale LANDSAT, ces données sont variées, nous avons des données de 30 m (multispectrale) et 15 m (panchromatique) de résolution. Sur le territoire de Sidi bel abbès, les systèmes de production sont caractérisés par un morcellement de petite taille (Fig 73). Une analyse multi-dates des

images Landsat permettra de caractériser correctement l'étalement urbain de la ville de Sidi Bel Abbès (revisite chaque 16 jours).

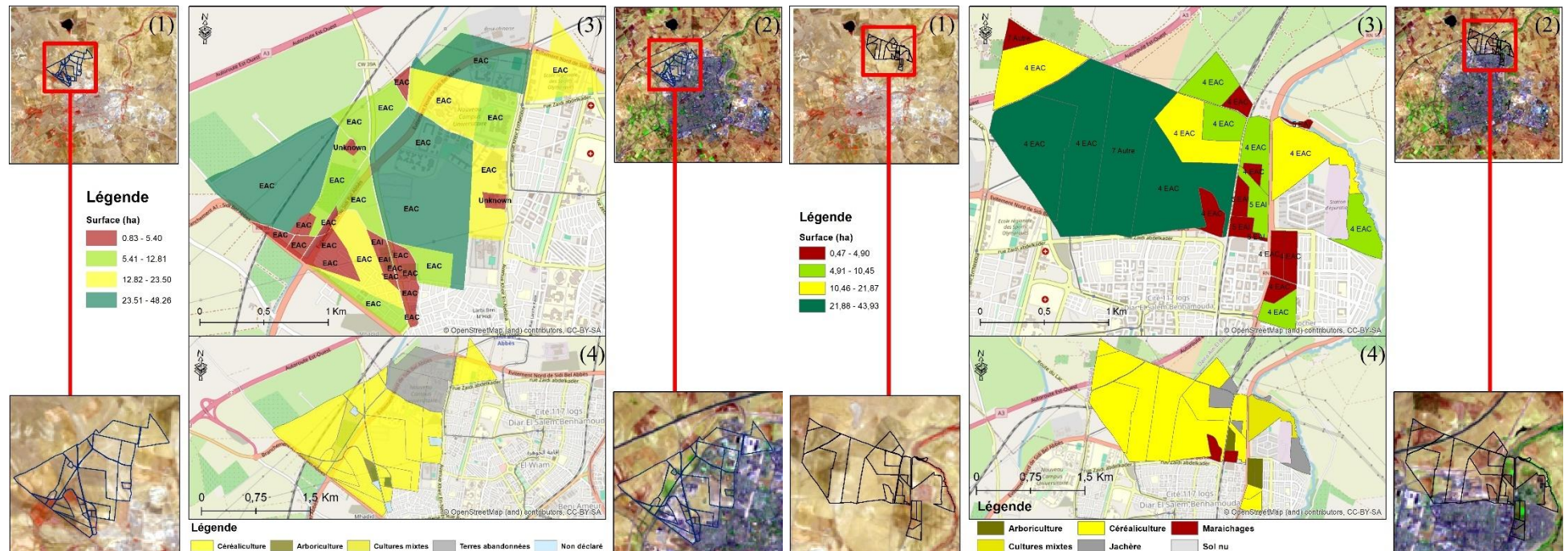


Source : 1 & 2 Données Landsat téléchargées via la plateforme « Earth explorer »

Figure 73 : Ville de Sidi bel abbès, vue par le satellite Landsat à différente date, (1) Landsat (TM5) 1987, (2) Landsat (8) 2019, (3) évolution de la surface bâtie entre 1987 et 2019

Un extrait de deux sections cadastrales (Côté Nord de la ville de Sidi Bel Abbès 1987, sections 3 et 4), indique les numéros de parcelles, leurs contenances et identification de la propriété. Il correspond au moment de l'éclatement des Domaines Agricoles Socialistes (DAS) en Exploitations agricoles Individuelles et Collectives (EAI et EAC), périmètre en bleu : Section n° 3. L'information collectée auprès du cadastre est très utile concernant le morcellement des terres destinées soit aux céréalicultures, maraîchères ou arboriculture (Fig 77). Ainsi pour les terres non travaillées et abandonnées. Au cours de notre travail de bureau au niveau du cadastre, il nous a fallu chercher dans les archives cadastrales la nature juridique des terrains agricoles entre 1960 et 1987, malheureusement, ces terrains n'ont pas été cadastrés durant cette période. Ce qui a rendu l'information historique sur le foncier et sa nature juridique difficile à avoir pour mener des analyses spatiales au cours de ce travail (fig 74).

Cartographie des terres agricoles vulnérables en zone périurbaine



Source : Mise en forme par D. MANSOUR (2022), Section cadastrale n°3 (Direction du cadastre)

Figure 74 : Plan de situation de la section cadastrale drapée sur un fond d'imagerie Landsat (périmètre en bleue, a et b), (1) Section cadastrale sur un fond d'image Landsat (1987, a et b)), (2) Section cadastrale sur un fond d'image Landsat (2019, a et b)).

Les données cadastrales ont été exploitées pour faire apparaître la nature juridique consommée par le bâti durant cette période. Ce constat fait ressortir deux situations, la première représente la zone purement agricole et la deuxième visualise l'état actuel des terres agricoles prélevées par l'urbanisation. Les informations collectées portent sur :

- Nombre de DAS avec un plan et les surfaces (Tab.37) ;
- Morcellement des vastes domaines socialistes en exploitations agricoles collectives (EAC) et exploitations agricoles individuelles (EAI) (Fig 75).

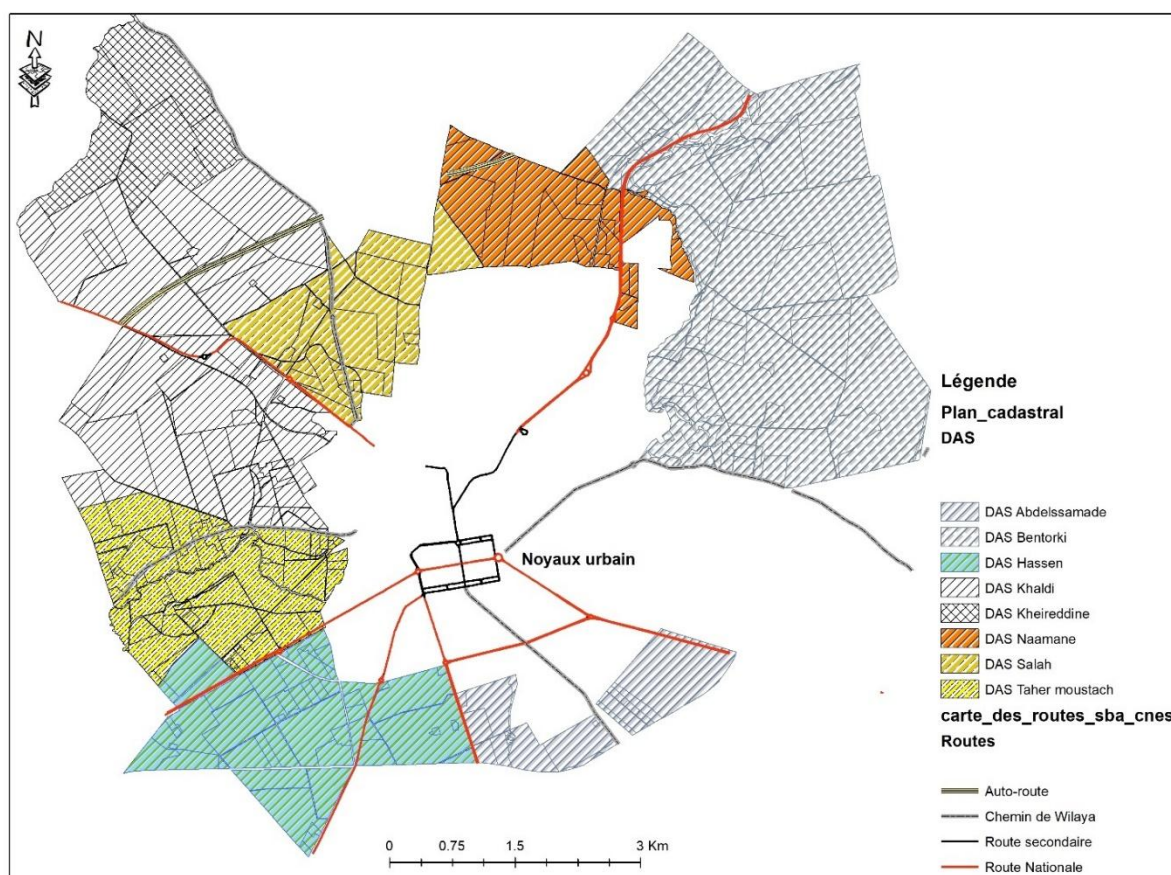


Figure 75 : Répartition spatiale des DAS

L'un des principaux éléments de caractérisation de la structure foncière est la taille des propriétés. L'appartenance juridique des terres et la taille des exploitations de la zone d'étude peut être résumé comme suit y compris tout type de statut juridique (EAC, EAI, melk, inconnu) (Tab.37). On remarque qu'il y a un écart important entre les petites exploitations (52%) et les grandes exploitations (13%). Ce type d'écart fait ressortir l'état de morcellement et la division entre les propriétaires notamment pour les petites surfaces.

Tableau 37: Structure agraire (section 3 (a), figure75)

Domaine	Localisation	Surface en (ha)
0,83 - 5,41	12 parcelles	52.17%
5,42 - 12,81	4 parcelles	17.39%
12,82-30,55	5 parcelles	21.73%
30,56 - 48,26	3 parcelles	13.04%

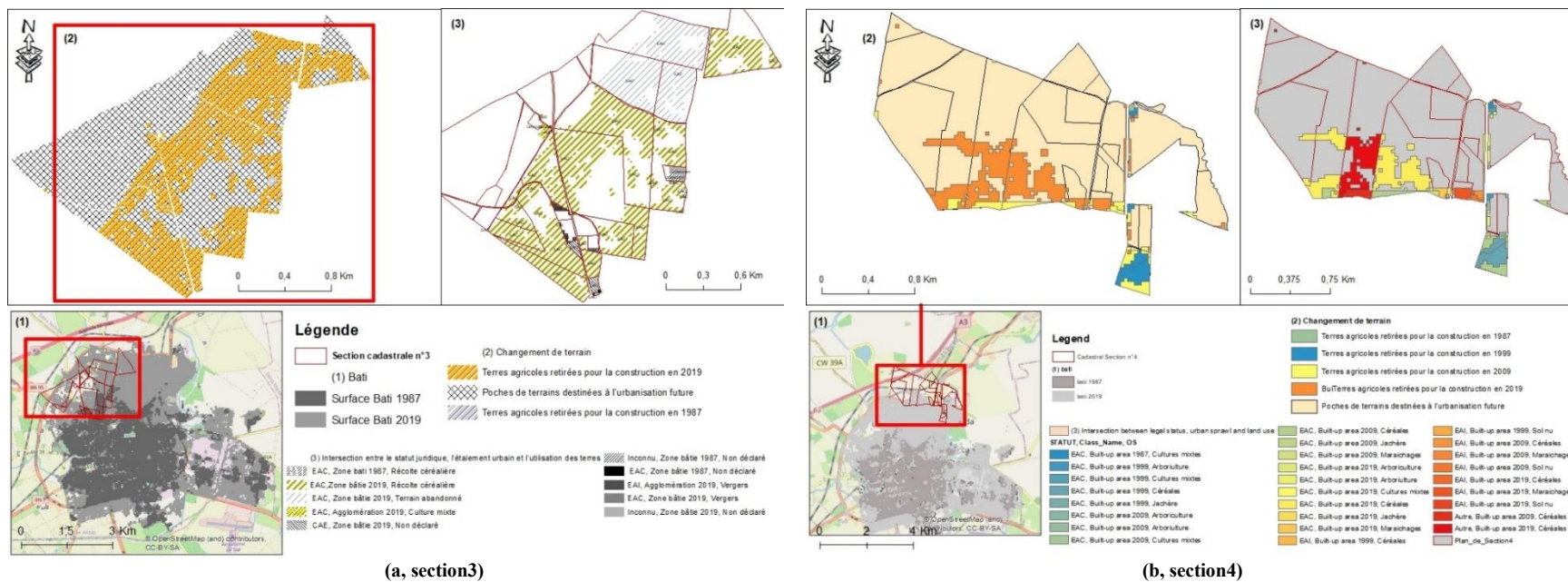
Le tableau n° 37 révèle la différence entre les tailles des exploitations. Nous constatons dans la figure 4 à des formes irrégulières des parcelles. Le parcellaire est très variable selon les exploitations qui restent encore très morcelée (le morcellement représente l'état de division des parcelles entre les propriétaires).

5 Les modes d'occupation du sol : évaluation et impact

Sur le plan spatial, l'extension des aires urbaines montre une forte relance de l'artificialisation entre 1990 et 2019 dans la proximité de la ville de SBA (Fig.76). Ce déferlement urbain au dépend d'autres occupations du sol, n'est pas uniquement basé sur l'habitat mais par d'autres infrastructures comme les routes (Autoroute Est-Ouest et grand voiries), les plateformes et zones d'activités... etc. Ces espaces sont complètement approuvés par les instruments d'urbanisme via le Plan Directeur d'Aménagement d'Urbanisme (PDAU). Le périmètre urbain de l'agglomération, s'établit sur une superficie de près de 1090,28 ha en 1987, et de 2 760,99 ha en 2019 (Fig 76), ce qui montre une évolution importante au détriment des terres agricoles périphériques de la commune de SBA, et particulièrement dans sa partie nord qui a enregistré une grande perte des terres à vocation agricole.

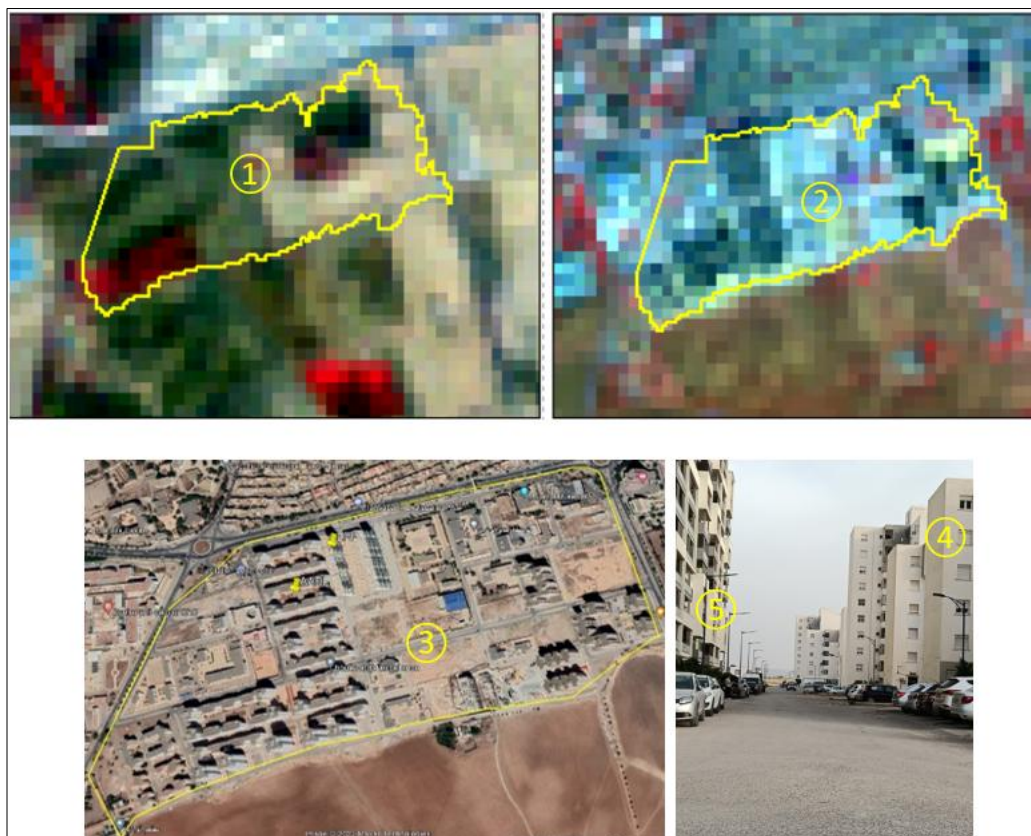
La carte des changements entre 1987 et 2019 montrent des transformations importantes survenues sur les terres agricoles périurbaines de la ville de SBA. Sa partie nord a enregistré hausse de la perte sur les exploitations agricoles collectives (EAC). Cette pression exercée sur le foncier domanial entraîne des amputations partielles d'exploitations allant jusqu'à leurs disparitions notamment les EAC et les EAI (Fig 76).

Cartographie des terres agricoles vulnérables en zone périurbaine



Source : Intersections cartographiques entre le statut légal, l'utilisation des terres et les zones urbaines 1987 et 2019

Figure 76 : Modèles d'utilisation des terres vs statut légal : évaluation et impact, zoom sur les parcelles affectées par l'urbanisation (exemple : Section n° 3 (a) et 4 (b) - Périphérie nord de la ville de SBA)



Source : Relevé par MANSOUR Djamel sur site Mai 2022

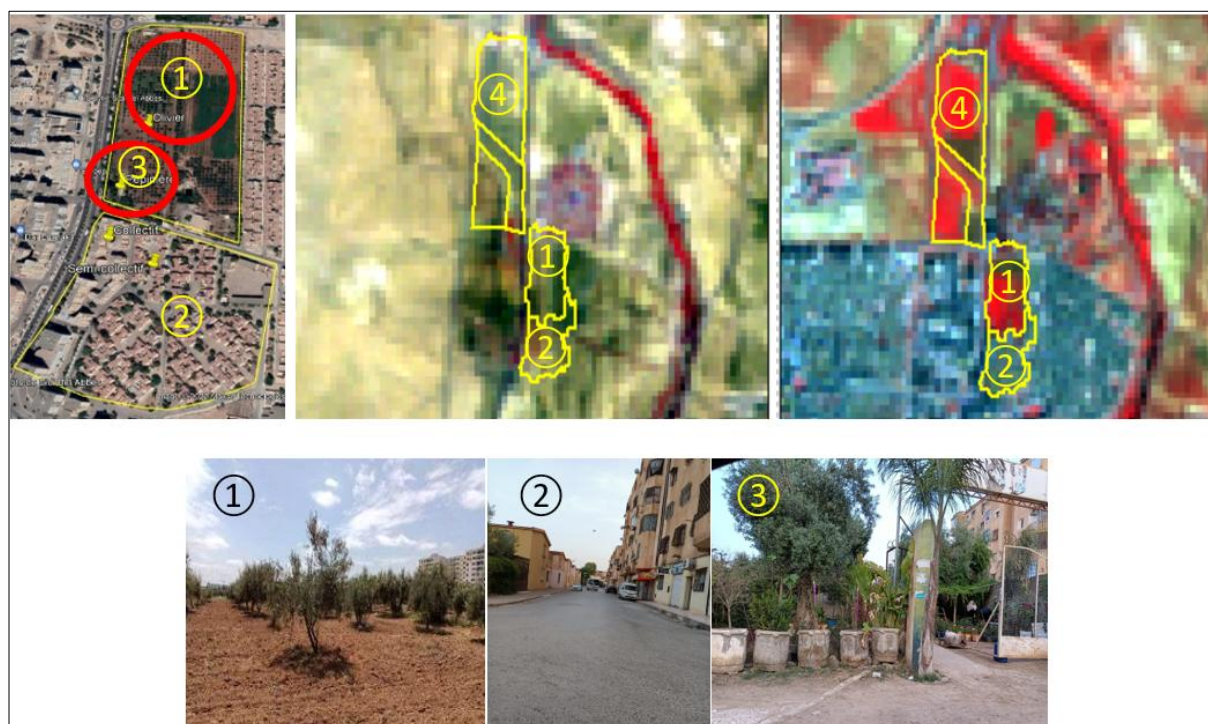
Figure 77 : SAU 4 : zone mixte (27,40 ha), (1) IVV en 1987 vue par Landsat TM (Institut Viticulture et Vignoble) (2) Bâti 2019 : mis en évidence par image Landsat en 2019, (3) Extrait de SAU4 (vue par Google Earth), (4) programme AADL, (5) Programme Promotionnel

Sur le plan historique, les mutations de la nature juridique ont introduit une crise en matière du foncier. Ces mutations sont caractérisées par une succession de plusieurs politiques agricoles notamment les domaines autogérés de l'ex-coloniale, la révolution agraire de 1970, la restructuration et réorganisation des domaines socialiste. Les choses paraissent, toutefois, progressées depuis la proclamation de la loi 90-29 de décembre 1990, l'amendement apporté en avril 2004 et la réglementation installée de la gouvernance foncière, occupation des sols et d'aménagement urbain.

Suite à ses transitions dans la politique agricole, en vue de gérer le foncier, l'espace agricole a subi une situation bien conflictuelle à la veille de l'indépendance, par l'opération de l'arrachage des surfaces de vignoble (étant du domaine de l'Etat) afin de projeter comme terrain à urbaniser (Fig 77).

Il révèle que le vignoble n'a jamais créé une endurance face à l'urbanisation, d'ailleurs les assiettes foncières de vignoble arrachées ou transformées en zone céréalière ont bouleversé le travail de la terre. Par ailleurs l'échec des politiques agricoles durant cette période en vue de protéger le stock foncier et de contourner les lacunes en matière d'instruments de planification sur le plan juridique ont favorisés l'attribution des terres pour le compte du béton (selon des appréciations collectées auprès des cadres de DSA).

Dans ce contexte, l'analyse des transformations du foncier agricole périurbain révèle un prélèvement des terres agricoles au profit du bâti urbain, en particulier le domaine public de l'état (Fig 78). La question des mutations des terres agricoles périurbaines par reconnaissance des différents modes d'occupation du sol multi date, a pour objectif de définir la nature juridique réorientée vers l'urbanisation.



Source : Relevé par MANSOUR Djamel sur site Mai 2022

Figure 78: La zone Nord : habitat et équipement de proximité (8,43 ha), (1) EAC Kada El Hassani (Parcelle d'Olivier haie végétale) (2) EAC Boumlik AEK (transformé en bâti en 2019) (3) habitat collectif et habitat semi-collectif (4) EAC Kada El Hassani en activité

6 Stratégies et modes de résistance face au péril de l'étalement urbain

Ces transformations ont touché beaucoup plus les terrains occupés par les grandes cultures (GC) relevant du domaine public de l'état avec 71 % (surface de section cadastrale n° 3) et un taux de 2,8 % par rapport à la surface communale (Fig.80 et Tab.38).

