



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU
DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT EN SCIENCES DE LA MER**

OPTION : AMENAGEMENT DU LITTORAL

Thème :

**Apport de la télédétection et des SIG pour surveiller la
trajectoire urbaine des communes côtières de la Baie
d'Alger**

Présenté par :

- ❖ **BOUCHENAFI Mohamed Amine**
- ❖ **GUEMDANI Mohamed Wassim**

Soutenu le 10/07/16 devant le jury suivant :

M. OTMANI H.	Maitre-assistant B	(ENSSMAL)	Président
M. GUERFI M.	Professeur	(ENSSMAL)	Promoteur
M. RABEHI W.	Doctorant	(ENSSMAL)	Co- Promoteur
M. LARID M.	Maître de conférences A	(ENSSMAL)	Examineur
M. MEZOUAR K.	Maître de conférences A	(ENSSMAL)	Examineur

Promotion : 2016

DÉDICACES

J'éprouve l'immense plaisir de dédier ce modeste mémoire :

A mon cher papa... depuis ma naissance, tu m'as guidé avec patience, tu m'as aimé malgré mes défauts. Merci papa d'avoir toujours été là pour me protéger. Tu m'as inculqué le respect d'autrui et les vraies valeurs de la vie. Personne ne pourra te remplacer. Merci d'être mon père, je t'aime papa.

A ma chère maman... de ton amour et de ce que tu as fait pour moi, les mots peuvent à peine exprimer ce que tu es pour moi mais surtout, ce que tu as fait pour moi au cours de ces années. Merci pour ce que tu es, la plus merveilleuses des mamans, merci pour ton amour, ton affection et tout ce que tu as su me donner. Je t'aimerais toujours maman.

A mes chères sœurs Ahlem et Nayla pour leur affection et leur patience tout le long de ce travail.

A tous mes ami(e)s : Amine mon binôme et mon frère, Sofiane, Mehdi mon ami d'enfance, Khaled, Amine, Abdou, Ahmed, Mehdi, Nadir, Elhadi, Wafa, Siham, Safaa et à tous ceux qui m'ont soutenu et aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

A mes ami(e)s de l'école nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral, en particulier mes camarades de la promo aménagement du littoral 2015/2016.

Wassim

À MES CHERS PARENTS

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.

Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

A MES CHERS ET ADORABLE FRÈRES ET SŒUR

Rafik, Sami, Walid, Sihem et Ilyes, que j'aime profondément.

Amine

REMERCIEMENTS

Avant tous, nous remercions Dieu tout puissant car c'est par sa volonté que nous avons pu aboutir à ce travail.

Un grand merci à M. GUERFI Mokhtar, professeur à l'ENSSMAL pour son encadrement et son suivi. Il nous a apporté avec son extrême gentillesse de nombreux conseils, pour mener ce travail jusqu'au bout.

Nos remerciements s'adressent au président et aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de juger notre travail.

Nous exprimons notre gratitude et nos sincères remerciements à notre co-promoteur M. RABEHI Walid, lequel n'a épargné aucun effort pour nous aider dans notre travail et nous soutenir durant toute la période consacré à la préparation de ce mémoire.

Nos vifs remerciements vont aux directeurs généraux qui ont accepté de nous accueillir au sein de leurs organismes et de mettre à notre disposition les moyens nécessaires, en l'occurrence l'INCT, l'ASAL, le SHFN et le CTS.

Nous remercions également M. BENHAMOUDA Fethi de l'ASAL et M. MAHI du CTS pour leurs contributions et qui nous ont marqué par leurs présences, leurs soutiens, et leurs encouragements.

Merci à Mme SALAH, pour son accueil, et pour son soutien au sein du CAS/ASAL.

Nos remerciements vont à M^{me} GUEMDANI Razika de l'INCT pour sa grande gentillesse et pour son dévouement à nous aider, nous encourager et à nous guider avec ces valeureux conseils, ainsi qu'à M. GUEMDANI Labidi et M. KADDOUR DJEBBAR Abdelghani pour leurs aides et tous les moyens qu'ils ont mis à notre disposition, sans oublier M. ABID Mourad et M. TRIAKI Mourad qui nous ont accompagné lors de notre stage à l'INCT et tout au long de notre travail pour la maîtrise des outils SIG.