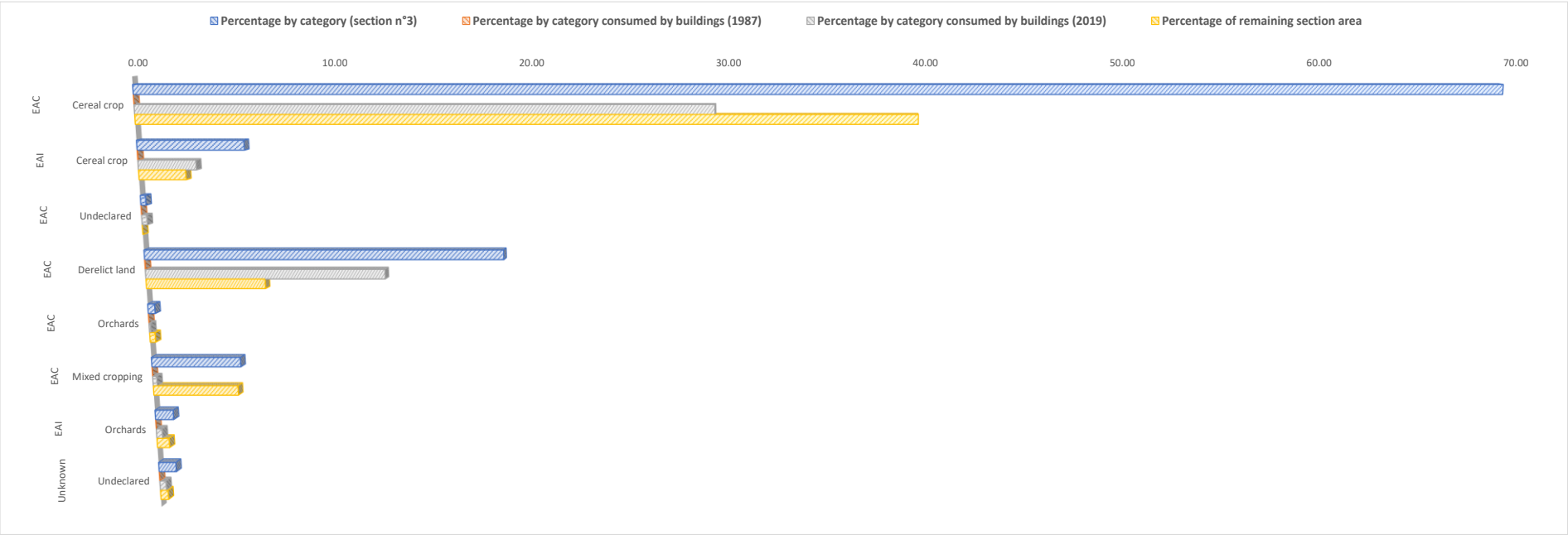
Tableau 38: Répartition de l'occupation du sol et la nature juridique sur les terrains urbanisés

Natures juridiques	Type des cultures	Surface totale (Section n/ha)	(%)	Surface par catégorie consommée par les zones urbaines en 1987 (ha)	Surface par catégorie concernant la superficie totale de la section cadastrale 1987. (%)	Surface par catégorie consommée par les zones urbaines en 2019. (ha)	Surface par catégorie par rapport à la surface totale de la section cadastrale 2019 (%)	Zone restante par catégorie	Surface total de la section (%)
EAC	Céréaliculture	224.2	69.1	0.0	0.00	95.63	29.45	128.60	39.61
EAI	Céréaliculture	17.67	5.4	0.32	0.01	9.56	2.94	7.77	2.39
EAC	Non déclaré	0.9	0.3	0	0.00	0.86	0.26	0	0.00
EAC	Terrain abandonné	59.8	18.4	0.08	0.00	39.92	12.30	19.86	6.12
EAC	Arboriculture	1.2	0.4	0	0.00	0.23	0.07	0.91	0.28
EAC	Culture mixte	14.9	4.6	0	0.00	0.68	0.21	14.27	4.40
EAI	Arboriculture	3.1	0.9	0	0.00	0.97	0.30	2.07	0.64
Inconnue	Non déclaré	2.9	0.9	0.57	0.00	1.03	0.32	1.29	0.40
Total		324.67	100.0	0.97	0.30	148.47	45.73	174.77	53.83

Source : Croisement entre les surfaces urbanisées et les données de section cadastrale n°03 (MANSOUR Djamel 2022)

A travers les résultats reportés dans le tableau 38, il en ressort que la surface totale de section n° 3 était de 276,4 ha dominé par la céréaliculture avec une surface de 198,4 ha (Tab.38). L'étalement urbain a consommé 103,7 ha ce qui avoisine 37 % par rapport à la surface totale de section n° 3. Ce prélèvement s'explique par la prolifération des menaces exercées sur le domaine privé de l'Etat (Tab.38 et Fig.79).

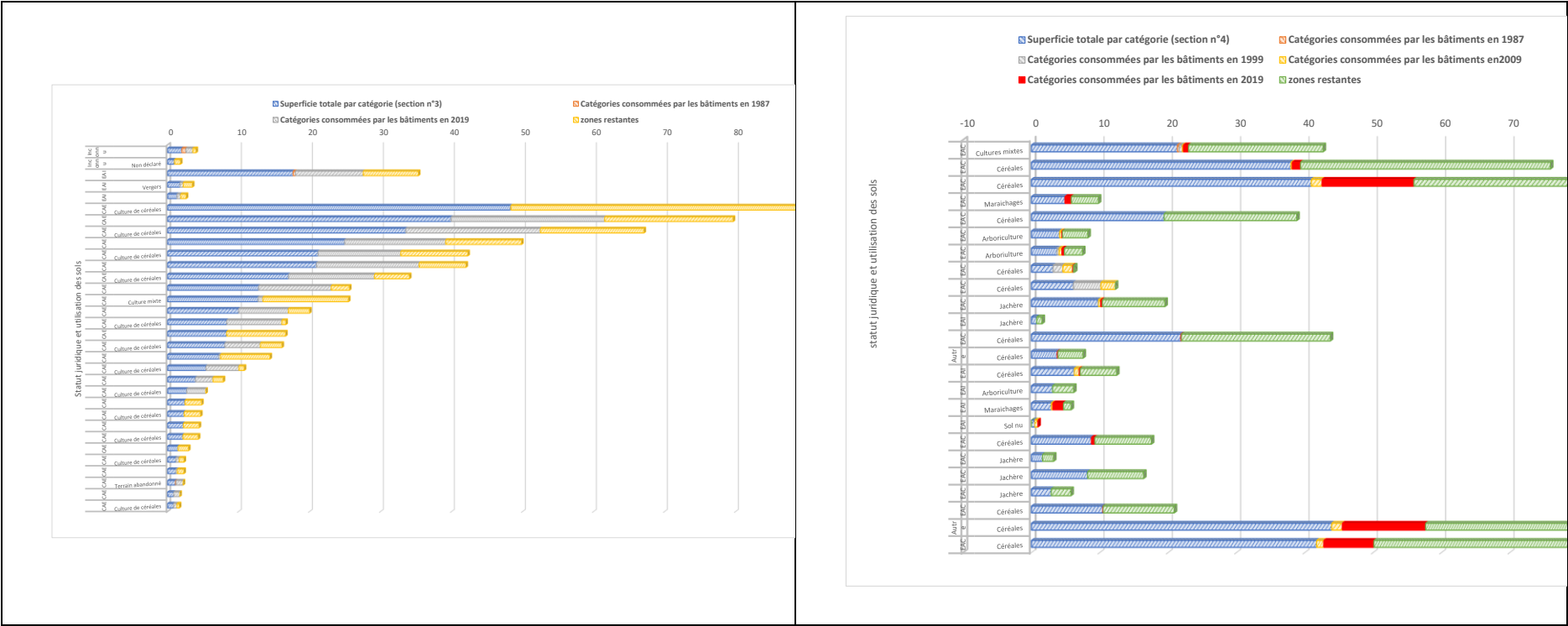
Cartographie des terres agricoles vulnérables en zone périurbaine



Source : Traitement graphique issu des résultats obtenus (Mansour Djamel 2022)

Figure 79 : Répartition des surfaces attribuées à l’urbanisation suivant la nature juridique et l’occupation

Cartographie des terres agricoles vulnérables en zone périurbaine

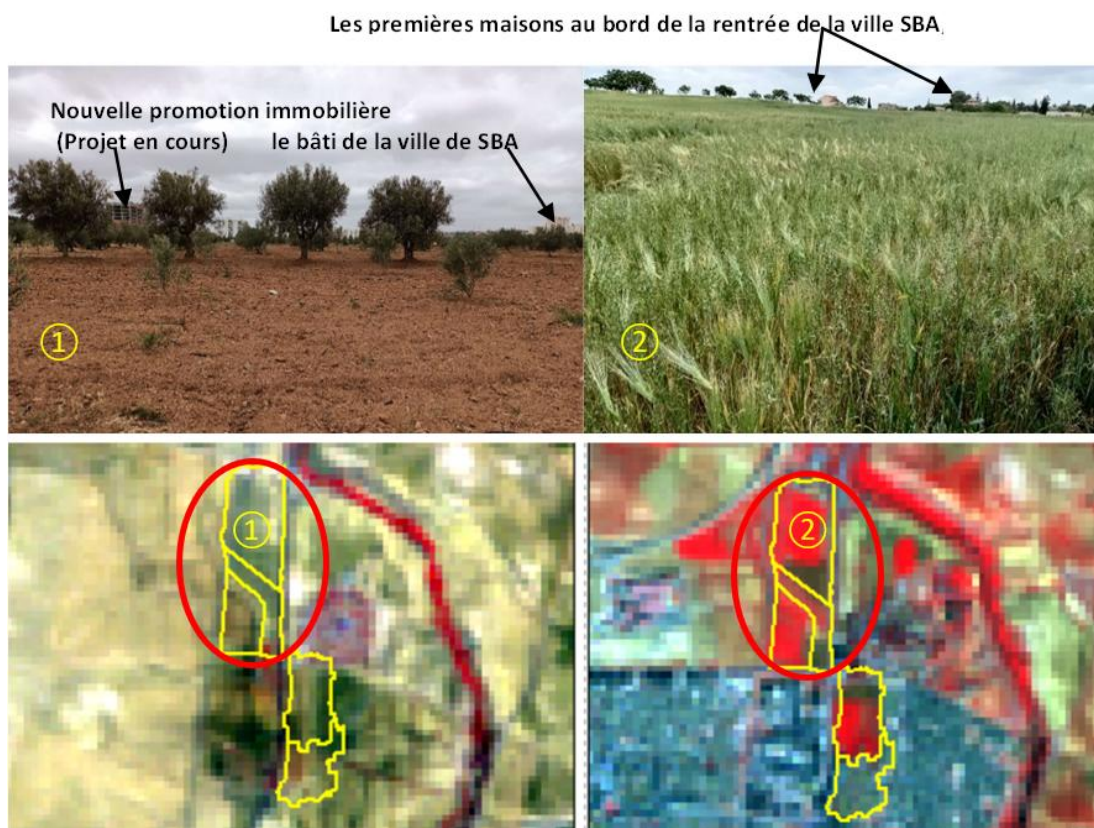


(a, Section3)

(b,section4)

Figure 80: Interprétation des résultats cartographiques (a et b)

D'après, le croisement des données sur l'évolution urbaine, l'occupation du sol et la nature juridique, il ressort que 34,5 % des surfaces domaniales de type collectif ont été consommées par le bâti (grande culture et terrain abandonné (Tab.38 et Fig.81). Durant la période étudiée, nous avons remarqué que la ceinture céréalière est beaucoup plus exposée aux prélèvements par l'urbanisation (22,4 % via les programmes de nouvelles extensions urbaines. La céréaliculture étant dans un climat semi-aride, le rendement a connu beaucoup plus de fluctuations poussant les agricultures à délaisser la terre vue l'absence des moyens de production et le manque de protection juridique du foncier agricole, rendant ainsi ces terres vulnérables à l'urbanisation (Tab.38, Fig.81). Il est remarquable que l'olivier ne soit pas bien travaillé, ce qui montre que ces plantations ne sont pas destinées à créer de la richesse et à soutenir la production, mais elles sont comme un potentiel gelé jusqu'à ce qu'il soit choisi comme projet de construction afin de compenser inévitablement (Fig.82, photo 1).



Source : Observations et relevés de terrain sur RN13 (rentré Nord de la ville de SBA-Porte d'Oran. Par D. Mansour, Mai.2021).

Figure 81 : Foncier péri-urbain préservé par : (1) nouvelle plantation d'olivier limitrophe de la ville de SBA (partie nord) (2) Parcelle d'avoine en irriguée

Cartographie des terres agricoles vulnérables en zone périurbaine

L'arboriculture bien plus stable s'est quand même mieux adaptée face à la pression de l'urbanisation, on ne note que 1,8 % consommé par le projet autoroute Est-Ouest à l'échelle de la surface agricole communale et qui représente des terres domaniales (Tab.38).



Source : Observations et relevés de terrain par D. Mansour, Juin 2019 et Nov 2022

Figure 82 : Parcelles en périphérie de la ville, difficilement photographié, (1) Plan de situation de la zone visée, (2) Plan de section cadastrale n° 3, (3) Nouvelle plantation d'olivier (zone programmée pour une extension projetée de la ville – côté Nord de la

L'arboriculture est dans la forme la plus résistante face à cette urbanisation, certaines zones d'urbanisation nouvelle ne sont freinées que par ces parcelles d'arboriculture, cependant cela ne veut pas montrer forcément une résilience des agricultures mais plutôt une technique de gain économique (car les parcelles arboricoles une fois touchées par un plan d'aménagement sont celles les mieux remboursés par l'état), le reste des poches foncières à l'échelle de la section n° 3 demeure donc en sursis (Fig.82). Le prélèvement des terres dans le cadre de l'utilité publique a fait son œuvre (Fig.83). Des opérations d'attribution nommées déclassement des terres des terrains dans le cadre d'établir un équipement public sur une Exploitation Agricole Collective (EAC) (Tab.39).

Tableau 39: les informations relatives à une parcelle affectée dans le cadre d'un projet de Dépôt tramway

Wilaya	Commune	Projet	Superficie en ha	Nature juridique
Sidi Bel Abbès	Sidi Bel Abbès	Dépôt de tramway	7 ha 15 ares 55 ca	EAC Naamane AEK

Source : Journal officiel, 2012 : P13

Sur le fond de l'image landsat8 de 2019, est reporté (jaune) un extrait d'une partie d'un terrain agricole domanial en périphérie nord de la ville de SBA, à travers cet exemple nous avons essayé de repérer ce prélèvement (Fig.83).



Source : Relevé reproduit sur image Landsat 2019, Mansour Djamel 2022

Figure 83 : Délimitation de la zone concernée par l'opération de déclassement (en rouge), (1) EAC, Naamane Abdelkader, zone céréalière (image Landsat1987) (2) Dépôt de tramway (image Landsat 2019).

7 Politiques agricoles et leurs impacts sur la gestion du foncier

La répartition de l'occupation du sol et la nature juridique dans la partie Nord de la ville de SBA retracent un bouleversement de paysage agricole, en termes de taille et mode d'exploitation de la parcelle, ce qui a conduit à l'abandon des terres domaniales les plus rentables avec 33 % des surfaces urbanisées au niveau de la section n° 3 (Tab.38 et Fig.84).

Par conséquent, les pratiques de différents modes de faire valoir surtout le mode indirect (métayage) qui se présente, néanmoins, sous plusieurs formes, notamment, l'association à la moitié « Chorka Bennos » ou le mode de faire valoir total, l'association à trois, à raison de 1/3 par partenaire et la location monétaire (fermage), c'est des cas qu'on a rencontrés sur les biens de domaine public de l'état. Les pratiques de modes de faire valoir sont devenues depuis les années 1970 pratiques courantes, exprimant une transformation dans la propriété de rente (Bouchemal 2009). Elles ont conduit à un désistement beaucoup plus dans les terres domaniales, ce qui a rendu un contentieux foncier difficilement gérable. Depuis un sentiment

d'insécurité qui s'est installé chez les agriculteurs et qui s'exprime par un abandon total ou partiel de la terre (ce qui laisse les terres nues-voir plan de section 3, Fig.84).

Cette situation a impacté directement l'activité agricole, suite à la restitution des terres nationalisées, ce qui a conduit à l'émergence des nouvelles pratiques comme l'achat de quotes-parts en indivision, ou tout simplement au détriment de certaines EAC dont les attributaires louent les terres et se convertissent en commerçants, ou entrepreneurs (Berrahi 2001; S. A. Souiah 1998c). La réorganisation opérée à partir de 1987 a scellé définitivement la structure coopérative (l'esprit collectif) puisque tous les fellahs (agriculteurs) ont opté pour l'individualisation de l'exploitation (EAI et même pour les EAC sur le plan virtuel, Fig.84). Cette situation qui date plus d'une décennie a finalement engendré un marché locatif des terres. Tous ces exploitants investisseurs louent ces terres et de ce fait se constituent un capital foncier virtuel.

La zone restante dans la section n° 3 est toujours soumise à une conversion dans les zones urbaines. Sur la base de notre visite sur le terrain en août 2023, l'observation majeure se distingue en fonction de la révision actuelle du Plan Directeur. À cette fin, les agriculteurs ont choisi leurs pratiques. Certains d'entre eux ont utilisé leurs terres agricoles collectives abandonnées pour planter des arbres, notamment des oliviers (Fig. 85, EAC1), tandis qu'un autre groupe a fait de la culture céréalière son choix principal. (Fig. 85, EAC2). Cette dynamique a également été observée dans une autre ferme collective, qui cultivait encore des céréales sur son terrain en 2022. (Fig. 85, EAC3).

Cartographie des terres agricoles vulnérables en zone périurbaine



Source : Enquête de terrain en mai 2021, réalisée par Mansour Djamel.

Figure 84 : Les pratiques agricoles actuelles sont les suivantes : (EAC1) la création de nouvelles plantations d'oliviers, (EAC2) la reconversion d'une parcelle abandonnée en 2011, cultivée avec des céréales en 2022, et (EAC3) la culture actuelle de céréales sur l

Ces cas soulignent la complexité de la relation entre l'urbanisation, l'agriculture et la gestion des terres dans les zones périurbaines et mettent en évidence la nécessité de politiques et de mesures appropriées pour protéger le potentiel agricole des terres tout en répondant aux besoins du développement urbain.

Cartographie des terres agricoles vulnérables en zone périurbaine

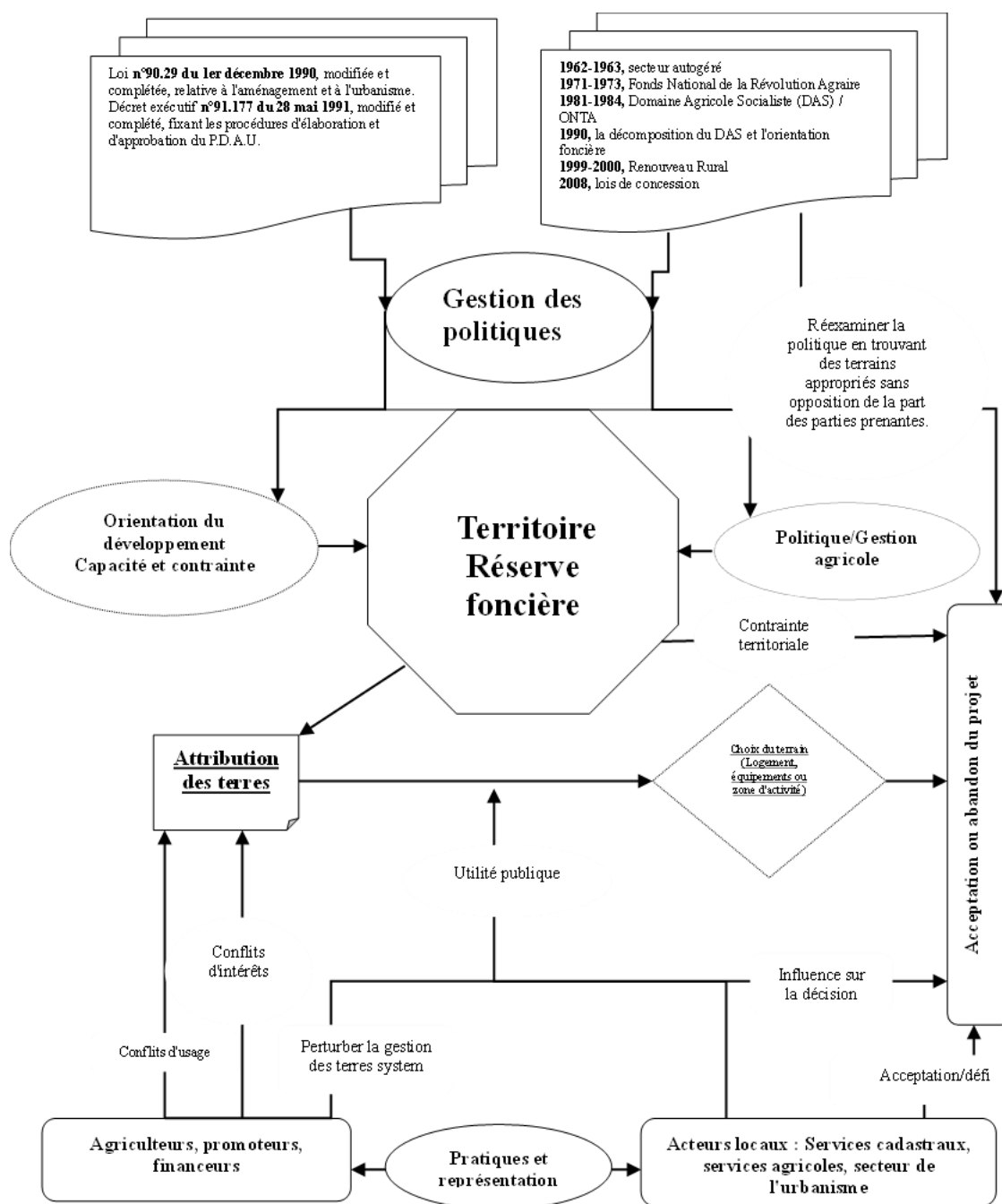


Figure 85 : Schéma sur les actions exercées sur le foncier dans un contexte des réformes et modalités de gouvernance foncière en Algérie

Dans l'ensemble, nos observations et nos entretiens avec les acteurs locaux reflètent le schéma illustré à la Fig. 85, correspondant à (Perrin et al., 2018) les résultats concernant les changements de gouvernance, de la protection des terres agricoles dans les régions de Montpellier et de Rome sous l'effet de la décentralisation. La décentralisation a d'abord posé des défis à la gouvernance centralisée, mais elle a aussi favorisé les initiatives locales, donnant

lieu à l'adoption de modes alternatifs de gouvernance, notamment la co-gouvernance à Montpellier et l'autogouvernance à Rome. Ces changements reflètent une tendance générale à la décentralisation de la prise de décision. En suivant les flèches et les connexions de la figure 86, on peut voir un système de gestion qui est considérablement différent de celui de Montpellier et de Rome. Ce système se caractérise par la centralisation des décisions en matière de politiques agricoles et d'utilisation des sols. L'exemple donné ci-dessus concernant les projets d'utilité publique montre clairement le poids de la centralisation des décisions, qui aboutit à l'utilisation des terres agricoles périurbaines sans considération préalable. Cette perspective met en évidence la manière dont les politiques nationales interfèrent avec les acteurs locaux, générant une compétition complexe entre le processus décisionnel et l'action.

8 Conclusion

Le foncier périurbain, représente 60% du territoire communal, subit des transformations juridiques et fait face à des menaces croissantes. Le travail de la terre s'organise à travers diverses pratiques, mais des conflits entre propriétaires (indivision, partage virtuel) compliquent son exploitation. Cela a conduit à des modes de faire-valoir variés : indirect (location), direct (acquisition des terres domaniales), ou mixte (association de propriétaires, chorka). Ce système a affaibli la gestion foncière en périphérie de Sidi Bel Abbès, favorisant le déclassement des terres agricoles pour l'urbanisation. L'absence de recensement foncier adéquat et de synergie entre les politiques agricoles et les instruments d'urbanisme renforce la vulnérabilité du foncier agricole périurbain, nécessitant des plateformes numériques pour protéger ce potentiel.

Les analyses cartographiques avec les pratiques réelles des différents groupes sociaux sur le terrain ont permis d'évaluer le rapport entre politique agricole, mise en œuvre et situer les conflits ou menaces par rapport à l'étalement urbain. Le nord de la ville de Sidi Bel Abbès (section cadastrale n°3, 276,4 ha), est le lieu de 45 % de prélèvement des terres domaniales au profit du bâti. La grande partie représente les terres domaniales collectives à vocation céréalière et les terrains domaniaux de type collectif abandonnés. Une réorientation du foncier périurbain, se présente actuellement par un nouveau mode de gestion de type individuel, comme moyen de geler et/ou de préserver le foncier : création des haies végétales ou métalliques, introduire de l'arboriculture (olivier ou autre). Les observations sur site ont permis d'expliquer ces pratiques qui sont à l'origine de ces représentations actuelles. Les cultures pratiquées sont en lien avec le profit tiré, sur des compensations, les plantations étant une pratique de bonne rémunération.

Cependant, malgré ces dynamiques locales, une coordination insuffisante persiste entre les politiques agricoles et les instruments de planification urbaine. L'analyse spatiale de ces données révèle la complexité des défis auxquels la municipalité est confrontée en matière d'utilisation des terres agricoles, de sécurité alimentaire et d'évolution des pratiques agricoles. La diminution des terres agricoles disponibles par habitant et la dépendance croissante envers des acteurs externes soulignent l'importance de développer des stratégies pour préserver les terres agricoles, promouvoir des pratiques durables et renforcer la production alimentaire locale. Il est essentiel de suivre de près l'évolution de la propriété foncière et des activités agricoles afin de garantir la durabilité de la production alimentaire et la sécurité alimentaire. Les décisions prises dans ce domaine auront un impact durable sur la qualité de vie des résidents et sur la durabilité des zones agricoles périurbaines. Il est essentiel de considérer le

développement d'un système de gestion des terres intelligent pour une planification urbaine plus stratégique, tout en veillant à ce que la cartographie de l'utilisation des terres soit régulièrement mise à jour. Cela aidera à identifier plus efficacement les ressources agricoles locales, dans le but d'optimiser la gestion des futurs développements urbains.

Chapitre II

Cartographie des terres agricoles vulnérables en zone périurbaine

1 Introduction

Ce chapitre présente l'intérêt des méthodes d'aide à la décision et notamment l'analyse multicritères pour la cartographie des menaces sur les terres agricoles périurbaines. La connaissance de zones de susceptibilité aux menaces face à l'étalement urbain est une importante contribution à la protection des terres agricoles en périphérie de la ville de SBA. La susceptibilité des fonciers agricoles est évaluée à l'aide de critères de prédisposition à ces actions.

Différentes approches indépendantes sont illustrées pour appréhender et évaluer la cartographie de susceptibilité. Pour des fins de validation et d'affinité cartographique des pressions sur le foncier agricole périurbain, les méthodes indirectes issues de la télédétection et les SIG sont combinées.

Il existe de nombreuses approches d'assistance multicritère à la décision qui visent à aider les acteurs de décision de formaliser un problème, à expliciter le contexte décisionnel avant de réaliser l'évaluation et la comparaison des solutions. La méthode d'agrégation totale AHP (analyse multicritère hiérarchique) exposée dans ce chapitre est l'une des plus adéquates à mettre place. Elle permet de calculer une note synthétique (valeur comprise entre 0 et 1) en agrégeant tous les critères liés aux processus de prise de décision.

2 L'expérimentation de la méthode AHP sur le site de sidi bel abbés

La méthode d'analyse multicritère (AHP) associée aux systèmes information géographique (SIG) a permis d'aider à prendre des décisions concernant l'évaluation du foncier susceptible d'être urbanisé. Une carte de synthèse globale est la principale production cartographique dans cette étude. La principale production cartographique de cette étude, qui a été produite auprès d'un processus décisionnel comprenant la modélisation des couches d'information, la conversion en raster, le calcul des poids liés aux critères selon la méthode AHP et l'intégration de ces poids sur un SIG en vue de leur agrégation. En combinant les différentes cartes critères en fonction de leurs poids, on a pu classer la zone d'étude sur une échelle de 1 à 4, en considérant la valeur élevée correspond à la zone propice à l'urbanisation. De plus, l'analyse des poids par AHP met en évidence que le régime foncier est considéré par l'expert comme facteur le plus important pour le statut juridique, avec une valeur de 36.0%. Ensuite, on trouve le rendement à 24,2%, l'accès aux sols 12,4%, la proximité aux infrastructures à 4,9 %. En outre, le ratio de cohérence obtenu lors des comparaisons par paire est de $RC = 0,05$ (valeur $< 0,10$), ce qui suggère indique que le jugement d'expert de base est raisonnablement cohérent.

En se basant sur les poids de base obtenus lors de la comparaison par paires, on constate la conservation optimale de la hiérarchie dans l'importance des critères établie par cette méthode. Il est donc évident que les principaux critères demeurent la sécurité foncière la présence des zones urbaines. La proximité des infrastructures routières, la superficie des propriétés et les caractéristiques naturelles et topographiques du terrain sont d'autres facteurs qui ne sont pas non plus négligeables.

Dans notre cas d'étude, afin de confirmer nos résultats, il est nécessaire l'analyse révèle dans quelle mesure cette classification de l'aptitude des terrains obtenue est contribuable à certains facteurs isolés ou si elle confirme la concordance globale des paramètres et des pondérations utilisés. Ainsi, l'évaluation multicritère nous a assisté à permettre de mettre en évidence un zonage sur lesquels les efforts pour une valorisation et utilisation rationnelle des ressources foncières devront porter en priorité. Dans la zone examinée, l'agrégation multicritère, en se basant sur le calcul des poids des sept critères selon la méthode de SAATY, nous pouvons identifier quatre unités spatiales distinctes qui sont présentées la carte de synthèse globale.

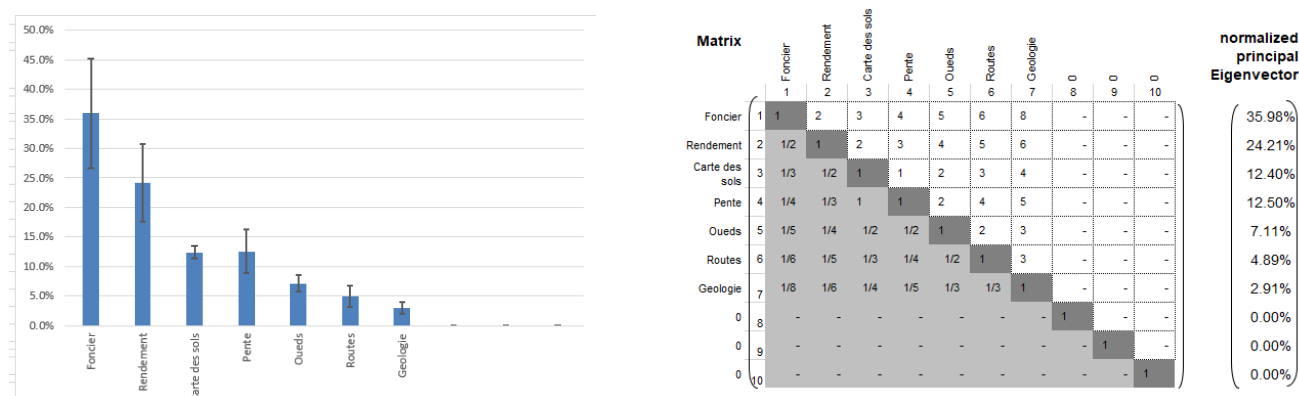


Figure 86: Affection des pondérations et calcul des poids

Les résultats définitifs obtenus de la carte d'aptitude globale indiquent que les propriétés qui peuvent être pour l'urbanisation sont celles qui présentent un régime et un statut foncier facilement mobilisable et qui se trouvent à proximité dotées par d'un document d'urbanisme ou d'infrastructures. Cela correspond aux poids obtenus à la suite de la pondération par comparaison par paires.

Sur l'ensemble de la carte de synthèse globale, il semble que les terrains ne soient pas adaptés à l'urbanisation au-delà des périphéries du centre de la ville, en raison de l'absence de documents d'urbanisme pour la valorisation du foncier et de l'éloignement des infrastructures, qui sont principalement concentrées vers le centre urbain. De plus les orientations du PDAU ne favorisent pas non plus pour le développement urbain dans cette wilaya, et le poids du statut et du régime foncier (qui sont très favorable dans ces zones) sur cet espace ne pas compenser causée affectée par d'autres critères.

Dans le souci d'améliorer le modèle de susceptibilité aux futures d'extension urbaine, nous avons choisi un nombre de sept facteurs par types (facteurs nature juridique, rendement agricole, typologie des sols, topographie, les routes, les oueds et géologie) pour garantir une certaine certitude optimale qui améliore notre vision d'expertise aux paramètres conflictuels souvent mal compris en absence d'informations de terrain et de qualité. La matrice de décision à 13 critères a été élaborée, vérifiée sous-programme Excel dont nous avons développé toutes les étapes de modélisation (pondération (valeur propres), moyenne géométrique, lambda max, priorités (vecteurs propres), normalisation et standardisation des facteurs). Les résultats de compilation sont illustrés selon les figures 86 et 87 :

		Criteria		more important ?	Scale
i	j	A	B	A or B	(1-9)
1	2	Foncier	Rendement	A	2
1	3		Carte des sols	A	3
1	4		Pente	A	4
1	5		Oueds	A	5
1	6		Routes	A	6
1	7		Geologie	A	8
1	8			A	9
2	3	Rendement	Carte des sols	A	2
2	4		Pente	A	3
2	5		Oueds	A	4
2	6		Routes	A	5
2	7		Geologie	A	6
2	8			A	7
3	4	Carte des sols	Pente	A	1
3	5		Oueds	A	2
3	6		Routes	A	3
3	7		Geologie	A	4
3	8			A	8
4	5	Pente	Oueds	A	2
4	6		Routes	A	4
4	7		Geologie	A	5
4	8			A	6
5	6	Oueds	Routes	A	2
5	7		Geologie	A	3
5	8			A	5
6	7	Routes	Geologie	A	3
6	8			A	5
7	8			A	8

Figure 87: Matrices de décisions par critère

Les tableaux de comparaison des critères fournis mettent en évidence l'utilisation de la méthode AHP (Analyse Hiérarchique des Processus) pour évaluer plusieurs critères tels que le foncier, le rendement, la carte des sols, la pente, les oueds, les routes et la géologie. Cette méthode repose sur des comparaisons par paire, et la fiabilité des résultats est mesurée par l'indice de consistance (IC). Un IC inférieur à 0,1 est généralement considéré comme acceptable, garantissant une bonne cohérence des jugements.

3 Cohérence et fiabilité des critères

La majorité des critères analysés présentent un indice de consistance bien en dessous de 0,1, ce qui confirme d'une bonne cohérence dans les jugements. Par exemple, le critère **foncier** affiche un indice de consistance de 0,0967 avec un lambda max de 4,39, indiquant que les comparaisons effectuées pour ce critère sont fiables. De même, le critère **rendement** présente un IC de 0,0771 et un lambda max de 4,31, ce qui renforce l'idée que les jugements sont cohérents. D'autres critères, comme la **carte des sols** (IC = 0,0361) et la **pente** (IC = 0,0469), affichent des indices très faibles, renforçant la fiabilité des comparaisons.

4 Priorités et poids des critères

Les matrices de comparaison par paire permettent de dégager des priorités claires pour chaque critère. Dans le cadre du critère **foncier**, l'option **EAC** se distingue avec un poids de 0,560, soulignant son importance dans l'analyse. De même, pour le critère **rendement**, l'option **haut rendement** a un poids dominant de 0,539, reflétant une priorité accordée à des rendements élevés. Ces résultats sont en accord avec les attentes où des critères plus performants ou plus stratégiques sont privilégiés.

4.1 Critère : foncier

Tableau 40: Comparaison des sous critères "nature juridique"

	EAC	EAI	Inconnue	Melk	Somme	Poids	Priorité
EAC	1.00	3.00	6.00	7.00	17.000	0.560	2.489
EAI	0.33	1.00	5.00	3.00	9.333	0.259	1.224
Inconnue	0.17	0.33	1.00	3.00	4.500	0.117	0.489
Melk	0.14	0.33	0.33	1.00	1.810	0.064	0.270
Somme	1.64	4.67	12.33	14.00	32.643		
Lambda max matrice comparaison			4.39				
Indice de consistance			0.096724433				

4.2 Critère Rendement

Tableau 41: Comparaison des sous critères "rendement agricole"

	Haut	Modéré	Faible	Très faible	Somme	Poids	Priorité
Haut	1.00	3.00	5.00	7.00	16.000	0.539	2.372
Modéré	0.33	1.00	4.00	6.00	11.333	0.293	1.299
Faible	0.20	0.17	1.00	2.00	3.367	0.095	0.401
Très faible	0.14	0.17	0.50	1.00	1.810	0.059	0.246
Somme	1.68	4.33	10.50	16.00	32.510		
Lambda max matrice comparaison			4.31				
Indice de consistance			0.077062967				

4.3 Critère : Carte des sols

Pour la **carte des sols**, les **sols argileux** apparaissent comme les plus importants avec un poids de 0,409, tandis que les **sols calciques** ont un poids marginal (0,060). Cette hiérarchie est cohérente avec les priorités environnementales liées à l'aménagement du territoire.

Tableau 42: Comparaison des sous critères "sols "

	Sols argileux	Sols alluviaux	Sols insaturés	Sols calciques	Somme	Poids	Priorité
Sols argileux	1.00	2.00	3.00	5.00	11.000	0.409	1.750
Sols alluviaux	0.50	1.00	5.00	7.00	13.500	0.356	1.574
Sols insaturés	0.33	0.14	1.00	5.00	6.476	0.168	0.662
Sols calciques	0.20	0.14	0.20	1.00	1.543	0.060	0.237
Somme	2.03	3.29	9.20	18.00	32.519		
Lambda max matrice comparaison			4.14				
Indice de consistance			0.036122837				

4.4 Critère : Pente

Dans le cas de la **pente**, les options **très faible** et **faible** dominent avec des poids respectifs de 0,409 et 0,356, traduisant l'importance des terrains à faible pente, probablement plus propices à l'exploitation ou à l'habitation.

Tableau 43: Comparaison des sous critères "pente"

	Très faible	Faible	Modéré	Haut	Somme	Poids	Priorité
Très faible	1.00	2.00	3.00	5.00	11.000	0.409	1.750
Faible	0.50	1.00	5.00	7.00	13.500	0.356	1.574
Modéré	0.33	0.14	1.00	3.00	4.476	0.132	0.533
Haut	0.20	0.14	0.33	1.00	1.676	0.063	0.252
Somme	2.03	3.29	9.33	16.00	30.652		
Lambda max matrice comparaison			4.19				
Indice de consistance			0.046869342				

4.5 Critère : Oueds

Cependant, certains critères nécessitent une attention particulière. Par exemple, pour les oueds, l'indice de consistance est légèrement supérieur à 0,1 (0,1289), suggérant une légère incohérence dans les jugements. Cela pourrait justifier une réévaluation des comparaisons pour ce critère afin d'améliorer la cohérence des résultats.

Tableau 44: Comparaison des sous critères "oueds "

	Très faible	Faible	Modéré	Haut	Somme	Poids	Priorité
Très faible	1.00	9.00	7.00	2.00	19.000	0.812	3.840
Faible	0.11	1.00	7.00	3.00	11.111	0.266	1.333
Modéré	0.14	0.33	1.00	2.00	3.476	0.096	0.412
Haut	0.50	0.33	0.50	1.00	2.333	0.122	0.489
Somme	1.75	10.67	15.50	8.00	35.921		
Lambda max matrice comparaison			4.52				
Indice de consistance			0.128875564				

4.6 Critère : Routes

Les critères liés aux infrastructures, comme les **routes**, confirment l'importance des zones à **haute densité** routière (poids de 0,789), ce qui montre une priorité claire pour les zones bien desservies par les réseaux de transport. Enfin, pour le critère **géologie**, le sous-critère **Quaternaire (holocène)** domine avec un poids de 0,615, reflétant sa pertinence dans l'analyse géologique du terrain.

Tableau 45: Comparaison des sous critères "routes "

	Haute densité	Densité moyenne	Faible densité	Très faible densité	Somme	Poids	Priorité
Haute densité	1.00	9.00	5.00	3.00	18.000	0.789	3.670
Densité moyenne	0.11	1.00	3.00	2.00	6.111	0.167	0.801
Faible densité	0.20	0.50	1.00	5.00	6.700	0.167	0.680
Très faible densité	0.33	0.50	0.20	1.00	2.033	0.099	0.404
Somme	1.64	11.00	9.20	11.00	32.844		
Lambda max matrice comparaison			4.40				
Indice de consistance			0.098917675				

4.7 Critère : Géologie

Tableau 46: Comparaison des sous critères "géologie "

	Quaternaire (holocène)	Oligo- éocène	Éocène inf.	Quaternaire	Somme	Poids	Priorité
Quaternaire (holocène)	1.00	3.00	7.00	9.00	20.000	0.615	2.734
Oligo- éocène	0.33	1.00	3.00	5.00	9.333	0.254	1.118
Éocène inf.	0.14	0.20	1.00	3.00	4.343	0.106	0.441
Quaternaire	0.11	0.20	0.33	1.00	1.644	0.052	0.217
Somme	1.59	4.40	11.33	18.00	35.321		
Lambda max matrice comparaison			4.29				
Indice de consistance			0.071836842				

4.8 Interprétation des critères de susceptibilité aux fonciers de terrain - AHP

La revue de la littérature dans ce travail met en avant l'utilisation de systèmes d'information géographique (SIG) et de la méthode d'analyse multicritère (AHP - Analytic Hierarchy Process) pour planification et choix des assiettes foncières dans le cadre des projets d'urbanisation. Cette méthode permet d'évaluer l'aptitude des terrains à l'urbanisation (pressions exercées sur le foncier domaniale). Des études antérieures (Yoon, Lee, et Hwang 2011; EL MOUNJIDE, El

Idrissi, et Moha 2024; Augusseau et al. 2018; Djellata-Benabderrahmane 2018) ont démontré la pertinence de ces outils dans l'aide à la décision pour la planification du territoire et la gestion des ressources foncières, en particulier dans les zones à forte pression anthropique

Les résultats montrent que les zones les plus aptes à l'urbanisation sont caractérisées par un régime foncier mobilisable et une proximité aux infrastructures. La carte d'aptitude globale classe les terrains selon une échelle de 1 à 7, où les pixels à valeur élevée correspondent à des zones idéales pour l'urbanisation. Le critère le plus déterminant est le régime foncier, représentant 34% de la pondération, suivi du rendement agricole (23%) et de la carte des sols (17,5%).

Cependant, l'AHP n'est pas sans critiques. L'un des principaux débats concerne la subjectivité du choix des critères et la manière dont les jugements d'experts peuvent influencer les résultats finaux. Certains chercheurs soulignent la difficulté de définir précisément les limites des classes des critères, en particulier dans des contextes géographiques variés. Cela peut entraîner des résultats qui varient en fonction de la perception des experts et des données disponibles.

Par ailleurs, d'autres méthodes d'analyse multicritère comme le PROMETHEE ou le Weighted Sum Model (WSM) sont souvent comparées à l'AHP pour leur capacité à traiter des critères hétérogènes sans passer par des comparaisons par paires, ce qui pourrait limiter la subjectivité dans le processus de décision.

Comparée à d'autres travaux de recherche, l'AHP présente des résultats fiables, à condition que les jugements d'experts soient cohérents et que les données soient précises. Dans l'étude menée sur la province de Khémisset, la méthode a produit des cartes d'aptitude qui ont été validées par des données de terrain et des images satellitaires. Cependant, l'exactitude des résultats dépend fortement de la qualité des métadonnées disponibles et des limites inhérentes à l'évaluation subjective des critères.

L'étude conclut que, malgré les défis posés par le choix des classes de critères, la méthode AHP reste un outil puissant pour structurer et analyser des problèmes complexes d'aménagement du territoire.

La carte fournie illustre un zonage autour de la ville de Sidi Bel Abbès, en Algérie, divisée en plusieurs zones classées selon leur aptitude ou vulnérabilité face à la pression urbaine. Quatre catégories sont représentées : **favorable** (en vert), **moyennement favorable**

(en vert clair), **peu favorable** (en orange), et **défavorable** (en rouge). Les zones vertes, par exemple, semblent être davantage propices à des développements urbains ou à une expansion contrôlée, tandis que les zones rouges pourraient indiquer des espaces à risques ou à contraintes plus fortes, où l'urbanisation serait moins souhaitable (voir figure 89).

4.8.1 Analyse des critères AHP et liens avec la cartographie

En référence aux critères abordés précédemment (foncier, rendement, sols, pente, oueds, routes, géologie), l'interprétation de la carte permet de visualiser comment ces critères influencent l'aptitude à l'urbanisation dans différentes zones (voir la figure 89) :

- **Critère de la pente** : Les zones en vert, particulièrement au sud et à l'est de la carte, pourraient indiquer des terrains avec une pente faible, ce qui rend ces terrains plus favorables à l'expansion urbaine. Les critères de pente influencent grandement les zones urbaines, car les terrains plats ou légèrement inclinés sont préférables pour les constructions et les infrastructures.
- **Critère des sols** : Les zones vertes sont également probablement associées à des sols favorables pour le développement urbain, comme les sols argileux qui, d'après l'analyse précédente, ont été jugés comme les plus propices. À l'inverse, les zones en rouge, notamment au nord et au sud-est, pourraient correspondre à des sols moins appropriés, tels que les sols calciques ou d'autres types jugés moins favorables pour les constructions.
- **Critère des routes** : La carte montre que les zones proches de la ville, particulièrement au sud et au sud-est, semblent plus favorables au développement (en vert), ce qui peut être lié à une meilleure densité d'infrastructures routières. L'accessibilité aux routes est un facteur clé pour le développement périurbain, et ces zones montrent une bonne connectivité aux axes routiers principaux.
- **Critère des oueds et géologie** : Les zones marquées en rouge et orange peuvent correspondre à des zones à risque d'inondation ou à des formations géologiques plus instables, comme cela a été évoqué dans l'analyse précédente. Cela pourrait expliquer pourquoi ces espaces sont moins favorables au développement urbain.