Nous remercions notre ancienne enseignante, M^{me} BENZOUAI Siham, cette dame qui a un grand cœur et une précieuse sagesse n'a pas hésité à nous consacrer de son temps, à nous faire bénéficier de sa grande expérience et de son très grand savoir en télédétection.

Nos grands remerciements à M^{elle} KHELIL Nawel pour son soutien, son dévouement et sa contribution dans la réalisation de ce document.

Nous remercions nos enseignants de l'ENSSMAL ainsi que le personnel de la bibliothèque et de l'administration pour leur précieuse aide.

Enfin, nous présentons nos remerciements et notre gratitude, à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce trava

SOMMAIRE

Liste des abréviations.....	I
Liste des figures	II
Liste des Tableau	III
Introduction	11
<u>Chapitre I</u> : Cadre général de l'étude	15
1. Le terme littoral et zone côtière	16
2. Littoral Algérien.....	18
3. Protection juridique du littoral Algérien	19
4. Urbanisation et littoralisation	21
5. Facteurs d'urbanisation.....	23
6. Etat actuel du littoral face à l'urbanisation.....	24
7. Plan d'Alger 2009-2029.....	25
1.1. Les objectifs	26
8. Développement durable	26
9. La Gestion Intégrée de la Zone Côtière GIZC :.....	27
3.1. Objectifs de la GIZC.....	28
3.2. L'Algérie dans le cadre de la Gestion Intégrée des Zones Côtières et du développement durable	29
10. Les Systèmes d'Information Géographique dans la gestion côtière	30
11. Apport de la télédétection aux études côtières	31
<u>Chapitre II</u> : Zone d'étude et contexte territorial	33
1. La baie d'Alger :.....	34
2. Réseaux hydrographique de la baie d'Alger :.....	34
3. Contexte démographique.....	35
4. Evolution de la population de la Wilaya d'Alger :.....	36
5. Évolution des limites administratives de la wilaya d'Alger :.....	37
6. Les mouvements pendulaires des travailleurs dans la région algéroise :	38

Chapitre III : Matériels et méthodes..... 40

1. Type de données utilisées pour l'étude de la croissance urbaine 41

1.1. Imageries satellitaires	41
1.1.1. Image satellitaire à haute résolution LANDSAT	41
1.1.2. Image satellitaire à très haute résolution ALSAT 2A.....	42
1.2. Imageries aériennes.....	42
1.2.1. Orthophotographie	42
1.3. Cartes scannées	43
1.3.1. Carte topographique.....	43
1.4. Carte géologique.....	44
1.5. Modèles numériques de terrain :	45
1.6. Cartes d'occupation du sol	46
1.7. Données statistiques.....	47
1.8. Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU).....	47

2. Méthodologie de travail 48

2.1. Evolution de la population des communes de la Wilaya d'Alger	48
2.1.1. Alimentation des tables attributaires des données démographiques par commune	48
2.1.2. Répartition des densités de peuplement par classes	50
2.2. Evolution de l'occupation du sol des communes de la wilaya d'Alger.....	51
2.2.1. L'analyse diachronique en télédétection.....	51
2.2.2. La différence entre les images multispectrales et panchromatiques.....	52
2.2.3. Traitement d'images satellitaires	52
➤ Réassemblage des différentes bandes de l'image	52
➤ Mise à niveau de la donnée	52
2.2.4. Classification supervisée sur ENVI	53
➤ Echantillonnage.....	53
➤ Réalisation de la classification :.....	54
➤ Validation de la classification.....	55
➤ Extraction des couches multi-dates des couches thématiques	55
2.2.5. Détection du changement	56
2.3. Evolution de l'occupation du sol des communes côtières de la baie d'Alger	56
2.4. Perte des espaces verts et forestiers.....	57
2.4.1. Définition de l'Indice de Végétation Normalisé.....	57
2.4.2. Calcul du NDVI.....	57
2.4.3. Application du masque	58
2.4.4. Extraction des vecteurs.....	59
2.4.5. Exportation des vecteurs sur ArcMap.....	59
2.5. Simulation de l'évolution de la croissance urbaine des communes côtières par le Modèle de régression multinomial.....	60
2.5.1. Paramètres de la croissance urbaine choisis	60
2.5.2. Principe du modèle de la régression logistique multinomiale	60