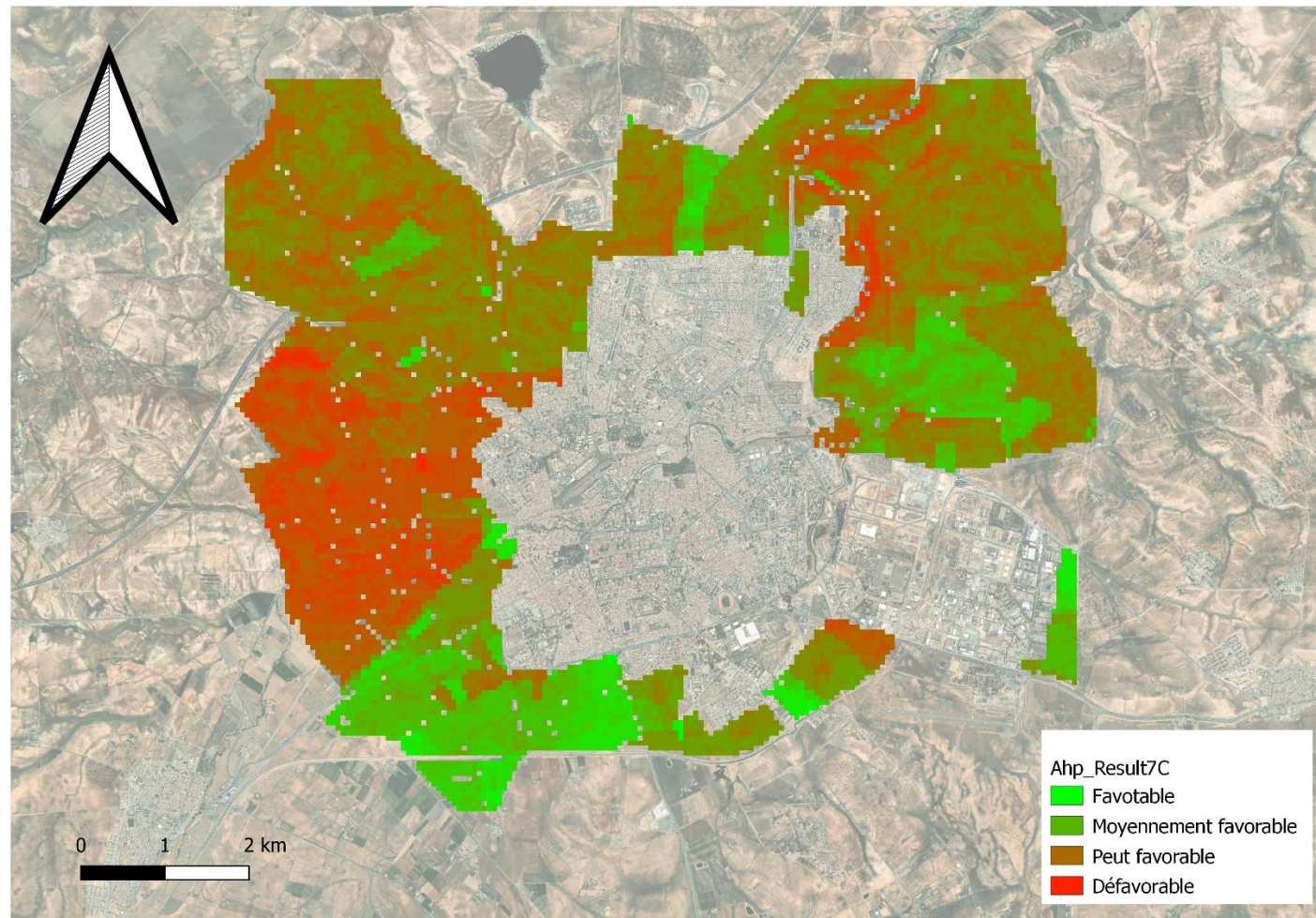


Figure 88 : Carte de susceptibilité au foncier de terrain "AHP" - 07 critères

4.8.2 Pression urbaine sur les zones périurbaines

La carte montre clairement que les zones périurbaines de Sidi Bel Abbès sont soumises à différentes pressions urbaines. Les zones en vert foncé, principalement situées au sud et à l'est, semblent être les plus susceptibles d'être affectées par une extension urbaine en raison de leur aptitude élevée. Ces zones pourraient subir une pression accrue, avec une tendance à la transformation de terres agricoles ou naturelles en zones urbanisées.

En revanche, les zones en rouge, à l'ouest et au nord-est de la ville, semblent être des espaces où la pression urbaine serait moins forte, probablement en raison des contraintes naturelles ou infrastructurelles (pente, géologie, proximité des oueds). Ces zones devront être protégées ou faire l'objet d'une planification stricte pour éviter des risques de développement inapproprié.

4.8.3 Synthèse et recommandations

- **Zones favorables au développement urbain** : Les secteurs en vert sont ceux qui présentent les meilleures caractéristiques pour l'expansion urbaine. Les planificateurs devraient prioriser ces espaces pour toute extension future, tout en veillant à préserver l'équilibre entre urbanisation et protection de l'environnement périurbain.
- **Zones à contraintes** : Les zones en rouge ou orange, situées principalement dans la partie nord et sud de la carte, présentent des défis importants en termes de développement. Une gestion prudente est nécessaire pour éviter des impacts négatifs, comme des inondations ou des glissements de terrain, qui pourraient résulter d'une urbanisation mal planifiée dans ces zones.
- **Gestion de la pression urbaine** : Il est important de mettre en place une planification rigoureuse pour équilibrer la pression urbaine sur le territoire périurbain. L'utilisation des critères AHP, couplée à cette cartographie de synthèse, permet de mieux comprendre où et comment développer la ville tout en préservant les zones sensibles.

Pour mieux examiner les menaces face aux choix des assiettes foncières pour des projets urbains à partir de cette carte de synthèse, il est essentiel de prendre en compte les différentes classes d'aptitude (favorable, moyennement favorable, peu favorable, défavorable) et de les analyser en fonction des critères AHP appliqués.

Voici un guide pour la lecture et l'interprétation de la carte dans ce contexte :

4.8.4 Lecture de la légende et des catégories

La carte est divisée en quatre catégories de couleurs :

- **Vert foncé : Favorable** – Zones optimales pour les projets urbains (929.55 ha).
- **Vert clair : Moyennement favorable** – Zones ayant des potentialités, mais avec certaines contraintes mineures (281.78 ha).
- **Orange : Peu favorable** – Zones présentant des limitations significatives pour le développement (2302.84 ha).
- **Rouge : Défavorable** – Zones à éviter pour les projets urbains, en raison de contraintes majeures (655.35 ha).

Les catégories sont basées sur une analyse multicritère intégrant plusieurs facteurs déterminants pour l'urbanisation (pente, sols, proximité des routes, risque d'inondation, etc.). Cela signifie que chaque zone est évaluée en fonction de sa capacité à supporter des infrastructures urbaines, selon des critères techniques et environnementaux.

4.8.5 Identification des zones favorables et défavorables

- **Zones vertes (favorables et moyennement favorables)** : Ce sont les secteurs les plus propices pour accueillir de nouveaux projets urbains. Ces zones, situées principalement dans la partie sud et est de la ville, offrent des conditions favorables telles qu'une faible pente, des sols appropriés pour la construction, une proximité avec les infrastructures routières, et une absence de risques hydrologiques majeurs (proximité des oueds).
- **Zones rouges et orange (peu favorables à défavorables)** : Ces zones sont considérées comme moins adaptées pour des projets d'urbanisation en raison des contraintes environnementales ou géologiques (pentes abruptes, sols inadaptés, zones inondables, éloignement des routes, etc.). Elles sont situées principalement au nord et à l'ouest de la ville. Ces secteurs nécessitent une attention particulière et ne devraient être choisis pour des projets urbains qu'avec une analyse approfondie et des mesures d'atténuation des risques.

4.8.6 Analyse des menaces pour les projets urbains

Les menaces liées au choix des assiettes foncières pour les projets urbains peuvent être identifiées en fonction de plusieurs facteurs présents sur la carte.

a. Proximité des zones inadaptées (menaces environnementales et géologiques)

- **Pente et érosion** : Les zones en rouge et orange situées dans les parties ouest et nord présentent des pentes plus abruptes ou des terrains à risques géologiques (glissements de terrain, érosion). Il est crucial de prendre en compte ces éléments, car les projets construits dans ces zones pourraient faire face à des risques accrus, nécessitant des mesures d'ingénierie coûteuses pour les stabiliser.
- **Risques d'inondation** : Certaines zones proches des oueds ou des bassins versants, visibles dans les zones marquées en rouge, représentent un risque d'inondation. Le développement dans ces assiettes foncières pourrait mettre en danger les infrastructures et les habitants en cas de montée des eaux.

b. Infrastructure insuffisante (accessibilité et réseaux)

Les zones en rouge et orange peuvent également refléter un manque d'accès aux infrastructures existantes (routes, électricité, services). Le développement de projets urbains dans ces zones pourrait nécessiter des investissements supplémentaires pour créer des infrastructures de base, augmentant ainsi les coûts et le temps de développement. Les zones vertes, au contraire, sont bien desservies par les routes, rendant leur urbanisation plus fluide.

c. Menaces sur les ressources agricoles et naturelles

- **Zones agricoles à préserver** : Les zones vertes situées au sud et au sud-est, bien que favorables pour le développement urbain, pourraient recouvrir des terres agricoles fertiles. Une urbanisation massive pourrait donc entraîner une perte de terres agricoles précieuses, ce qui représente une menace pour la sécurité alimentaire locale. Un arbitrage rigoureux entre le besoin d'expansion urbaine et la préservation des terres agricoles est essentiel.
- **Impact sur la biodiversité** : Les zones en rouge ou orange peuvent aussi représenter des espaces de valeur écologique (zones humides, habitats naturels) qui doivent être

protégées. L'urbanisation dans ces zones entraînerait une fragmentation des habitats et la perte de biodiversité.

4.8.7 Proposition de stratégie de gestion des menaces

Pour atténuer ces menaces, il est important de suivre une approche de planification urbaine intégrée :

- **Éviter les zones rouges et oranges** : Les zones marquées comme défavorables ou peu favorables ne devraient être choisies pour des projets d'urbanisation que si des solutions techniques efficaces sont disponibles pour contrer les menaces naturelles ou infrastructurelles. Sinon, elles devraient être maintenues comme des espaces verts ou réservées à des fonctions non urbanistiques (agriculture, conservation).
- **Prioriser les zones vertes** : Les zones marquées en vert devraient être les premières à être ciblées pour les projets d'urbanisation, étant donné qu'elles présentent les meilleures conditions pour des projets sûrs, économiques et durables. Il est toutefois crucial de veiller à ce que le développement dans ces zones ne conduise pas à la destruction de terres agricoles importantes.
- **Planification adaptative** : L'adoption d'une planification flexible permettrait d'ajuster les projets urbains en fonction des nouvelles données disponibles sur les menaces environnementales, comme l'augmentation du risque d'inondation lié au changement climatique ou l'érosion des sols dans certaines zones.

Pour valider la carte de synthèse obtenue à partir de l'Analyse Hiérarchique des Processus (AHP) avec la révision récente du Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) de 2024, il est nécessaire de comparer les résultats obtenus par la méthode AHP avec les zones effectivement choisies par les autorités pour l'urbanisation dans le cadre du PDAU. Cette analyse permettrait d'évaluer la pertinence des choix effectués par l'AHP en les confrontant aux orientations stratégiques des autorités locales.

La figure 89 introduit une dimension intéressante à titre de comparaison entre l'étude multicritère et la révision du PDAU. Le fait que le **critère foncier** n'ait pas été pris en compte

dans le cahier des charges de la révision du PDAU peut expliquer certaines divergences entre les résultats²⁴.

Le critère foncier est important pour déterminer la faisabilité d'un projet d'urbanisation, que ce soit en termes de disponibilité des terrains, de leur usage actuel, ou des restrictions légales. L'absence de ce critère dans le PDAU pourrait conduire à l'approbation de zones urbanisables sans une analyse suffisante de la disponibilité ou de l'adéquation foncière.

- **Analyse foncière** : Dans cette analyse (AHP), en intégrant le critère foncier parmi les 7 critères, nous avons obtenu une vision plus réaliste et adaptée des zones propices à l'urbanisation. Si le PDAU n'a pas considéré ce facteur, certaines zones approuvées pour l'urbanisation dans le PDAU pourraient ne pas être optimales d'un point de vue foncier.
- **Zones divergentes** : Les zones identifiées par l'analyse multicritère comme défavorables (en rouge, figure 90, (1) et (2)) pourraient comprendre des zones où les contraintes foncières sont importantes (comme des zones non constructibles ou inappropriées), alors que le PDAU, sans cette prise en compte, pourrait les avoir approuvées pour l'urbanisation.

²⁴ Analyses après entretiens et discussions auprès de la direction d'urbanisme de la wilaya

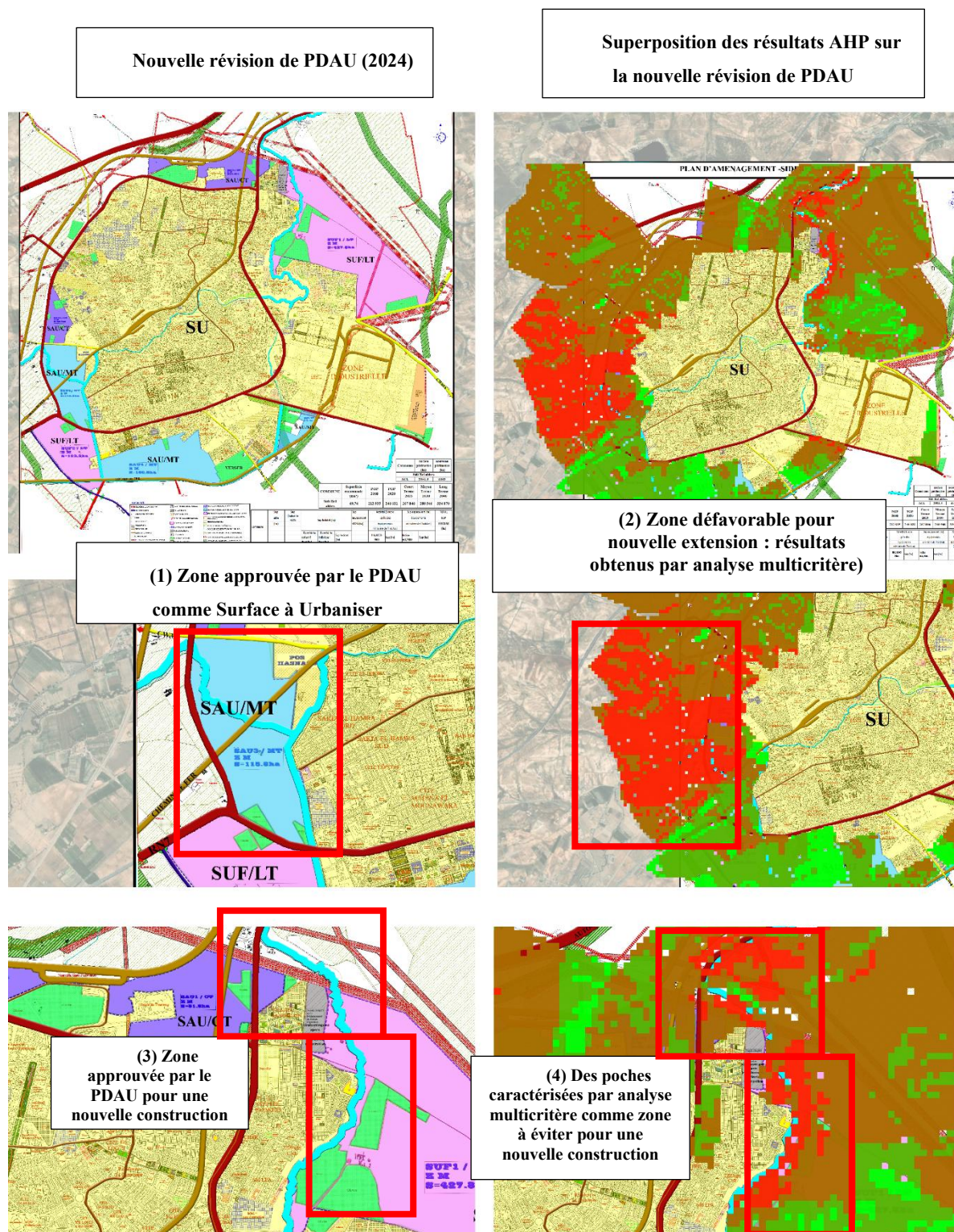


Figure 89: Analyses comparatives entre les résultats de l'analyse multicritère et la nouvelle révision du PDAU de la ville de SBA (zones de divergence)

4.8.8 Conflits potentiels dans la planification

En comparant les deux cartes, les zones où le PDAU et l'analyse AHP divergent fortement pourraient indiquer des zones où le critère foncier aurait dû être pris en compte. Cela pourrait provoquer des conflits dans la mise en œuvre, par exemple si des terrains non viables d'un point de vue foncier sont approuvés pour le développement (voir figure 91, (1), (2)).

4.8.9 Implications pour la révision du PDAU

Cette différence met en lumière l'importance de revoir le cahier des charges lors de la prochaine révision du PDAU afin d'intégrer des critères essentiels comme le foncier. Cela permettrait de mieux aligner les choix des zones à urbaniser avec la réalité du terrain et d'éviter les conflits d'usages.

L'absence du critère foncier dans la révision du PDAU pourrait expliquer certains des désaccords entre les résultats de notre analyse multicritère (incluant le foncier) et les zones urbanisables approuvées. Ces résultats sont très utiles pour plaider en faveur d'une révision plus complète qui intègre tous les critères pertinents, notamment le foncier, afin de garantir une planification urbaine plus cohérente et durable.

La figure 91 (1) une surface de 115 hectares a été approuvée comme surface à urbaniser dans le cadre de la révision du PDAU. Cela indique que cette zone est destinée à une urbanisation immédiate ou à court terme, probablement en raison de sa proximité avec des infrastructures existantes ou d'autres zones urbaines.

Toutefois, cette zone chevauche avec les zones identifiées par notre analyse multicritère comme défavorables (poches défavorables existent), l'aménagement de ces 115 hectares pourrait ne pas être optimal. Une réévaluation de la compatibilité de ces zones avec les critères employés dans l'analyse multicritère pourrait être nécessaire pour assurer que l'urbanisation est viable à long terme.

Dans la figure 91 (2) Le PDAU a approuvé environ 400 hectares pour une nouvelle construction dans cette zone, ce qui montre une volonté de développer cette partie du territoire pour des projets résidentiels, commerciaux, ou industriels.

Cette décision du PDAU pourrait refléter des enjeux de développement économique et d'expansion urbaine, mais elle ne prend pas en compte certains critères utilisés dans notre analyse. Il est possible que ces 400 hectares comprennent des poches où des zones qui, selon notre analyse AHP, ne sont pas idéales pour une nouvelle extension. Cela pourrait entraîner des difficultés à l'avenir, comme des coûts supplémentaires pour la viabilisation des terrains ou des problèmes environnementaux.

Ces "poches" représentent des portions spécifiques de territoire à l'intérieur de zones plus vastes qui ont été identifiées comme inadaptées pour la construction. Ces zones peuvent souffrir de problèmes géotechniques, environnementaux (proximité d'espaces naturels protégés), ou être peu viables d'un point de vue foncier (terres agricoles protégées, par exemple, voir figure 91 (2)).

Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) a désigné une zone de 160 hectares pour une extension urbaine à moyen terme (figure 90 (1)). Cependant, l'analyse multicritère AHP montre que cette zone n'est pas homogène. Certaines parties sont bien adaptées à l'urbanisation, tandis que d'autres présentent des contraintes telles que des risques environnementaux ou des problèmes d'accessibilité. Cela révèle une divergence partielle entre le PDAU et l'AHP : le PDAU considère la zone dans son ensemble comme viable, tandis que l'AHP propose une évaluation plus nuancée, identifiant des poches plus ou moins favorables.

Dans le même document d'urbanisme une surface de 81 hectares a été sélectionnée pour une urbanisation immédiate ou à court terme. Contrairement à cette prévision, l'analyse multicritère AHP indique que cette zone est peu favorable à l'urbanisation en raison de contraintes telles que la topographie difficile ou des problèmes fonciers. Cette divergence importante entre le PDAU et l'AHP suggère que certains critères essentiels ont pu être négligés dans l'évaluation du PDAU, rendant cette zone difficile à développer rapidement et durablement.

L'analyse de la zone de 160 hectares montre une cohérence partielle entre le PDAU et l'AHP (voir figure 90 (1), (2)), avec des poches favorables identifiées par les deux approches. Cependant, la divergence observée pour la zone de 81 hectares met en lumière des lacunes dans l'évaluation du PDAU (voir figure 90 (3), (4)). Ces divergences sont particulièrement préoccupantes pour les zones à développer à court terme où des erreurs de planification peuvent entraîner des complications dans la mise en œuvre des projets urbains.

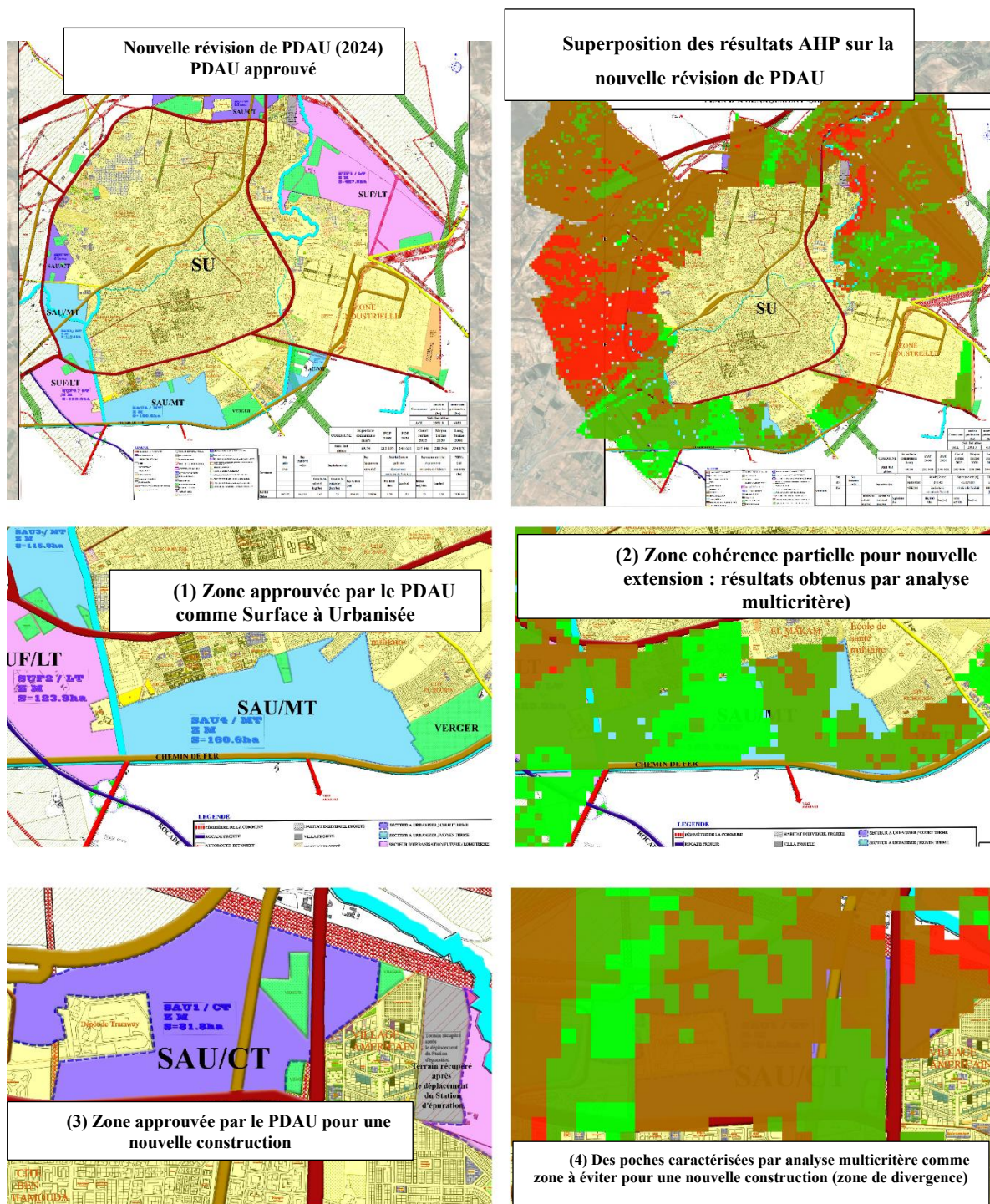


Figure 90: Analyses comparatives entre les résultats de l'analyse multicritère et la nouvelle révision du PDAU de la ville de SBA (zones de divergence et de cohérence)

L'utilisation de la méthode multicritère AHP pour évaluer les zones choisies aléatoirement démontre la robustesse de cette méthode. L'AHP permet une cartographie fine des zones, en identifiant des poches favorables et défavorables, ce qui améliore la précision de la planification urbaine en prenant en compte les contraintes spécifiques de chaque partie d'une zone. Cette granularité renforce la fiabilité de l'analyse, en soulignant l'importance de ne pas considérer de vastes zones comme homogènes sans évaluation approfondie.

5 Conclusion

La méthodologie de l'Analyse Hiérarchique des Processus (AHP) appliquée à la planification urbaine dans la wilaya de Sidi Bel Abbès a permis d'identifier les zones propices au développement tout en évaluant les contraintes majeures qui influencent l'expansion urbaine. L'utilisation de cette approche multicritère a apporté une vision claire et structurée, en intégrant divers critères environnementaux, topographiques, et infrastructurels afin de déterminer l'aptitude foncière des différentes zones périurbaines. Cette analyse a révélé une forte hétérogénéité du territoire en matière d'aptitude à l'urbanisation, mettant en évidence des zones favorables et d'autres soumises à des contraintes géologiques et environnementales importantes.

Les résultats cartographiques issus de l'AHP ont mis en lumière plusieurs zones à fort potentiel pour le développement urbain, principalement situées au sud et à l'est de la ville, où les caractéristiques de la pente, des sols, et de l'accessibilité routière sont optimales. En revanche, des zones marquées comme peu ou non favorables, situées notamment au nord et à l'ouest, présentent des limitations sévères liées aux risques d'inondation, aux pentes abruptes, et à l'absence d'infrastructures adéquates. Ces zones nécessitent des stratégies de développement spécifiques ou des mesures conservatoires pour éviter toute dégradation environnementale et sociale.

L'urbanisation de Sidi Bel Abbès, comme dans de nombreuses zones périurbaines, est caractérisée par une pression croissante sur les ressources naturelles et agricoles. La carte de synthèse montre que les espaces les plus propices à l'expansion urbaine recouvrent parfois des terres agricoles fertiles ou des espaces écologiquement sensibles. Cela crée un dilemme entre le besoin d'expansion urbaine pour répondre à la croissance démographique et la nécessité de préserver ces ressources précieuses. De plus, les zones moins favorables sur la carte, bien que moins attractives pour l'urbanisation, représentent des zones qui pourraient faire face à une occupation illégale ou non planifiée si une régulation stricte n'est pas mise en place.

L'analyse des résultats obtenus via la méthode AHP met en lumière une forte cohérence des jugements, comme le montrent les indices de consistance pour la majorité des critères. Toutefois, certaines incohérences mineures, comme dans le critère des **oueds**, devraient être corrigées pour renforcer la fiabilité globale de l'analyse. Les priorités dégagées à travers les

poids attribués aux différents critères révèlent des préférences claires, notamment pour les terrains à faible pente, les zones à haute densité routière, et les sols argileux. La méthode AHP s'avère donc un outil pertinent et fiable pour la prise de décision dans un contexte multicritère, à condition de vérifier et d'ajuster les jugements pour les critères moins cohérents.

2. Conclusion de la troisième partie

Les résultats du chapitre 1, qui ont permis d'explorer et de comprendre la nature juridique des terres agricoles périurbaines consommées par le bâti, cette donnée représente un critère clé dans le processus d'Analyse Hiérarchique des Processus (AHP). Dans le premier chapitre, l'utilisation des données cadastrales a révélé les pressions et les transformations juridiques des terres périurbaines à Sidi Bel Abbès, mettant en lumière la complexité liée aux différents statuts fonciers, tels que l'indivision, la propriété collective ou les terres domaniales. Cette analyse a permis de cartographier les zones où les terres agricoles étaient les plus vulnérables face à l'urbanisation, en raison de leur statut juridique.

Grâce à ces résultats, la nature juridique des terrains a été intégrée comme critère essentiel dans l'AHP, permettant une meilleure identification des zones soumises à une pression urbaine accrue. Cette étape a enrichi le modèle d'analyse multicritère en ajoutant une dimension juridique, en plus des critères environnementaux, topographiques et infrastructurels déjà utilisés dans ce processus. Cela a permis de générer une cartographie des zones confrontées à une pression intense exercée par le bâti, en tenant compte à la fois des caractéristiques foncières et des contraintes légales.

L'intégration de ces données juridiques dans l'AHP a permis de mieux comprendre non seulement les zones favorables au développement urbain, mais aussi celles qui, malgré des contraintes environnementales ou topographiques, sont sous pression en raison de leur statut foncier et de leur attractivité pour l'urbanisation. En outre, cette approche a mis en évidence l'importance de disposer de données cadastrales complètes et accessibles, car l'absence ou la rareté de ces informations constitue un obstacle majeur à une planification urbaine stratégique et durable.

Conclusion et perspectives

Dans le contexte de Sidi Bel Abbès, l'agriculture périurbaine est soumise à des pressions considérables dues à l'étalement urbain, un phénomène particulièrement préoccupant en périphérie. Les prélèvements des terres agricoles sont importants, comme le révèlent les analyses multi temporelles basées sur la télédétection. Ces méthodes ont permis de retracer les transitions du paysage, montrant une tendance marquée vers la densification du bâti en périphérie, principalement dans les zones agricoles. Les indicateurs paysagers utilisés confirment cette progression de l'urbanisation, une fragmentation accrue des espaces bâtis, ce qui met en péril les terres destinées à l'agriculture.

L'utilisation des images satellites Landsat pour observer les évolutions de l'étalement urbain et des impacts sur l'agriculture périurbaine à Sidi Bel Abbès témoigne d'une avancée notable dans la capacité à identifier et caractériser les changements territoriaux sur plusieurs périodes. L'indice de végétation a permis de suivre les modifications des terres agricoles. Toutefois, il serait pertinent de considérer l'apport d'outils de télédétection plus récents, tel que les données Landsat/Sentinel, offrant des résolutions plus fines pour compléter cette analyse. L'étalement urbain entraîne l'artificialisation des terres. Selon l'étude actuelle, chaque année, 47 hectares de terres agricoles disparaissent à Sidi Bel Abbès en raison de l'urbanisation, soit 3,2 % du territoire de la commune, le taux global de déclin ne variant pas beaucoup au cours des 30 dernières années. Les résultats obtenus montrent que les surfaces artificialisées couvraient 40 % des 7077 hectares du département de SBA contre 15 % il y a trente ans, soit une augmentation de plus de 47 ha/an. Cette transformation met en péril non seulement la sécurité alimentaire locale, mais aussi les écosystèmes qui dépendent de ces espaces agricoles. L'agriculture périurbaine joue un rôle important dans le maintien de l'écosystème naturel, tels que la régulation des microclimats urbains et la biodiversité, d'où l'importance dans le futur d'intégrer ces terres dans un plan d'aménagement urbain.

Notre analyse se limite à révéler les taux de consommation pour les zones agricoles dans les zones suburbaines. Bien sûr, cette expansion urbaine n'est pas le seul fait de l'habitat résidentiel, car les zones d'activités, les technopoles, les parkings, les terrains non construits (jardins, pelouses, sites, décharges urbaines, décharges, carrières) sont considérés comme des typologies de construction qui n'ont pas été mentionnées dans ce travail. Cela ouvre une piste de recherche pour examiner les données satellites avec une meilleure résolution que celles de Landsat (30

m), comme le satellite algérien Alsat (2,5 m), afin de caractériser la typologie de construction en perspective (Mansour, Souiah, Larabi, et al. 2023b).

A une échelle plus locale, l'examen du foncier dans les sections cadastrales en périphérie de la ville de Sidi Bel Abbès a révélé une consommation alarmante des terres agricoles, notamment le domaine public de l'Etat. Cette pression croissante sur les terres agricoles souligne l'urgence de réviser les politiques d'aménagement, en particulier concernant les choix des terres destinées à l'urbanisation future. Il est également essentiel de mieux comprendre le devenir des agriculteurs ayant cédé leurs terres en échange d'indemnités financière, une dimension qui mérite une attention particulière dans les futures planifications urbaines.

La question de gestion du foncier agricole à Sidi Bel Abbès, notamment les poches du domaine privé de l'Etat transformé en terrain constructible, pose de défis majeurs en termes de gouvernance foncière. L'analyse réalisée via ce travail démontre que près de 50% des terres domaniales de la ville (Section n°3) ont été monopolisées par l'urbanisation, une situation qui rappelle des phénomènes observés d'autre wilayas et bien évidemment dans « d'autres pays » du monde, où la gestion des terres domaniales et leur privatisation sont souvent mal encadrées.

De point de vue juridique, il serait utile d'analyser plus en profondeur les lois encadrant l'utilisation des terres agricoles, notamment la législation foncière en Algérie et discuter des réformes potentielles visant à protéger ces terres contre les pressions urbaines. Les lois en vigueur devraient être renforcées pour inclure des clauses protégeant explicitement les terres à vocation agricoles contre leurs conversions en terrain constructibles. Comme le soutiennent plusieurs chercheurs, la mise en place de zones agricoles protégées autour des villes pourrait constituer une solution viable pour limiter l'étalement et garantir la durabilité des activités agricoles en périphérie.

Les enquêtes qualitatives et les observations sur le terrain confirment que les résultats obtenus par télédétection correspondent aux réalités observées en matière de prélèvement des terres agricoles. Cette convergence d'information met en lumière la stratégie de résistance des agriculteurs notamment à travers des pratiques telles que l'arboriculture et l'installation de clôtures, quelles que soient végétales ou métalliques, pour protéger leurs investissements et leurs terres faces à l'expansion urbaine.

Le foncier périurbain, représente 60% du territoire communal, subit des transformations juridiques et fait face à des menaces croissantes. Le travail de la terre s'organise à travers diverses pratiques, mais des conflits entre propriétaires (indivision, partage virtuel) compliquent sont exploitation. Cela a conduit à des modes de faire-valoir variés : indirect (location), direct (acquisition des terres domaniales), ou mixte (association de propriétaires, chorka). Ce système a affaibli la gestion foncière en périphérie de sidi bel abbés, favorisant le déclassement des terres agricoles pour l'urbanisation. L'absence de recensement foncier adéquat et de synergie entre politique agricoles et les instruments d'urbanisme renforce la vulnérabilité du foncier agricole périurbain, nécessitant des plateformes numériques pour protéger ce potentiel.

Les initiatives d'adaptation observées chez les agriculteurs de sidi bel abbés, telles que l'introduction de clôtures et la diversification es culture (notamment arboriculture), sont des signes de résilience privées face à l'expansion urbaine. Ces pratiques témoignent d'une volonté de conserver une activité agricole en périphérie urbaine malgré les menaces. Ces réponses peuvent être analysées à travers le prisme de la théorie de la résilience, qui s'intéresse aux capacités des systèmes socio-écologiques à s'adapter aux changements planétaires.

Dans ce contexte, une analyse multicritère a été proposée pour mieux qualifier les pressions futures sur le foncier agricole en périphérie cette analyse prend en compte des critères tels que la pente, le rendement agricole, la proximité des oueds, les routes, la géologie, les sols et surtout le foncier, nos constations indiquent que ces critères ne sont pas toujours prise compte dans les études de planification, notamment dans les cahiers des charges des plans directeurs d'aménagement et d'urbanisme. L'intégration de ces critères, notamment le foncier dans les permettre de prendre les bonnes décisions d'aménagement et d'urbanisme.

Ce travail de thèse souligne la nécessité d'élaborer des politiques d'aménagement plus inclusives et durable pour le rural en sursis autour de la ville de sidi bel abbés. L'intégration de l'agriculture dans les schémas directeurs d'urbanisme, par le biais d'une planification territoriale plus concertée, pourrait limiter les impacts négatifs de l'étalement urbain. Des stratégies telles que la création des ceintures vertes autour des villes, la préservation des terres agricoles par des mesures incitatives, et l'utilisation des espaces verts urbains pour des activités agricoles pourraient être explorées dans les futurs plans d'aménagement.

En outre, le développement d'outils prospectifs basés sur des modèles d'urbanisation permettrait de prévoir les futures pressions sur les terres agricoles et d'orienter les politiques

d'aménagement dans une vision plus durable. Ces modèles permettraient de simuler différents scénarios d'expansion urbaine et d'évaluer leur impact sur les ressources agricoles, afin d'anticiper les conflits d'usage du sol et de préserver les espaces agricoles pour les générations futures.

L'étude des impacts de l'étalement urbain sur l'agriculture périurbaine met en lumière des défis cruciaux en matière de gestion territoriale et de préservation des terres agricoles. La combinaison de méthodologies avancées en télédétection et de l'analyse multicritère fournit des résultats significatifs sur cette thématique. Toutefois, pour répondre aux menaces pesant sur l'agriculture périurbaine, il est nécessaire d'adopter une approche plus intégrée, qui tienne compte des dimensions environnementales, sociales et économiques du développement urbain.

Il est essentiel de mettre en avant l'intégration d'indicateurs comme la température de surface pour mieux caractériser le phénomène des îlots de chaleur urbains. En effet, l'utilisation des données satellitaires, combinées à des mesures de la température de surface, permettrait de mieux comprendre la relation entre l'étalement urbain, l'occupation des sols et la formation de ces îlots de chaleur. L'introduction de ces indicateurs, en corrélation avec les modes d'occupation des sols, notamment la présence d'espaces verts et agricoles, offrirait une vision plus complète de l'impact de l'urbanisation sur le microclimat local.

Les espaces verts et les terres agricoles, en particulier ceux situés en périphérie, jouent un rôle crucial dans l'atténuation des effets de l'urbanisation sur les températures locales. Les études montrent que ces zones permettent une régulation naturelle de la température, réduisant les effets négatifs des îlots de chaleur. À Sidi Bel Abbès, les résultats pourraient démontrer que la préservation et l'extension de ces espaces verts et agricoles constituent une stratégie efficace d'adaptation à ce phénomène, renforçant ainsi la nécessité de protéger les terres agricoles périurbaines dans climat semi-aride caractérisé par une longue période sèche.

En outre, la mise en place de modèles d'évolution urbaine intégrant ces indicateurs climatiques et environnementaux permettrait de mieux anticiper les effets des futures pressions d'urbanisation sur le territoire. Ces modèles pourraient simuler des scénarios d'étalement urbain et leur impact sur la température de surface, la fragmentation des espaces verts, et la réduction des terres agricoles, afin d'orienter les politiques publiques vers des solutions plus durables.

Dans cette optique, l'utilisation de données issues de satellites tels que Sentinel, offrant une meilleure résolution spatiale et temporelle, ainsi que l'implémentation de plateformes numériques pour surveiller en temps réel l'évolution des îlots de chaleur et des espaces agricoles, pourraient constituer des outils précieux pour les décideurs locaux. Cela permettrait également de mieux concilier les enjeux de développement urbain avec la préservation des écosystèmes agricoles et la sécurité alimentaire, des aspects essentiels pour garantir un développement urbain résilient et durable dans le contexte de Sidi Bel Abbès.

Les décideurs politiques devaient se pencher sur la révision des plans d'aménagement en intégrant des critères environnementaux et fonciers plus rigoureux, et en mettant en œuvre des mécanismes de protection des terres agricoles. En outre, des programmes de soutiens aux agriculteurs périurbains pourraient être envisagés pour les encourager à maintenir leur activité, malgré les pressions urbaines. Cette étude, bien que centrée sur Sidi Bel Abbès, présente des leçons applicables à d'autres villes en Algérie qui subissent les mêmes tendances, où l'étalement urbain pose des défis similaires.

Annexe

Titre de l'enquête : Étude sur l'Impact de l'étalement urbain sur l'Agriculture Périurbaine

Bonjour, et merci de participer à notre enquête ! Cette étude vise à comprendre l'impact de l'expansion urbaine sur l'agriculture périurbaine. Vos réponses sont déterminantes pour éclairer les défis auxquels cette agriculture est confrontée. Les informations resteront confidentielles.

Section 1 : Profil du répondant

Dans quelle tranche d'âge vous situez-vous ?

- Moins de 18 ans
- 18-30 ans
- 31-50 ans
- 51 ans et plus

Quel est votre niveau d'éducation ?

- Études primaires
- Secondaires
- Universitaires
- Autre (précisez)

Section 2 : Connaissance de l'agriculture périurbaine

Êtes-vous conscient de l'existence d'exploitations agricoles près des zones urbaines ?

- Oui
- Non
- Pas sûr

Si oui, comment percevez-vous leur contribution à la communauté ?

- Positive
- Négative
- Neutre

Section 3 : Pressions urbaines sur l'agriculture périurbaine

Pensez-vous que l'expansion urbaine a affecté négativement les terres agricoles périurbaines ?

- Fortement d'accord
- D'accord
- Neutre
- Pas d'accord
- Pas du tout d'accord

Quels sont, selon vous, les principaux défis auxquels les agriculteurs périurbains sont confrontés en raison de l'urbanisation croissante ?

- Perte de terres agricoles
- Difficulté d'accès aux marchés urbains
- Pression foncière
- Autre (précisez)

Section 4 : Solutions potentielles

Pensez-vous que des politiques spécifiques devraient être mises en place pour protéger l'agriculture périurbaine ?

- Oui
- Non
- Ne sais pas

Que suggéreriez-vous pour atténuer les conflits entre l'établissement urbain et l'agriculture périurbaine ?

- Promotion de zones agricoles protégées
- Incitations fiscales pour les agriculteurs périurbains
- Sensibilisation à l'importance de l'agriculture périurbaine
- Autre (précisez)

Section 5 : Implications économiques et sociales

Comment pensez-vous que l'évolution de l'agriculture périurbaine peut influencer l'économie locale ?

- Impact positif
- Impact négatif
- Aucun impact significatif

Quels sont, selon vous, les avantages sociaux de la préservation de l'agriculture périurbaine ?

- Maintien des traditions agricoles
- Création d'emplois locaux
- Préservation de la biodiversité
- Autre (précisez)

Section 6 : Rôle des Acteurs Locaux

Dans quelle mesure pensez-vous que les autorités locales sont conscientes des enjeux liés à l'urbanisation et à son impact sur l'agriculture périurbaine ?

- Très conscientes
- Conscientes
- Peu conscientes
- Pas du tout conscientes

Croyez-vous que les autorités locales devraient jouer un rôle actif dans la préservation des zones agricoles périurbaines ?

- Oui
- Non
- Ne sais pas

Section 7 : Pratiques Actuelles des Agriculteurs pour Geler le Foncier

Êtes-vous au courant de pratiques mises en place par les agriculteurs pour protéger leurs terres face à l'urbanisation ?

Oui

Non

Pas sûr

Si oui, quelles sont, selon vous, les pratiques les plus efficaces pour geler le foncier ?

- Contrats de location à long terme
- Création de coopératives agricoles
- Participation à des programmes de préservation foncière
- Autre (précisez)

.....

Pensez-vous que ces pratiques sont suffisantes pour assurer la protection à long terme des terres agricoles périurbaines ?

Oui

Non

Ne sais pas

Section 8 : Commentaires Additionnels

Avez-vous d'autres commentaires ou suggestions concernant l'interaction entre l'urbanisation et l'agriculture périurbaine que vous aimeriez partager ?

Section 9 : Cultures Pratiquées dans l'Agriculture Périurbaine

Quelles sont, selon vous, les principales cultures pratiquées par les agriculteurs dans les zones périurbaines ?

- Céréales
- Fruits
- Légumes
- Cultures spécialisées (précisez)
- Autre (précisez)

.....

Pensez-vous que certaines cultures sont plus adaptées que d'autres à l'environnement périurbain ? Si oui, lesquelles et pourquoi ?

.....
.....
.....

Section 10 : Nature Juridique la Plus Consommée au Fil de l'Évolution de la Ville

Au fil de l'évolution de la ville, avez-vous remarqué des changements dans la nature juridique des terres agricoles périurbaines ?

- Propriété privée
- Bail emphytéotique
- Contrats de location
- Usage collectif
- Autre (précisez)

.....

Pourquoi pensez-vous que cette nature juridique spécifique est la plus consommée dans l'agriculture périurbaine en évolution ?

.....
.....
.....

Section 11 : Commentaires Additionnels

Avez-vous d'autres observations ou expériences liées aux types de cultures pratiquées ou à la nature juridique des terres agricoles périurbaines que vous souhaitez partager ?

.....
.....
.....

Section 10 : Nature Juridique des Terres Agricoles Périurbaines

Au fil de l'évolution de la ville, avez-vous remarqué des changements dans la nature juridique des terres agricoles périurbaines ? (Sélectionnez toutes les réponses qui s'appliquent)

- Propriété privée individuelle
- Domaine privé de l'État
- Exploitation collective
- Contrats de location
- Autre (précisez)

.....

Quelle est la nature juridique la plus courante que vous avez observée dans l'agriculture périurbaine en évolution ? Pourquoi pensez-vous que cette nature juridique spécifique est prédominante ?

.....
.....
.....