Chapitre IV : Résultats et discussion	62
1. Analyse statistique et cartographique	63
1.1. Evolution de la population des communes de la Wilaya d'Alger :	63
1.2. Evolution de l'occupation des communes de la baie d'Alger	65
1.3. Evolution du changement d'occupation des communes côtières de la baie d'Alger	67
1.4. Comparaison entre l'accroissement de la population et les changements dans l'occupation du sol.....	71
1.5. Simulation de l'évolution de la croissance urbaine des communes côtières par le Modèle de régression multinomial.....	72
2. L'impact de cette évolution d'occupation du sol.....	73
2.1. Impact sur l'environnement	73
2.1.1. Déchets solides et liquide	73
2.1.2. Les impacts sur les ressources en eau	74
2.1.3. Agression des cordons dunaires	75
2.1.4. Dégradation des plages.....	76
2.2. Impact sur les espaces naturels	77
2.2.1. Vulnérabilité des plages de la baie d'Alger	77
2.2.2. Perte des espaces verts et forestiers :	78
2.2.3. Extension des zones urbanisées au détriment des surfaces infiltrantes.....	81
Conclusion générale	82
Références bibliographiques	86

Liste des abréviations

ANAT :	Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire
ANPEP :	Association Nationale pour la Protection de l'Environnement et la Lutte contre la Pollution
ASTER:	Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflection
AVHRR:	Advanced Very High Resolution Radiometric
BHNS :	Bus à Haut Niveau de Service
BM :	La Banque Mondiale
GGA :	Gouvernement du Grand Alger
GIZC :	Gestion Intégré des Zones Côtières
InSAR:	Interferometric Synthetic Aperture Radar
IVC :	Indice de Vulnérabilité Côtière
LEM :	Laboratoire des Etudes Maritimes
LiDAR:	Light Detection and Ranging
LULC:	Land-use and Land-Cover Change
MATE :	Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement
MNT :	Modèle Numérique de Terrain
NDVI :	Indice de Végétation par Différence Normalisé
NOAA:	National Oceanic and Atmospheric Administration
ONS :	Office National des Statistiques
PAC :	Plan d'Aménagement Côtier
PCD :	Les Plans Communaux de Développement
PDAU :	Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
PIR :	Proche Infra Rouge
RGPH :	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
ROI :	Region Of Interest
SIG :	Système d'Information Géographique
SRTM :	Shuttle Radar Topography Mission
UICN :	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
USGS:	United States of Geological Surve

Liste des figures

Chapitre I :

<i>Figure I. 1: Le système spatial et le territoire, (modifié et adapté à la thématique)</i>	<i>16</i>
<i>Figure I. 2: Le territoire dans le système spatial littoral, (modifié et adapté à la thématique) (Le Berre, 1992).....</i>	<i>17</i>
<i>Figure I. 3: bandes délimitées par la loi 02-02 du 5 février 2002(M. Kacemi, 2013).....</i>	<i>20</i>
<i>Figure I. 4: description du processus de littoralisation et les facteurs qui le génèrent.....</i>	<i>22</i>

Chapitre II :

<i>Figure II. 1: localisation géographique de la zone d'étude</i>	<i>34</i>
<i>Figure II. 2: carte des principaux rejets d'eaux usées dans la baie d'Alger (LEM, 1998)</i>	<i>35</i>
<i>Figure II. 3: évolution de la population totale en Algérie</i>	<i>36</i>

Chapitre III :