Section 11 : Commentaires Additionnels

Avez-vous des expériences ou des points de vue supplémentaires concernant la typologie des propriétés et la nature juridique des terres agricoles périurbaines que vous souhaitez partager ?

.....
.....
.....

Section 12 : Pressions Exercées sur les Domaines Agricoles d'État

Avez-vous observé des pressions spécifiques exercées sur les domaines agricoles d'État dans les zones périurbaines ?

- Pressions foncières
- Changements dans la réglementation
- Développement urbain empiétant sur les terres
- Autre (précisez)

.....

Comment pensez-vous que ces pressions influencent la gestion et la productivité des domaines agricoles d'État ?

.....
.....
.....

Section 13 : Devenir des Propriétaires dont la Ville a Pris les Terres

Dans le cas où la ville a pris des terres à des propriétaires, qu'avez-vous observé quant au devenir de ces propriétaires ?

- Compensation financière
- Réaffectation des terres ailleurs
- Changement d'activité professionnelle
- Impact sur le niveau de vie
- Autre (précisez)

Pensez-vous que les mesures prises pour les propriétaires dont les terres ont été prises par la ville sont adéquates ? Pourquoi ?

.....
.....
.....

Section 14 : Commentaires Additionnels

Avez-vous d'autres commentaires ou expériences liés aux pressions sur les domaines agricoles d'État ou au devenir des propriétaires concernés que vous souhaitez partager ?

.....
.....
.....

Section 15 : Rôle des Instruments d'Urbanisme dans le Contexte Agricole Périurbain

Selon votre perception, quel rôle les instruments d'urbanisme jouent-ils dans la préservation ou la gestion des terres agricoles périurbaines ?

- Zonage spécifique pour l'agriculture
- Planification territoriale intégrant l'agriculture
- Incitations fiscales pour la préservation des terres agricoles
- Autre (précisez)

Pensez-vous que les instruments d'urbanisme actuels sont efficaces pour concilier l'expansion urbaine et la préservation de l'agriculture périurbaine ?

- Oui
- Non
- Partiellement
- Ne sais pas

Section 16 : Recommandations et Perspectives

Quelles recommandations auriez-vous pour renforcer l'efficacité des instruments d'urbanisme en matière de préservation des terres agricoles périurbaines ?

.....
.....
.....

Comment envisagez-vous l'évolution future des instruments d'urbanisme pour mieux prendre en compte les enjeux agricoles dans les zones périurbaines ?

.....
.....
.....

Section 17 : Commentaires Additionnels

Avez-vous des commentaires supplémentaires concernant le rôle des instruments d'urbanisme dans le contexte agricole périurbain que vous souhaitez partager ?

.....
.....
.....

Section 18 : Révision Périodique des Instruments d'Urbanisme

Pensez-vous que les instruments d'urbanisme sont révisés de manière adéquate et périodique pour s'adapter aux évolutions de l'agriculture périurbaine ?

- Oui
- Non
- Pas sûr

Quels critères devraient être pris en compte lors de la révision périodique des instruments d'urbanisme pour mieux intégrer les besoins de l'agriculture périurbaine ?

.....
.....
.....

Section 19 : État Actuel des Instruments d'Urbanisme Approuvés

Comment percevez-vous l'alignement actuel entre les instruments d'urbanisme approuvés et les besoins de préservation de l'agriculture périurbaine ?

- Bien alignés
- Partiellement alignés
- Pas du tout alignés
- Pas d'opinion

Selon vous, quelles modifications pourraient améliorer cet alignement ?

.....
.....
.....

Section 20 : Déclassement des Terres Agricoles

Avez-vous connaissance de cas de déclassement de terres agricoles pour des projets urbains ?

- Oui
- Non
- Pas sûr

Dans quelles circonstances pensez-vous que le déclassement des terres agricoles est justifié ou non justifié ?

.....
.....
.....

Section 21 : Commentaires Additionnels

Avez-vous d'autres commentaires ou expériences liés à la révision périodique des instruments d'urbanisme, à l'état actuel de ces instruments et au déclassement des terres agricoles que vous souhaitez partager ?

.....
.....
.....

Section 22 : Déclassement des Terres Agricoles pour des Projets Urbains Approuvés non Achevés

.....
.....
.....

Avez-vous connaissance de cas où des terres agricoles ont été déclassées pour des projets urbains qui, par la suite, n'ont pas été achevés ?

- Oui
- Non
- Pas sûr

Comment évaluez-vous l'impact de ces déclassements non suivis d'une réalisation effective des projets urbains sur l'agriculture périurbaine ?

.....
.....
.....

Section 23 : Mesures de Prévention ou d'Atténuation

Pensez-vous qu'il devrait y avoir des mesures de prévention ou d'atténuation spécifiques pour les déclassements de terres agricoles dans le cadre de projets urbains non achevés ?

- Oui
- Non
- Ne sais pas

Quelles pourraient être ces mesures, selon vous, pour minimiser les impacts sur l'agriculture périurbaine dans de tels cas ?

.....
.....
.....

Section 24 : Commentaires Additionnels

Avez-vous d'autres commentaires ou expériences spécifiques concernant le déclassement de terres agricoles pour des projets urbains approuvés non achevés ?

.....
.....
.....

Section 25 : Projet Urbain Approuvé, Non Achevé en Raison d'une Opération de Déclassement des Terres non Finalisée

Avez-vous connaissance de situations où des projets urbains ont été approuvés par les instruments d'urbanisme mais n'ont pas été achevés en raison d'une opération de déclassement des terres non finalisée ?

- Oui
- Non
- Pas sûr

Comment évaluez-vous les conséquences de tels scénarios sur l'équilibre entre le développement urbain et la préservation des terres agricoles ?

.....
.....
.....

Section 26 : Rôles des Acteurs Impliqués

Qui, selon vous, devrait jouer un rôle prépondérant dans le processus d'opération de déclassement des terres pour des projets urbains ?

.....
.....
.....

- Autorités municipales
- Propriétaires fonciers
- Communauté locale
- Autre (précisez)

Quelles responsabilités spécifiques pensez-vous que ces acteurs devraient assumer pour éviter des projets inachevés liés à des opérations de déclassement ?

.....
.....
.....

Section 27 : Recommandations pour Éviter ces Situations

Quelles recommandations auriez-vous pour éviter que des projets urbains approuvés ne soient pas achevés en raison d'une opération de déclassement des terres non finalisée ?

.....
.....
.....

Section 28 : Commentaires Additionnels

Avez-vous d'autres commentaires ou expériences liés à des projets urbains non achevés en raison d'opérations de déclassement des terres qui n'ont pas été finalisées ?

.....
.....
.....

Section 29 : Déclassement des Terres Agricoles pour des Projets Urbains Approuvés non Achevés

Êtes-vous au courant de situations où des terres agricoles ont été déclassées pour des projets urbains approuvés qui n'ont pas été achevés ?

- Oui
- Non
- Pas sûr

Comment évaluez-vous les conséquences de tels scénarios sur l'équilibre entre le développement urbain et la préservation des terres agricoles ?

.....
.....
.....

Section 30: Mesures de Prévention ou d'Atténuation

Pensez-vous qu'il devrait y avoir des mesures de prévention ou d'atténuation spécifiques pour les déclassements de terres agricoles dans le cadre de projets urbains non achevés ?

- Oui
- Non
- Ne sais pas

Quelles pourraient être ces mesures, selon vous, pour minimiser les impacts sur l'agriculture périurbaine dans de tels cas ?

.....
.....
.....

Section 31 : Commentaires Additionnels

Avez-vous d'autres commentaires ou expériences liés au déclassement de terres agricoles pour des projets urbains approuvés non achevés ?

.....
.....
.....

Section 32 : Rôle des services agricoles et impact de la réglementation foncière :

Comment percevez-vous le rôle des services agricoles dans le soutien à l'agriculture en zones périphériques ?

- Support technique pour les pratiques agricoles
- Fourniture de ressources financières
- Formation et ateliers
- Autre (veuillez préciser)

Comment la réglementation foncière peut-elle influencer l'efficacité des services agricoles et la durabilité de l'agriculture en zones périphériques ?

- Facilitation de l'accès aux terres agricoles
- Clarification des droits de propriété
- Régulation des utilisations des terres
- Autre (veuillez préciser)

Section 33 : Défis liés aux services agricoles et à la réglementation foncière :

Avez-vous rencontré des défis dans l'accès aux services agricoles en zones périphériques ?

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

Avez-vous rencontré des défis dans la compréhension et l'application de la réglementation foncière pour les terres agricoles en zones périphériques ?

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

Section 34 : Propositions d'amélioration du rôle des services agricoles et de la réglementation foncière :

Avez-vous des propositions pour renforcer le rôle des services agricoles dans le soutien aux agriculteurs en zones périphériques ?

- Renforcement des financements pour les services agricoles
- Amélioration de la formation et du transfert de technologie
- Simplification des procédures de réglementation foncière
- Autre (veuillez préciser)

.....

Avez-vous des suggestions pour améliorer la réglementation foncière afin d'assurer la durabilité de l'agriculture en zones périphériques ?

- Amélioration des systèmes d'enregistrement foncier
- Fourniture de directives plus claires pour la réglementation foncière
- Encouragement de la consultation avec les agriculteurs
- Autre (veuillez préciser)

.....

Section 35 : Impact de la réglementation foncière sur le développement de l'agriculture périurbaine :

Comment l'amélioration de la réglementation foncière peut-elle contribuer à stimuler le développement de l'agriculture en zones périphériques ?

- Renforcement de la stabilité agricole
- Attirer les investissements agricoles
- Amélioration de la gestion des ressources naturelles
- Autre (veuillez préciser)

.....

Liste des sigles

AADL : Agence de l'Amélioration et du Développement du Logement
ADE : Algérienne Des Eaux
APC : Assemblée Populaire Communale
APW : Assemblée Populaire de Wilaya
ASAL : Agence Spatiale Algérienne
CF : Conservation des Forêts
DE : Direction de l'Environnement
DLEP : Direction du Logement et des Equipements Publics
DPSB : Direction de la Programmation et du Suivi du Budget
DSA : Direction des Services Agricoles
DT : Direction des Transports
DUC : Direction de l'Urbanisme et de la Construction
DUP : Division de l'Urbanisme et de la Planification
DZD : Dinar algérien
ETM+: Enhanced Thematic Mapper Plus
GUSBA : Groupement Urbain d'Sidi bel abbès
INCT : Institut National de Cartographie et de Télédétection
LPA : Logement Promotionnel Aidé LPL : Logement Participatif Locatif LPP : Logement
Promotionnel Public LSP : Logement Social Participatif
MRE : Ministère des Ressources en Eau
MT : Ministère des Transports
OLI : Operational Land Imager
ONAT : Office National des Terres Agricoles
ONS : Office National des Statistiques
OPGI : Office de la Promotion et de la Gestion Immobilière
PAW : Plan d'Aménagement de Wilaya
PDAU : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
POS : Plan d'Occupation des Sols
PUD : Plan d'Urbanisme Directeur
RHP : Résorption de l'Habitat Précaire SAU : Secteurs à Urbaniser
SAU : Superficie Agricole Utile
SDAAM : Schéma Directeur d'Aménagement de l'Aire Métropolitaine

SIG : Système d'Information Géographique SG
 SNAT : Schéma National d'Aménagement du Territoire
 SNU : Secteurs Non Urbanisables
 SRAT : Schéma Régional d'Aménagement du Territoire
 SU : Secteurs Urbanisés
 SUF : Secteurs d'Urbanisation Future
 THRS : Très Haute Résolution Spatiale
 TM : Thematic Mapper
 URBOR : Centre d'Etude et de Réalisation en Urbanisme d'Sidi bel abbès URSA
 Bureau d'Etudes et de Réalisation en Urbanisme
 VRD : Voiries et Réseaux Divers
 ZHUN : Zones d'Habitat Urbain Nouvelles
 ZI : Zones Industrielles
 ANRH Agence nationale des ressources en eaux
 ACP : Analyse en Composantes Principales
 AM : Analyse multicritère
 ANAT : Agence nationale d'aménagement du territoire
 BM : Banque Mondiale
 CTS : Centre des techniques spatiales
 EIE : Etude d'impact d'environnement
 ETM : EvapoTranspiration Maximale (mm)
 ETP : EvapoTranspiration Potentielle (mm)
 ETR EvapoTranspiration Réelle (mm)
 ESRI : Environmental Systems Research Institute
 FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organisation des nations unies pour l'alimentation et L'agriculture)
 GES : Gaz à Effet de Serre
 IDW : Inverse Distance Weighted
 MNA : Modèle numérique d'altitude
 MNT : Modèle numérique de terrain
 MATE : Ministère d'aménagement du territoire et d'environnement
 NDVI : Normalized Difference Vegetation Index, (indice de végétation normalisé)
 OMM : Organisation Mondiale de la Météorologie

OMS : Organisation Mondiale de Santé

P : Précipitations totales (mm)

PED : Pays en développement

PI : Pays industrialisés

R : Ruissellement

SPOT : Système pour l'observation de la terre

TLD : Télédétection

T : Température

Références bibliographiques

- Agharmiou-rahmoun, Naïma, et Ourdia Hammoutene. 2022. « L'économie algérienne, une dépendance alimentaire chronique ». *Revue tadamsa d'unegmu* 2 (1): 41-51.
- Akbar, Tahir Ali, Quazi K. Hassan, Sana Ishaq, Maleeha Batool, Hira Jannat Butt, et Hira Jabbar. 2019. « Investigative spatial distribution and modelling of existing and future urban land changes and its impact on urbanization and economy ». *Remote Sensing* 11 (2): 105.
- Akram, SEDDIKI Mohamed, SOUIAH Sid Ahmed, MEGA Nabil, BELHOUARI Fatima Zohra, et GUERROUJ Abdel Halim. 2019. « Réflexion sur la conception d'un système d'informations foncières à partir des données Multi-sources ». *Bulletin des Sciences Géographiques*, n° N° 32.
- Alcaraz, Claude. 1969. « Etude géobotanique du pin d'Alep dans le Tell oranais ». PhD Thesis.
- Al-Harbi, Kamal M. Al-Subhi. 2001. « Application of the AHP in project management ». *International journal of project management* 19 (1): 19-27.
- Amichi, Hichem, Gilles Bazin, Foued Chehat, Olivier Ducourtieux, Jean-Louis Fusillier, Tarik Hartani, et Marcel Kuper. 2011. « Enjeux de la recomposition des exploitations agricoles collectives des grands périmètres irrigués en Algérie: le cas du Bas-Cheliff ». *Cahiers Agricultures* 20 (1-2): 150-56.
- Amichi, Hichem, Sami Bouarfa, et Marcel Kuper. 2015. « Arrangements informels et types d'agriculture sur les terres publiques en Algérie: quels arbitrages? » *Revue tiers monde*, n° 1, 47-67.
- Anderson, James Richard. 1976. *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data*. Vol. 964. US Government Printing Office.
- Antrop, Marc. 2007. *Reflecting upon 25 years of landscape ecology*. Springer.
- Ardjoun, Safia. 2015a. « Usage et apport des sig dans l'identification, la cartographie, la dynamique et les politiques de gestion, de protection et de mise en valeur des espaces periurbains de la commune de sidi bel abbés (Algérie nord-ouest) ». PhD Thesis.
- ARDJOUN, Safia. 2015. « Usage et apport des sig dans l'identification, la cartographie, la dynamique et les politiques de gestion, de protection et de mise en valeur des espaces periurbains de la commune de sidi bel abbés (Algérie nord-ouest) ». PhD Thesis.
- Ardjoun, Safia. 2015b. « Usage et apport des sig dans l'identification, la cartographie, la dynamique et les politiques de gestion, de protection et de mise en valeur des espaces periurbains de la commune de sidi bel abbés (Algérie nord-ouest) ». PhD Thesis.
- Asmaa Missoumi, Madina, Mohamed Hadeid, et Dider Desponds. 2019. « Jeux d'acteurs et fragilisation de l'agriculture périurbaine dans l'agglomération d'Oran (Algérie) ». *Études caribéennes*, n° 43-44 (septembre). <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.16745>.
- Attaf, D., K. Djerriri, D. Mansour, et D. Hamdadou. 2019. « Mapping of burned area using presence and background learning framework on the google earth engine platform ». *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 42:37-41.
- Augusseau, Xavier, Jeremy Bourgoïn, Daniel David, Pascal Degenne, Erwann Lagabrielle, Guillaume Lestrelin, et Danny Lo Seen. 2018. « Modèles et simulations spatio-

- temporels comme objets intermédiaires: le cas de l'étalement urbain à la Réunion ». <https://agritrop.cirad.fr/591118/7/ID591118.pdf>.
- BACHI, MOHAMED. 2011. « Problématique du risque inondation en milieu urbain; cas de l'agglomération de sidi bel Abbes ».
- Badrinarayanan, Vijay, Alex Kendall, et Roberto Cipolla. 2017. « Segnet: A deep convolutional encoder-decoder architecture for image segmentation ». *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence* 39 (12): 2481-95.
- Bagnouls, F. 1953. « Saison sèche et indice xérothermique ». *Bull Soc His nat Toulouse* 88:193-239.
- Bakour, Mohammed, et Tahar Baouni. 2015. « Étalement urbain et dynamique des agglomérations à Alger: quel rôle pour la promotion administrative? » *Cahiers de géographie du Québec* 59 (168): 377-406.
- Bannari, Abdou, Daniel Morin, F. Bonn, et AjRsr Huete. 1995. « A review of vegetation indices ». *Remote sensing reviews* 13 (1-2): 95-120.
- Baouche, Fatiha. 2014a. « L'évolution du foncier agricole en Algérie à travers les réformes ». PhD Thesis, Poitiers.
- . 2014b. « L'évolution du foncier agricole en Algérie à travers les réformes ». PhD Thesis, Poitiers.
- . 2014c. « L'évolution du foncier agricole en Algérie à travers les réformes ». PhD Thesis, Poitiers.
- . 2014d. « L'évolution du foncier agricole en Algérie à travers les réformes ». PhD Thesis, Poitiers.
- Beauregard, Nancy. 2010. « Les organisations saines et apprenantes comme cadre analytique de la santé mentale au travail: le cas des cadres supérieurs de la fonction publique fédérale du Canada ». PhD Thesis, University of Ottawa (Canada). <https://ruor.uottawa.ca/items/5e938490-6182-4362-ad05-8e3ed15a8ef4>.
- Bédrani, Slimane. 1995. « L'intervention de l'Etat dans l'agriculture en Algérie: constat et propositions pour un débat ». *Options Méditerranéennes* 14:83-99.
- BÉDRANI, Slimane, et Ahmed Bouaita. 2003. « Le foncier agricole périurbain en Algérie ». *Bouleversements fonciers en Méditerranée: des risques sous le choc de l'urbanisation et des privatisations*. Paris: Karthala/Ciheam, 195-211.
- Bedrani, Slimane, et Ahmed Bouaita. 2003. « Le foncier agricole périurbain en Algérie ». *Bouleversements fonciers en Méditerranée: des risques sous le choc de l'urbanisation et des privatisations*. Paris: Karthala/Ciheam, 195-211.
- Bédrani, Slimane, et Ahmed Bouaita. 2003. « Le foncier agricole périurbain en Algérie ». *Bouleversements fonciers en Méditerranée: des risques sous le choc de l'urbanisation et des privatisations*. Paris: Karthala/Ciheam, 195-211.
- Belgiu, Mariana, et Lucian Drăguț. 2016. « Random forest in remote sensing: A review of applications and future directions ». *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing* 114:24-31.
- Belguesmia, Sabiha, Badreddine Yousfi, et Tayeb Otmane. 2019. « Interface ville/campagne et dynamiques des espaces périurbains d'une ville intermédiaire sud-méditerranéenne.

- L'exemple de Mostaganem (Algérie) ». *Cahiers de géographie du Québec* 63 (179-180): 259-79. <https://doi.org/10.7202/1084236ar>.
- Belloula, Moufida. 2008. « Modélisation des écoulements et perspectives de prévention contre les risques d'inondation dans quelques bassins de la Medjerda (Confins Algéro-Tunisiens). » PhD Thesis, Université de Batna 2. <http://eprints.univ-batna2.dz/585/>.
- Benarchid, Omar, et Naoufal Raissouni. 2013. « Support vector machines for object based building extraction in suburban area using very high resolution satellite images, a case study: Tetuan, Morocco ». *IAES International Journal of Artificial Intelligence* 2 (1). <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1494493&val=151&title=Support%20Vector%20Machines%20for%20Object%20Based%20Building%20Extraction%20in%20Suburban%20Area%20using%20Very%20High%20Resolution%20Satellite%20Images%20a%20Case%20Study%20Tetuan%20Morocco>.
- Bendjelid, Abed. 1997. « Les stratégies familiales face à la crise de l'emploi à Sidi Bel Abbès : perception de l'espace urbain et diversité de l'informel dans une ville moyenne algérienne ». *Insaniyat / Revue algérienne d'anthropologie et de sciences sociales*, n° 1 (juin), 43-62. <https://doi.org/10.4000/insaniyat.11409>.
- Bendjelid, Abed, Mohamed Hadeid, Abdellah Messahel, et Sidi Mohammed Trache. 2004. « Différenciations sociospatiales dans les nouveaux espaces urbanisés d'Oran ». *Insaniyat/إنسانيات. Revue algérienne d'anthropologie et de sciences sociales*, n° 23-24, 7-44.
- Bendraoua, Fouzia, et Sid Ahmed Souiah. 2008. « Quand les pouvoirs publics produisent de nouvelles marginalités urbaines: les recasés de Nedjma à Oran (Algérie) ». *Autrepart*, n° 1, 173-90.
- Bentekhici, N., et Dj Yousfi. 2013. « Analyse de l'étalement urbain de la ville de Mostaganem à l'aide des données satellitales multi-dates ». *Bulletin des sciences géographiques de l'INCT* 17 (1): 51-62.
- BENTEKHICI, Nadjla. 2018. « La contribution d'un SIG et la télédétection à la sélection des sites potentiellement pollués par les déchets solides et liquides urbains et la mise en oeuvre dans les plans d'aménagements dans la région Nord-Ouest: Algérie ». PhD Thesis, Université Mohamed Ben Ahmed d'Oran 2. <https://www.pnst.cerist.dz/detail.php?id=25397/>.
- Bentekhici, Nadjla, Yamina Benkesmia, Faouzi Berrichi, et Sid Ahmed Bellal. 2018. « Évaluation des risques de la pollution des eaux et vulnérabilité de la nappe alluviale à l'aide des données spatiales. Cas de la plaine de Sidi Bel Abbès (Nord-Ouest Algérien) ». *Revue des sciences de l'eau* 31 (1): 43-59.
- Berger, Martine, et Francis Beaucire. 2002. « Mobilité résidentielle et navettes: les arbitrages des ménages d'Île-de-France ». *L'accès à la ville: les mobilités spatiales en questions, Paris: L'Harmattan*, 141-66.
- Berrahi, Fatiha. 2001. « Contraintes à l'intensification dans un périmètre irrigué algérien: le cas du Sig-Wilaya de Mascara ». PhD Thesis.
- Berrayah, M. 2006. « Analyse de la dynamique des systèmes et approche d'aménagement intégrée en zones de montagne ». *Cas des montagnes des Trara (wilaya de Tlemcen), Magister en foresterie* 178.

- Bessaoud, Omar, J.-P. Pellissier, J.-P. Rolland, et Wided Khechimi. 2019a. « Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie ». PhD Thesis, CIHEAM-IAMM. <https://hal.science/hal-02137632/document>.
- . 2019b. « Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie ». PhD Thesis, CIHEAM-IAMM. <https://hal.science/hal-02137632/document>.
- BOUANANI, Abderrazak. 2004. « HYDROLOGIE, TRANSPORT SOLIDE ET MODELISATION Etude de quelques sous bassins de la Tafna (NW–Algérie). » PhD Thesis. <http://dspace1.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/15094/1/Doct.Hyd.Bouanani.pdf>.
- Bouchemal, Salah. 1997. « Mutations agraires en Algérie ». *Mutations agraires en Algérie*, 1-266.
- . 2009. « Mutations sociospatiales en milieu urbain: entre citadinité et ruralité: l'exemple d'une ancienne ville coloniale française en Algérie ». *Cahiers de géographie du Québec* 53 (149): 261-86.
- Bouchentouf, Abdelkader. 2001. « Législation foncière et filières de production immobilière à Sidi-Bel-Abbès ». *Insaniyat/إنسانيات. Revue algérienne d'anthropologie et de sciences sociales*, n° 14-15, 101-12.
- Bouder, Abdel-madjid. 2003. « Industrialisation et urbanisation dans le grand Alger ». *Villes en parallèle* 36 (1): 258-73.
- Boudjenouia, Abdelmalek, André Fleury, et Abdelmalek Tacherift. 2008. « L'agriculture périurbaine à Sétif (Algérie): quel avenir face à la croissance urbaine? » *BASE*.
- Bouras, D., A. Metallah, S. Mouffok, et Z. Boutiba. 2007. « EVOLUTION BIOCLIMATIQUE ET ACTIONS DE DEVELOPPEMENT SUR LE LITTORAL OCCIDENTAL ALGERIEN ». *LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782*, n° 6. <http://larhyss.net/ojs/index.php/larhyss/article/download/87/81>.
- Bouras, El Houssaine. 2021. « Besoin en eau et rendements des céréales en Méditerranée du Sud: observation, prévision saisonnière et impact du changement climatique ». PhD Thesis, Université Paul Sabatier-Toulouse III; Université Cadi Ayyad (Marrakech, Maroc). <https://theses.hal.science/tel-03616186/>.
- Bousmaha, A., et A. Chouache. 2017. « L'étalement urbain et ses impacts sur le foncier rural en Algérie. Le cas de Sétif et sa région ». *La petite exploitation agricole méditerranéenne, une réponse en temps de crise*, 155-66.
- Bousmaha, Ahmed, et Aissa Boulkaibet. 2019. « Planification foncière et espaces agricoles périurbains en Algérie. Le cas de l'agglomération de Skikda ». *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie* 10 (3).
- Bousmaha, Ahmed, et Abdelkader Chouache. s. d. « L'étalement urbain et ses impacts sur le foncier rural en Algérie ». *OPTIONS*, 155.
- Breiman, Leo. 2001. « Random forests ». *Machine learning* 45 (1): 5-32.
- Butt, Amna, Rabia Shabbir, Sheikh Saeed Ahmad, Neelam Aziz, Mohammad Nawaz, et Muhammad Tahir Ali Shah. 2015. « Land cover classification and change detection analysis of Rawal watershed using remote sensing data ». *J Biodivers Environ Sci* 6 (1): 236-48.

- Chaib, M., et A. Mezner. 2008a. « Instrument technico-juridique pour l'assainissement de la situation foncière des terres du territoire national ». *Seminaire régional sur la problématique du foncier dans le développement socio-économique local, BISKRA*.
- . 2008b. « Instrument technico-juridique pour l'assainissement de la situation foncière des terres du territoire national ». *Seminaire régional sur la problématique du foncier dans le développement socio-économique local, BISKRA*.
- Chamekh, Khemissi. 2016. « Influence de la fracturation sur l'évolution du réservoir karstique. Exemple des calcaires fissurés de la région de Chéria.(Nord-est Algérien) ». PhD Thesis, Université Larbi-Tébessi. Tebessa. <http://dspace.univ-tebessa.dz:8080/jspui/handle/123456789/7392>.
- Chan, Felix TS, et Niraj Kumar. 2007. « Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach ». *Omega* 35 (4): 417-31.
- Changnon, Stanley A. 1988. « Climatology of thunder events in the conterminous United States. Part I: Temporal aspects ». *Journal of Climate* 1 (4): 389-98.
- Chen, Feng, Song Yang, Kai Yin, et Paul Chan. 2017. « Challenges to quantitative applications of Landsat observations for the urban thermal environment ». *Journal of Environmental Sciences* 59:80-88.
- Cherif, El Amine, Mohamed Errih, et Hayet Madani Cherif. 2009. « Modélisation Statistique Du Transport Solide Du Bassin Versant de l'Oued Mekerra (Algérie) En Zone Semi-Aride Méditerranéenne ». *Hydrological Sciences Journal* 54 (2): 338-48. <https://doi.org/10.1623/hysj.54.2.338>.
- Cherif, M. 1982a. « Décentralisation de la planification par allocation de quotas ». *JORBEL-Belgian Journal of Operations Research, Statistics, and Computer Science* 22 (2): 3-20.
- . 1982b. « Décentralisation de la planification par allocation de quotas ». *JORBEL-Belgian Journal of Operations Research, Statistics, and Computer Science* 22 (2): 3-20.
- Chorfi, Khaled, et Kamel Younesi. 2008. « Le foncier urbain entre opportunité et maîtrise. Cas de Sétif (Algérie). » In *Penser la ville—approches comparatives*, 247. <https://shs.hal.science/halshs-00382600/>.
- Colin, Jean-Philippe, et Ali Daoudi. 2022. « Dynamiques foncières, dynamiques agraires ». *Foncier rural et développement. Enjeux et clés d'analyse en sciences sociales. Éditions Quae—Éditions de l'IRD*. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/63158/1/9782759235728.pdf#page=401>.
- Courtine, Philippe. 1986. « Les conséquences spatiales de l'urbanisation des terres rurales au Haut-Saguenay (Canada) ». <https://doi.org/10.3406/noroi.1986.4306>.
- Daoudi, Ali, et Jean-Philippe Colin. 2017a. « Construction et transfert de la propriété foncière dans la nouvelle agriculture steppique et saharienne en Algérie ». *Propriété et Société en Algérie contemporaine. Aix-en-Provence: Iremam, OpenEdition Books*, 158-76. <https://doi.org/10.4000/books.iremam.3705>.
- . 2017b. « Construction et transfert de la propriété foncière dans la nouvelle agriculture steppique et saharienne en Algérie ». *Propriété et Société en Algérie contemporaine. Aix-en-Provence: Iremam, OpenEdition Books*, 158-76.

- Daoudi, Ali, Jean-Philippe Colin, Alaeddine Derderi, et Mohamed Lamine Ouendeno. 2017. « Le marché du faire-valoir indirect vecteur de nouvelles formes d'exploitation dans la néo-agriculture saharienne (Algérie) ». *Géographie, économie, société* 19 (3): 307-30.
- Daoudi, Ali, Jean-Philippe Colin, Salima Terranti, et Sami Assassi. 2017. « L'agriculture contractuelle en Algérie: radiographie de dispositifs public-privé ». *Université Libre de Bruxelles* 22 (23): 17p.
- Darko, Amos, Albert Ping Chuen Chan, Ernest Effah Ameyaw, Emmanuel Kingsford Owusu, Erika Pärn, et David John Edwards. 2019. « Review of Application of Analytic Hierarchy Process (AHP) in Construction ». *International Journal of Construction Management* 19 (5): 436-52. <https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1452098>.
- Das, Sandipta, et Dasharatha P. Angadi. 2022. « Land use land cover change detection and monitoring of urban growth using remote sensing and GIS techniques: A micro-level study ». *GeoJournal* 87 (3): 2101-23.
- Debrach, J. 1953. « Notes on the climate of Western Morocco ». *Maroc medical* 32 (342): 1122-34.
- Demaze, Moise Tsayem. 2010. « Un panorama de la télédétection de l'étalement urbain ». *ESO Travaux et Documents*, n° 29, 99-124.
- Dhanaraj, K., et Dasharatha P. Angadi. 2020. « Land use land cover mapping and monitoring urban growth using remote sensing and GIS techniques in Mangaluru, India ». *GeoJournal*, 1-27.
- Diry, Jean-Paul. 1994a. « Les espaces ruraux fragiles. Essai de définition ». *Bulletin OZP* 5:7.
- . 1994b. « Périurbanisation, agriculture et gestion de l'espace: l'exemple des campagnes clermontoises (Peri-urbanization, agriculture and space management: the example of Clermont's countryside) ». *Bulletin de l'Association de Géographes Français* 71 (2): 204-15.
- Djamel, Mansour, et Khelifa Djerriri. 2020a. « Extraction Of Urban Areas From Multi-Date Landsat Imagery Using Presence And Packground Learning One-Class Classification Framework ». In *2020 Mediterranean and Middle-East Geoscience and Remote Sensing Symposium (M2GARSS)*, 144-47. <https://doi.org/10.1109/M2GARSS47143.2020.9105142>.
- . 2020b. « Extraction Of Urban Areas From Multi-Date Landsat Imagery Using Presence And Packground Learning One-Class Classification Framework ». In *2020 Mediterranean and Middle-East Geoscience and Remote Sensing Symposium (M2GARSS)*, 144-47. IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9105142/>.
- Djellata-Benabderrahmane, Amel. 2018. « Outil de valorisation des friches urbaines à Alger pour le développement d'une offre d'attractivité territoriale orientée sur la localisation des activités métropolitaines ». PhD Thesis, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme Alger. <https://hal.science/tel-03323370/>.
- Djenba, Samir. 2015. « Influence des paramètres géologique, géomorphologique et hydrogéologique sur le comportement mécanique des sols de la wilaya de Sétif. Algérie ». PhD Thesis, Université Mohamed Khider-Biskra. <http://thesis.univ-biskra.dz/id/eprint/1332>.
- Djermoun, Abdelkader. 2009. « La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques ». *Nature & Technology*, n° 1, 45.

- Durand, Jean-Pierre. 1977. « La restructuration de l'espace algérien ». *Revue algérienne des sciences juridiques, économiques et politiques*. <https://hal.science/hal-04363024/>.
- Durand-Lasserve, Alain. 1986. « L'exclusion des pauvres dans les villes du Tiers-Monde : accès au sol et au logement ». (No Title). <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130000797941326848>.
- Durbiano, Claudine, et André de Réparaz. 1979. « Le foncier agricole en Provence Alpes Côte d'Azur: spécificité, défense et restructuration ». *Méditerranée* 37 (4): 55-75.
- EL MOUNJIDE, Nassima, Abdelwahed El Idrissi, et EL-AYACHI Moha. 2024. « Le foncier agricole face à l'urbanisation Élaboration de la carte agricole de la province Chtouka-Ait Baha ». *African Journal on Land Policy and Geospatial Sciences* 7 (1): 39-52.
- Elloumi, Mohamed, et Anne-Marie Jouve. 2003a. *Bouleversements fonciers en Méditerranée: des agricultures sous le choc de l'urbanisation et des privatisations*. KARTHALA Editions.
<https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=b5yjJ1m94DMC&oi=fnd&pg=PA5&dq=les+fermes+p%C3%A9riurbaines+en+Tunisie&ots=sH-XohB8ns&sig=xJiCm9bkd9cdkR83FUyvFTVMnr4>.
- . 2003b. *Bouleversements fonciers en Méditerranée: des agricultures sous le choc de l'urbanisation et des privatisations*. KARTHALA Editions.
- . 2003c. *Bouleversements fonciers en Méditerranée: des agricultures sous le choc de l'urbanisation et des privatisations*. KARTHALA Editions.
- Emberger, Louis. 1955. *Une classification biogéographique des climats*.
- Estoque, Ronald C., et Yuji Murayama. 2017. « Monitoring surface urban heat island formation in a tropical mountain city using Landsat data (1987–2015) ». *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 133:18-29.
- FARAOUN, Fatiha, et Khéloufi BENABDELI. 2010. « Cartographie et caractérisation physico-chimique des sols de la plaine de Sidi Bel Abbès (Algérie occidentale) ». *Afr. Sci* 6 (3): 18-26.
- Ferhi, Salah. 1992. « Les Trara (ouest algérien), espace d'émigration ». *Méditerranée* 76 (3): 63-66.
- Figueiredo, Paulo N. 2001. *Technological learning and competitive performance*. Edward Elgar Publishing.
<https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=aLkHBhOu33MC&oi=fnd&pg=PR8&dq=FIGUEIREDO,+2001&ots=A8MnU0vsjO&sig=Hky23UDdjoPW80Tga4-KVhseAv0>.
- Fisli, Fatima Zohra, Marwa Moualkia, Sarra Kouache, et rania Sobhi. 2022. « Etude comparative de qualité technologique du blé dur de deux régions Guelma et Skikda ». Université de Guelma, Faculté des Sciences de la Nature et de Vie, et Sciences de la Terre et de l'Univers. https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/bitstream/123456789/13789/1/MOUALKIA_MARWA_F4.pdf.
- Fleury, André, et Pierre Donadieu. 1997. « De l'agriculture péri-urbaine à l'agriculture urbaine ». *Le Courrier de l'environnement de l'INRA* 31 (31): 45-61.
- . 2003. « La construction contemporaine de la ville-campagne en Europe ». *Revue de géographie alpine* 91 (4): 19-29.

- Fleury, André, et Paule Moustier. 1999. « L'agriculture périurbaine, infrastructure de la ville durable ». *Cahiers agricultures* 8 (4): 281-87.
- Founou-Tchuigoua, Bernard, et Ait Amara. 1985. « L'agriculture africaine en crise: dans ses rapports avec l'Etat, l'industrialisation et la paysannerie ». <https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=5136132&publisher=FZ2990>.
- Franz, Marion J., Jeffrey J. VanWormer, A. Lauren Crain, Jackie L. Boucher, Trina Histon, William Caplan, Jill D. Bowman, et Nicolas P. Pronk. 2007. « Weight-loss outcomes: a systematic review and meta-analysis of weight-loss clinical trials with a minimum 1-year follow-up ». *Journal of the American Dietetic association* 107 (10): 1755-67.
- FSM Russo, Rosaria de, et Roberto Camanho. 2015. « Criteria in AHP: A systematic review of literature ». *Procedia Computer Science* 55:1123-32.
- Gacemi, Mohamed el-Amine, Sid Ahmed Souiah, Walid Rabeih, et Djamel Mansour. 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.
- George, Pierre. 1964. « Les formes de développement urbain en URSS ». *Bulletin de l'Association de Géographes Français* 41 (322): 36-42.
- Ghodbani, T., et B. Semmoud. 2010. « Coastal urbanization in Algeria, processes and environment impacts: The case of the bay Aïn el Turck ». *Études caribéennes* 15 (1): 31-44.
- Giuliani, Gregory, Gilberto Camara, Brian Killough, et Stuart Minchin. 2019. « Earth Observation Open Science: Enhancing Reproducible Science Using Data Cubes ». *Data* 4 (4): 147. <https://doi.org/10.3390/data4040147>.
- Glenn, Edward P., Alfredo R. Huete, Pamela L. Nagler, et Stephen G. Nelson. 2008. « Relationship between remotely-sensed vegetation indices, canopy attributes and plant physiological processes: What vegetation indices can and cannot tell us about the landscape ». *Sensors* 8 (4): 2136-60.
- Glita, Ivan. 2023. « Les villes françaises en décroissance dans le temps long (1968-2017) : une typologie des trajectoires en fonction des composantes démographiques, des spécialisations économiques et de la diversité des contextes territoriaux ». Phdthesis, Université Panthéon-Sorbonne - Paris I. <https://theses.hal.science/tel-04574281>.
- Grimm, Nancy B., Stanley H. Faeth, Nancy E. Golubiewski, Charles L. Redman, Jianguo Wu, Xuemei Bai, et John M. Briggs. 2008. « Global change and the ecology of cities ». *science* 319 (5864): 756-60.
- GUECHI, Imen. 2011. « L'impact de l'urbanisation sur les contextes fragiles cas de l'agglomération de Constantine ». PhD Thesis, Université Mohamed Khider de Biskra, Département d'Architecte. <https://www.ccdz.cerist.dz/admin/notice.php?id=000000000000000865461000269>.
- Hamadène, Lynda, et Abdelmadjid Boudier. 2024. « For a Method for Evaluating the Economic Integration of Peri-Urban Space. Case Study Mitidja of Algiers, Algeria ». *GeoJournal* 89 (5). <https://doi.org/10.1007/s10708-024-11199-z>.
- Hammami, S., N. Sayari, H. Rejeb, et Hichem Rejeb. 2010. « Rapport Préliminaire Sur La Situation de l'Horticulture Urbaine et Périurbaine en Tunisie ». https://www.researchgate.net/profile/Hichem-Rejeb/publication/352399079_Rapport_Preliminaire_Sur_La_Situation_de_l'Horticulture

- ure Urbaine et Periurbaine en Tunisie/links/60c840e2a6fdcc57ed0566e7/Rapport-Preliminaire-Sur-La-Situation-de-l'Horticulture-Urbaine-et-Periurbaine-en-Tunisie.pdf.
- Herold, Martin, Noah C. Goldstein, et Keith C. Clarke. 2003. « The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling ». *Remote sensing of Environment* 86 (3): 286-302.
- Hervé, Marchal, et Stébé Jean-Marc. 2018. « La France périurbaine ». *PUF, Paris*. https://transferts.cget.gouv.fr/EQC237/Veilleterritoires_note_lecture_FPeriurbaine.pdf.
- Hosmer Jr, David W., Stanley Lemeshow, et Rodney X. Sturdivant. 2013. *Applied logistic regression*. John Wiley & Sons. <https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=bRoxQBIZRd4C&oi=fnd&pg=PR13&dq=Hosmer+%26+Lemeshow,+2013&ots=kM2Qxq9Qcd&sig=oyzPYA8SKXz3h00zois-SHzFTuE>.
- Hostert, Patrick, Patrick Griffiths, Sebastian van der Linden, et Dirk Pflugmacher. 2015. « Time series analyses in a new era of optical satellite data ». In *Remote Sensing Time Series*, 25-41. Springer.
- Howarth, Philip J., et Emil Boasson. 1983. « Landsat digital enhancements for change detection in urban environments ». *Remote sensing of environment* 13 (2): 149-60.
- Ismael, Hemin Mohammed. 2021. « Urban form study: the sprawling city—review of methods of studying urban sprawl ». *GeoJournal* 86 (4): 1785-96.
- JBILOU, ALI, et SABAH BOUSFIHA. 2024a. « Le choix le plus souhaitable d'emplacement des espaces verts urbains à l'aide du processus analytique hiérarchique (AHP) et du Système d'Information Géographique (SIG): Étude de cas de la ville de Khénifra ». *Espace Géographique et Société Marocaine* 1 (84). <https://revues.imist.ma/index.php/EGSM/article/download/47807/25131>.
- . 2024b. « Le choix le plus souhaitable d'emplacement des espaces verts urbains à l'aide du processus analytique hiérarchique (AHP) et du Système d'Information Géographique (SIG): Étude de cas de la ville de Khénifra ». *Espace Géographique et Société Marocaine* 1 (84). <https://revues.imist.ma/index.php/EGSM/article/download/47807/25131>.
- Jehin, Jean-Baptiste. 1998. « La périurbanisation et la rurbanisation à travers la consommation d'espace ». *Bulletin de la Société géographique de Liège* 34:45-52.
- KAROUI, NIEL. 2016. « L'agglomération de Tlemcen: Étalement et recompositions urbaines ». PhD Thesis, Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed.
- Kasbadji, N. M. 2006. « Evaluation du gisement énergétique éolien contribution à la détermination du profil vertical de la vitesse du vent en Algérie ». *doctorat, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen*.
- Kayser, Bernard. 1979. *Espaces périphériques: études et enquêtes dans le Midi de la France et en Catalogne*. FeniXX. <https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=VgsBEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=bernard+keyser,+periurbain+français&ots=aJ-19sP06D&sig=NtaW1bIQhrrs6fWWe7d4M4p2VmY>.
- . 1987. « Le regard des géographes sur l'espace rural: les sociétés rurales ». *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest. Sud-Ouest Européen* 58 (4): 303-14.

- Kebir, Bahia, et Anissa Zeghiche. 2014. « Le renouvellement de la ville algérienne par la démolition-reconstruction du vieux bâti. De la sanction à la recherche de légitimité, Cas de la ville d'Annaba ». *Cybergeog: European Journal of Geography*.
- Kokhan, Svitlana, et Anatoliy Vostokov. 2020. « Using vegetative indices to quantify agricultural crop characteristics ». *Journal of Ecological Engineering* 21 (4).
- Kou, Weili, Changxian Liang, Lili Wei, Alexander J. Hernandez, et Xuejing Yang. 2017. « Phenology-based method for mapping tropical evergreen forests by integrating of MODIS and landsat imagery ». *Forests* 8 (2): 34.
- Koutsou, Straviani, Romain Melot, Jean Christophe Paoli, Mélanie Requier-Desjardins, Orlando Rodrigues, et Gisele Vianey. 2017. « La gouvernance des régimes fonciers ruraux autour de la Méditerranée ». *La revue foncière* 16:39-41.
- Kwong, C.K., et H. Bai. 2003. « Determining the Importance Weights for the Customer Requirements in QFD Using a Fuzzy AHP with an Extent Analysis Approach ». *IIE Transactions* 35 (7): 619-26. <https://doi.org/10.1080/07408170304355>.
- LAHRECHE, Salima. 2014. « Contribution à l'étude morphométrique de l'Agave americana L (Agavacées) dans la région de Tlemcen ». PhD Thesis. <http://dspace1.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/5557/1/mast-lahreche.pdf>.
- Lai, Vincent S., Bo K. Wong, et Waiman Cheung. 2002. « Group decision making in a multiple criteria environment: A case using the AHP in software selection ». *European Journal of Operational Research* 137 (1): 134-44.
- Le Houérou, Henri Noël. 1989. « Classification écoclimatique des zones arides (sl) de l'Afrique du Nord ». *Ecologia mediterranea* 15 (3): 95-144.
- Lécole, Pauline. 2021. « Petites fermes des villes, petites fermes des montagnes et soutiens de la Politique agricole commune ». *Géographie, économie, société* 23 (3): 219-43.
- Lefebvre, Hélène, Marie-Josée Levert, et Khelia Imen. 2011. « Un accompagnement personnalisé d'intégration communautaire en soutien au développement de la résilience: vers un modèle ». *Développement Humain, Handicap et Changement Social/Human Development, Disability, and Social Change* 19 (1): 103-9.
- Léger-Bosch, Christine, et Françoise Alavoine-Mornas. 2013. « Exploitation agricole périurbaine cherche reconnaissance et visibilité foncière ». *Géographie et cultures*, n° 87, 37-55.
- Li, Zhongfei, Xiaobing Li, Dandan Wei, Xu Xu, et Hong Wang. 2010. « An assessment of correlation on MODIS-NDVI and EVI with natural vegetation coverage in Northern Hebei Province, China ». *Procedia Environmental Sciences* 2:964-69.
- Liu, Yan, Claudia M. Eckert, et Christopher Earl. 2020. « A review of fuzzy AHP methods for decision-making with subjective judgements ». *Expert systems with applications* 161:113738.
- Long, Jonathan, Evan Shelhamer, et Trevor Darrell. 2015. « Fully convolutional networks for semantic segmentation ». In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 3431-40. http://openaccess.thecvf.com/content_cvpr_2015/html/Long_Fully_Convolutional_Networks_2015_CVPR_paper.html.

- Maachou, Hadj Mohammed. 2012. « Agriculture et paysage des espaces périurbains algériens ». *Projets de paysage. Revue scientifique sur la conception et l'aménagement de l'espace*, n° 7 (juillet). <https://doi.org/10.4000/paysage.16582>.
- Maachou, Hadj Mohammed, et Tayeb Otmane. 2016a. « L'agriculture périurbaine à Oran (Algérie) : diversification et stratégies d'adaptation ». *Cahiers Agricultures* 25 (2): 25002. <https://doi.org/10.1051/cagri/2016011>.
- . 2016b. « L'agriculture périurbaine à Oran (Algérie): diversification et stratégies d'adaptation ». *Cahiers Agricultures* 25 (2): 25002.
- Maity, Biswajit, Suraj Kumar Mallick, et Somnath Rudra. 2020. « Spatiotemporal dynamics of urban landscape in Asansol municipal corporation, West Bengal, India: a geospatial analysis ». *GeoJournal*, 1-19.
- Mancebo, François. 2014. « Périurbanisation et durabilité : inverser la perspective ». *Cybergeog: European Journal of Geography*, juillet. <https://doi.org/10.4000/cybergeog.26427>.
- Mansour, Djamel, Mohamed El Amine Gacemi, et Ghabi mohamed. 2018. « Evolution des surfaces céréalières dans la plaine de Sidi Bel Abbes Par l'usage de l'imagerie satellitaire ». In *Les rencontres de l'agriculture et de la biologie*.
- Mansour, Djamel, Sid Ahmed Souiah, Mohamed El Amine Gacemi, Nouredine Benaissa, et Bouchra Touil. 2023. « Evolutions and threats to land management in the peri-urban area of the city of Sidi Bel Abbes (Algeria)-an analysis based on spatial cadastral data ». *Geoadria* 28 (2). <https://hrcak.srce.hr/clanak/453413>.
- Mansour, Djamel, Sid Ahmed Souiah, Mohammed El Amin Larabi, et Khadidja Bakhti. 2023a. « Urban Sprawl Characterization and Its Impact on Peri-Urban Agriculture in Sidi Bel Abbes, Algeria, Using Multi-Date Landsat Imagery ». *GeoJournal* 88 (5): 4671-95. <https://doi.org/10.1007/s10708-023-10875-w>.
- . 2023b. « Urban Sprawl Characterization and Its Impact on Peri-Urban Agriculture in Sidi Bel Abbes, Algeria, Using Multi-Date Landsat Imagery ». *GeoJournal* 88 (5): 4671-95. <https://doi.org/10.1007/s10708-023-10875-w>.
- . 2023c. « Urban Sprawl Characterization and Its Impact on Peri-Urban Agriculture in Sidi Bel Abbes, Algeria, Using Multi-Date Landsat Imagery ». *GeoJournal* 88 (5): 4671-95. <https://doi.org/10.1007/s10708-023-10875-w>.
- Mansour, Djamel, Sid-Ahmed Souiah, et Mohammed El Amin Larabi. 2021. « Built-Up Area Extraction Through Deep Learning ». In *2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS*, 6805-8. <https://doi.org/10.1109/IGARSS47720.2021.9554694>.
- Mansour, Djamel, et Bouchra Touil. 2024. « Cereal Crop Monitoring Using Sentinel Time Series Through Google Earth Engine ». In *2024 IEEE Mediterranean and Middle-East Geoscience and Remote Sensing Symposium (M2GARSS)*, 442-46. IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10537411/>.
- Marouf, Nadir. 1999. « Du rural à l'urbain ou la ville incontournable, espace social de la «mâdina» ». *Horizons Maghrébins - Le droit à la mémoire* 37 (1): 120-33. <https://doi.org/10.3406/horma.1999.1747>.
- Medinger, G. 1956. « Hauteurs de pluies en Algérie, moyenne 1913-1953 (recueil statistique) ». *SES, Alger*, 23p.

- Merenne-Schoumaker, Bernadette, et Jean-Baptiste Jehin. 1998. « Urbanisation et consommation d'espace en Belgique. Tendances régionales récentes ». *Acta geographica Lovaniensia*, n° 37. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/70797>.
- Missoumi, Madina Asmaa, Didier Desponds, et Mohamed Hadeid. 2018. « Suivi de l'évolution de la tache urbaine à travers la classification multidates de l'indice de cuirasse. Le cas d'Oran (Algérie) de 1987 à 2016 ». *Photo-Interprétation. European Journal of Applied Remote Sensing* 54 (3-4).
- Mountrakis, Giorgos, Jungho Im, et Caesar Ogole. 2011. « Support vector machines in remote sensing: A review ». *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 66 (3): 247-59.
- Müller, Hannes, Philippe Rufin, Patrick Griffiths, Auberto José Barros Siqueira, et Patrick Hostert. 2015. « Mining dense Landsat time series for separating cropland and pasture in a heterogeneous Brazilian savanna landscape ». *Remote Sensing of Environment* 156:490-99.
- Nemouchi, Hayette. 2008. « Le foncier dans la ville algérienne ». *L'Information géographique* 72 (4): 88-100. <https://doi.org/10.3917/lig.724.0088>.
- . 2023. « Peri-Urban Pressures: The Interplay of Land Strategies and Urbanization in Algeria's Oran Metropolis ». *Journal of Contemporary Urban Affairs* 7 (2): 1-19. <https://doi.org/10.25034/ijcua.2023.v7n2-1>.
- Nemouchi, Hayette, et Anissa Zeghiche. 2021a. « Oran : des terres agricoles sacrifiées pour un urbanisme sauvage ». *Belgeo. Revue belge de géographie*, n° 1 (janvier). <https://doi.org/10.4000/belgeo.46093>.
- . 2021b. « Oran: des terres agricoles sacrifiées pour un urbanisme sauvage ». *Belgeo. Revue belge de géographie*, n° 1.
- ONS. 2012. « ONS : Annuaire statistique de l'Algérie, Démographie (Résultats 2012 - 2014) N°32, Office National des Statistiques ». 2014 2012. <https://www.ons.dz/spip.php?rubrique356>.
- Otmani, Housseyn, Rabah Belkessa, Walid Rabehi, Mokhtar Guerfi, et Walid Boukhediche. 2019. « DÉGRADATION DES DUNES CÔTIÈRES ALGÉROISES ENTRE PRESSION DE L'URBANISATION ET CONSÉQUENCES SUR L'ÉVOLUTION DE LA LIGNE DE RIVAGE. » *GeoEcoMarina*, n° 25.
- . 2020. « Dégradation Des Dunes Côtières Algéroises Entre Pression de l'urbanisation et Consequences Sur l'evolution de La Ligne de Rivage ». *Geo-Eco-Marina* 25 (janvier):131-45. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3609777>.
- Parnell, Gregory S., et Steven N. Tani. 2013. « Foundations of decision analysis ». *Handbook of decision analysis* 3:46.
- Pérez, Joaquin. 1995. « Some Comments on Saaty's AHP ». *Management Science* 41 (6): 1091-95. <https://doi.org/10.1287/mnsc.41.6.1091>.
- Poulot, Monique. 2008. « Les territoires périurbains:«fin de partie» pour la géographie rurale ou nouvelles perspectives? » *Géocarrefour* 83 (4). <https://journals.openedition.org/geocarrefour/7045>.
- . 2011. « Des arrangements autour de l'agriculture en périurbain: du lotissement agricole au projet de territoire: Exemples franciliens ». *VertigO* 11 (2).

<https://www.erudit.org/en/journals/vertigo/2011-v11-n2-vertigo0119/1009356ar/abstract/>.

- . 2014a. « Agriculture et acteurs agricoles dans les mailles des territoires de gouvernance urbaine: nouvelle agriculture, nouveaux métiers? » *Espaces et sociétés* 158 (3): 13-30.
- . 2014b. « Agriculture et ville: des relations spatiales et fonctionnelles en réaménagement: Une approche diachronique ». *Pour*, n° 4, 51-66.
- . 2014c. « L'invention de l'agri-urbain en Île-de-France. Quand la ville se repense aussi autour de l'agriculture ». *Géocarrefour* 89 (89/1-2): 11-19.
- Poulot, Monique, Claire Aragau, et Lionel Rougé. 2016. « Les espaces ouverts dans le périurbain ouest francilien: entre appropriations habitantes et constructions territoriales ». *Géographie, économie, société* 18 (1): 89-112.
- Poulot, Monique, et Thérèse Rouyres. 2007. « Refaire campagne en Île-de-France ». *Norois* 202:61-71.
- Pouyanne, Guillaume. 2006. « Etalement urbain et ségrégation socio-spatiale une revue de la littérature ». *Cahier n*, 07.
- Prenant, André. 1956. « Questions de structure urbaine dans trois faubourgs de Sidi-Bel-Abbès ». <https://doi.org/10.3406/bagf.1956.8019>.
- Prost, Brigitte. 2001. « Quel périurbain aujourd'hui ? / Periurbanisation today ». https://www.persee.fr/doc/geoca_1627-4873_2001_num_76_4_2570.
- Qian, Yuguo, Weiqi Zhou, Christopher J. Nytch, Lijian Han, et Zhiqiang Li. 2020. « A new index to differentiate tree and grass based on high resolution image and object-based methods ». *Urban Forestry & Urban Greening* 53:126661.
- Rabehi, Walid. 2018. « Détermination spatio-temporelle de l'expansion urbaine sur la baie d'Alger et impact environnemental sur la bande côtière. » PhD Thesis, Ecole nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du
- Rabehi, Walid, Mokhtar Guerfi, et MAHI Habib. 2020a. « La baie d'Alger, un espace côtier prisé, entre pressions d'urbanisation et gouvernance territoriale ». *Geo-Eco-Marina* 25:113-30.
- . 2020b. « La baie d'Alger, un espace côtier prisé, entre pressions d'urbanisation et gouvernance territoriale ». *Geo-Eco-Marina* 25:113-30.
- Rabehi, Walid, Mokhtar Guerfi, et Habib Mahi. 2019. « Analyse de l'évolution du paysage algérois via les imageries satellitaires et des techniques des métriques du paysage ».
- Rebaï, Nasser, Johan Desbonnet, et Hédi Rebei. 2023. « Mutations récentes, dynamiques actuelles et perspectives de transition des territoires ruraux périurbains en Tunisie. Une analyse depuis Mahrès dans la périphérie de Sfax ». *EchoGéo*. <https://journals.openedition.org/echogeo/26122>.
- Rebouha, Fafa, et Pascal Pochet. 2009. « Mobilité et accès à la ville pour le travail des populations pauvres du périurbain d'Oran ». *Cahiers de la Méditerranée*, n° 78, 335-53.
- Rizvi, R. H., R. S. Yadav, Ramesh Singh, Keshav Datt, I. A. Khan, et S. K. Dhyani. 2009. « Spectral analysis of remote sensing image for assessment of agroforestry areas in Yamunanagar district of Haryana ». In *National Symposium on "Advances in Geo-*

spatial Technologies with Special Emphasis on Sustainable Rainfed Agriculture”, RRSSC, Nagpur, 7.

- Ronneberger, Olaf, Philipp Fischer, et Thomas Brox. 2015. « U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation ». In *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015*, édité par Nassir Navab, Joachim Hornegger, William M. Wells, et Alejandro F. Frangi, 9351:234-41. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24574-4_28.
- Roula, Fouad. 2022. « Vers une nouvelle politique d'aménagement des éco quartiers-faire la ville autrement ». PhD Thesis, UB1. <http://dspace.univ-batna.dz/handle/123456789/1597>.
- Saaty, Thomas L. 2001. « Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process ». In *The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making*, édité par Daniel L. Schmoldt, Jyrki Kangas, Guillermo A. Mendoza, et Mauno Pesonen, 3:15-35. Managing Forest Ecosystems. Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-015-9799-9_2.
- SAATY, Thomas L. 2002. « Decision making with the analytic hierarchy process ». <https://www.sid.ir/paper/289435/fa>.
- Saaty, Thomas L., et Luis G. Vargas. 1980. « Hierarchical Analysis of Behavior in Competition: Prediction in Chess ». *Behavioral Science* 25 (3): 180-91. <https://doi.org/10.1002/bs.3830250303>.
- Safia, ARDJOUR, BENYAHIA Mohamed, BENSABLA TALET Lotfi, MEHTOUGUI Farouk, et MEHTOUGUI Mohamed Samir. 2015. « Contribution to the Characterization of Peri-urban Natural Areas of Sidi Bel Abbes Town (Northwestern Algeria) ».
- Safia, Ardjour, et Encadreur: BENYAHIA Mohamed. s. d. « USAGE ET APPORT DES SIG DANS L'IDENTIFICATION, LA CARTOGRAPHIE, LA DYNAMIQUE ET LES POLITIQUES DE GESTION, DE PROTECTION ET DE MISE EN VALEUR DES ESPACES PERIURBAINS DE LA COMMUNE DE SIDI BEL ABBES (ALGERIE NORD-OUEST) ». Consulté le 2 septembre 2024. <https://dspace.univ-sba.dz/items/0ac36733-e826-4eca-8733-251cae84ae7b>.
- Sanz Sanz, Esther, Claude Napoléone, Bernard Hubert, Rafael Mata, et Sébastien Giorgis. 2017. « Repenser la planification urbaine à partir des espaces agricoles: Une méthodologie opérationnelle à l'échelle intercommunale ». *Économie Régionale et Urbaine*, n° 3, 511-36.
- Schmitt, Michael, Lloyd Hughes, Chunping Qiu, et Xiao Xiang Zhu. 2019. « Aggregating cloud-free Sentinel-2 images with Google earth engine ». *PIA19: Photogrammetric Image Analysis*, 145-52.
- Sebenius, James K. 2017. « Howard Raiffa: The Art, Science, and Humanity of a Legendary Negotiation Analyst ». *Negotiation Journal* 33 (4): 283-307.
- Seddiki, Mohamed Akram, Sid Ahmed Souiah, Nabil Mega, Fatima Zohra Belhouari, et Abdel Halim Guerrouj. 2021. « Réflexion sur la conception d'un système d'informations foncières à partir des données Multi-sources ». *Bulletin des sciences géographiques de l'INCT* 25 (1): 30-53.

- Seltzer, Paul, A. Lasserre, A. Grandjean, R. Auberty, et A. Fourey. 1946. *Le climat de l'Algérie*. Impr. "La Typo-litho" et J. Carbonel.
- Semroud, Bouziane. 1990a. « Regards de la Géographie Humaine Occidentale sur la société algérienne au cours de la période coloniale ». *Hesperis Tamuda* 28 (1): 123-62.
- . 1990b. « Regards de la géographie humaine occidentale sur la société algérienne au cours de la période coloniale ». *Hesperis Tamuda* 28 (1): 123-62.
- . 2001. *Introduction à la géographie des grandes villes*. Ed. du Temps.
- . 2009. « Appropriations et usages des espaces urbains en Algérie du Nord ». *Cahiers de géographie du Québec* 53 (148): 101-18.
- Semroud, Bouziane, et Abdelhamid Ladhemi. 2015a. « L'agriculture périurbaine face aux vulnérabilités foncières en Algérie ». *Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement. Territory in movement Journal of geography and planning*, n° 25-26 (mars). <https://doi.org/10.4000/tem.2845>.
- . 2015b. « L'agriculture périurbaine face aux vulnérabilités foncières en Algérie ». *Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement. Territory in movement Journal of geography and planning*, n° 25-26.
- . 2015c. « L'agriculture périurbaine face aux vulnérabilités foncières en Algérie ». *Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement. Territory in movement Journal of geography and planning*, n° 25-26.
- Semroud, Nora. 2015. « Les marges urbaines: un analyseur privilégié de l'urbanisme d'Alger? » *Les Cahiers d'EMAM. Études sur le Monde Arabe et la Méditerranée*, n° 27.
- Serrano, José, et Corinne Larrue. 2010. « Le développement durable dans les espaces périphériques urbains: analyse à partir du cas de l'agglomération tourangelle ». PIE Peter Lang. [https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=W8k3y8gD1dcC&oi=fnd&pg=PA109&dq=C.Larrue+\(2010\)+&ots=zRVKO90wJ0&sig=C-gC5SMKYK2S_qbGzB78MxugWH4](https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=W8k3y8gD1dcC&oi=fnd&pg=PA109&dq=C.Larrue+(2010)+&ots=zRVKO90wJ0&sig=C-gC5SMKYK2S_qbGzB78MxugWH4).
- Shah, Attaullah, Karamat Ali, et S. M. Nizami. 2022. « Spatio-temporal analysis of urban sprawl in Islamabad, Pakistan during 1979–2019, using remote sensing ». *GeoJournal* 87 (4): 2935-48.
- Souiah, Sid Ahmed. 1998a. « Les conflits autour du foncier péri-urbain. Les propriétaires-lotisseurs de Belkhadem (Mécheria, Algérie) ». https://www.persee.fr/doc/efr_0223-5099_1998_ant_246_1_5884?q=%22rfc&%2332;5842%22.
- . 1998b. « Les conflits autour du foncier péri-urbain. Les propriétaires-lotisseurs de Belkhadem (Mécheria, Algérie) ». *Publications de l'École Française de Rome* 246 (1): 331-41.
- . 1998c. « Les conflits autour du foncier péri-urbain. Les propriétaires-lotisseurs de Belkhadem (Mécheria, Algérie) ». *Publications de l'École Française de Rome* 246 (1): 331-41.
- . 2002. « Habitat Populaire Dans Les Villes Algériennes Et Activités Informelles ». *Revue d'Economie et de Management* 1 (1): 174-83.
- . 2012. « Algérie: itinéraire de 50 ans d'indépendance ». *Confluences Méditerranée*, n° 2, 9-26.

- Souiah, Sid-Ahmed. 1996. « Les Douars péri-urbains de l'Ouest algérien: l'habitat populaire non réglementé des périphéries urbaines ». PhD Thesis, Pau. <https://theses.fr/1996PAUU1011>.
- Sourisseau, B. 1973a. « Etude géologique du bassin versant hydrogéologique de la plaine de Sidi Bel Abbès ». *Service hydrogéologie, Direction de l'hydraulique de la wilaya d'Oran*.
- . 1973b. « Étude hydrogéologique de la nappe de Sidi Bel Abbès ». *Rapport de la direction des études de milieu et de la recherche hydraulique* 30.
- . 1973c. « Étude hydrogéologique de la nappe de Sidi Bel Abbès, Rapport de la Direction des études de milieu et de la Recherche hydraulique ». Algeria.
- « Statistiques Agricoles 2019 Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural ». s. d. Consulté le 31 mars 2023. <https://madr.gov.dz/wp-content/uploads/2022/04/SERIE-B-2019.pdf>.
- Sun, Genyun, Xiaolin Chen, Xiuping Jia, Yanjuan Yao, et Zhenjie Wang. 2015. « Combinational build-up index (CBI) for effective impervious surface mapping in urban areas ». *IEEE Journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing* 9 (5): 2081-92.
- Thanh Noi, Phan, et Martin Kappas. 2017. « Comparison of random forest, k-nearest neighbor, and support vector machine classifiers for land cover classification using Sentinel-2 imagery ». *Sensors* 18 (1): 18.
- THINTHOIN, R. 1948. « Les aspects physiques de l'Oranie ». *Essaie de morphologie du pays semi-aride de Fougue ed Oran*, 618p.
- Toublanc, Monique, et Monique Poulot. 2017. « Les territoires agriurbains en Île-de-France: entre paysage ordinaire, paysage agricole et paysage alimentaire? » *Projets de paysage. Revue scientifique sur la conception et l'aménagement de l'espace*, n° 17. <https://journals.openedition.org/paysage/4782>.
- TRACHE, Sidi Mohamed. 2017. « Complexité des mobilités pendulaires face à l'étalement urbain d'Oran ». *Cahiers Géographiques de l'Ouest*, n° 12-13, 173-93.
- Tshimanga, Raphael M., Guy D. Moukandi N'kaya, et Douglas Alsdorf. 2022. *Hydrologie, climat et biogéochimie du bassin du Congo: une base pour l'avenir*. John Wiley & Sons.
- Turker, Mustafa, et Asli Ozdarici. 2011. « Field-based crop classification using SPOT4, SPOT5, IKONOS and QuickBird imagery for agricultural areas: a comparison study ». *International Journal of Remote Sensing* 32 (24): 9735-68.
- Vanier, Martin. 2005a. « La relation "ville/campagne" excédée par la périurbanisation ». *Les Cahiers français: documents d'actualité*, n° 328, 13-17.
- . 2005b. « Rural/urbain: qu'est-ce qu'on sait pas? » *Rural-Urbain: nouveaux liens, nouvelles frontières.*, 25-32.
- Vos, Kilian, Mitchell D. Harley, Kristen D. Splinter, Joshua A. Simmons, et Ian L. Turner. 2019. « Sub-annual to multi-decadal shoreline variability from publicly available satellite imagery ». *Coastal Engineering* 150 (août):160-74. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2019.04.004>.
- Xu, Hanqiu, Shaolin Huang, et Tiejun Zhang. 2013. « Built-up land mapping capabilities of the ASTER and Landsat ETM+ sensors in coastal areas of southeastern China ». *Advances in Space Research* 52 (8): 1437-49.

- Xue, Jinru, et Baofeng Su. 2017. « Significant remote sensing vegetation indices: A review of developments and applications ». *Journal of sensors* 2017.
- Yamani, Lakhdar, et Sidi Mohammed Trache. 2020a. « Contournement des instruments d'urbanisme dans l'urbanisation de l'agglomération mostaganémoise (Algérie) ». *Cybergeo: European Journal of Geography*, mai. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.34731>.
- . 2020b. « Contournement des instruments d'urbanisme dans l'urbanisation de l'agglomération mostaganémoise (Algérie) ». *Cybergeo: European Journal of Geography*.
- Yoon, Byungun, Changyong Lee, et Jinhwan Hwang. 2011. « A Framework for Impact Analysis of the International Transfer of Marine Technology in a Climate Change Era: An Input-Output Analysis and Analytic Hierarchy Process Approach ». *Asian Journal of Technology Innovation* 19 (1): 1-19. <https://doi.org/10.1080/19761597.2011.578418>.