<i>Figure III. 1: Zone couverte par les photos aériennes. (INCT, 2014)</i>	<i>43</i>
<i>Figure III. 2: Communes couvertes par les cartes topographiques.....</i>	<i>44</i>
<i>Figure III. 3: Carte géologique qui couvre notre zone d'étude (INCT, 1994).....</i>	<i>45</i>
<i>Figure III. 4: Modèle numérique de terrain ASTER</i>	<i>46</i>
<i>Figure III. 5: Communes couvertes par l'occupation du sol</i>	<i>47</i>
<i>Figure III. 6: Boîte de dialogue pour joindre les champs.....</i>	<i>49</i>
<i>Figure III. 7: ensemble des champs de la table attributaire</i>	<i>50</i>
<i>Figure III. 8: Validation de la table attributaire par outil d'identification</i>	<i>50</i>
<i>Figure III. 91: Classification pour l'image de 1987</i>	<i>54</i>
<i>Figure III. 102: Classification pour l'image de 2015</i>	<i>55</i>
<i>Figure III. 113: Exemple de validation des ROI ; A gauche une image à haute résolution LANDSAT 8 de 2015 et à droite une image à très haute résolution ALSAT 2A de 2014.....</i>	<i>55</i>
<i>Figure III. 124: l'indice NDVI sur l'image 1987</i>	<i>58</i>
<i>Figure III. 135: l'indice NDVI sur l'image 2015</i>	<i>58</i>
<i>Figure III. 146 : Application de masque pour ressortir la végétation des deux images LANDSAT</i>	<i>59</i>
<i>Figure III. 157: Vectorisation des deux masques de végétation</i>	<i>59</i>

Chapitre IV :

<i>Figure IV. 1: Densité de la population des communes de la wilaya d'Alger</i>	<i>63</i>
<i>Figure IV. 2: Carte de répartition de l'urbanisation en 1987</i>	<i>65</i>
<i>Figure IV. 3: Carte de répartition de l'urbanisation en 2015</i>	<i>66</i>
<i>Figure IV. 4: Carte de détection du changement de la tache urbaine</i>	<i>66</i>
<i>Figure IV. 5: Carte de répartition de l'urbanisation des communes côtières de la baie d'Alger en 1987.....</i>	<i>68</i>
<i>Figure IV. 6: Carte de répartition des communes côtières de la baie d'Alger en 2015</i>	<i>68</i>
<i>Figure IV. 7: Carte du changement de la tache urbaine des communes côtières effectuée entre 1987 et 2015</i>	<i>69</i>
<i>Figure IV. 8: Diagramme du taux d'occupation urbaine des communes côtières de la baie d'Alger en 1987</i>	<i>69</i>
<i>Figure IV. 9: Diagramme du taux d'occupation urbaine des communes côtières de la baie d'Alger en 2015</i>	<i>70</i>
<i>Figure IV. 10: Diagramme du taux d'occupation urbaine des communes côtières de la baie d'Alger durant les 30 dernières années.....</i>	<i>70</i>
<i>Figure IV. 11: Carte de probabilité de la simulation urbaine de la baie d'Alger pour 2015 ..</i>	<i>72</i>
<i>Figure IV. 122 : Répartition des dunes le long du littoral de la baie d'Alger.....</i>	<i>75</i>
<i>Figure IV. 133 : Répartition de l'urbain le long du littoral de la baie d'Alger.....</i>	<i>76</i>
<i>Figure IV. 144 : Carte de répartition des plages dans la baie d'Alger</i>	<i>77</i>
<i>Figure IV. 155 : Carte de l'indice de Vulnérabilité Côtière (Rabehi/Guerfi 2016)</i>	<i>78</i>
<i>Figure IV. 166 : Répartition de la couverture végétale le long de la baie d'Alger en 1987 ...</i>	<i>78</i>
<i>Figure IV. 177 : Répartition de la couverture végétale le long de la baie d'Alger en 2015 ...</i>	<i>79</i>
<i>Figure IV. 188 : Taux de consommation de la couverture végétale le long de la baie d'Alger entre 1987 et 2015</i>	<i>79</i>
<i>Figure IV. 190 : Comparaison de la nature de l'occupation du sol (moyenne) dans le bassin versant de l'oued Koriche ; A : Situation en 1986, B : Situation en 2005</i>	<i>81</i>

Liste des Tableau

Tableau I. 1: Distance à la côte versus population (source FAO 1998).....	18
Tableau I. 2: Liste des facteurs qui influencent la croissance et l'expansion urbaine -(W. MENAD, 2008)	24
Tableau III. 1: Caractéristiques des satellites LANDSAT utilisés.....	42
Tableau IV. 1: La croissance démographique de la wilaya d'Alger entre 1966 et 2008 (ONS)	64
Tableau IV. 2: Densités par zones. Habitants / hectare (ONS, 2008).....	65

Introduction

Les zones littorales sont des espaces particulièrement attractifs pour les hommes et propices à leurs activités. Au cœur des grands flux d'hommes, de capitaux et de marchandises, les littoraux ont été de plus en plus aménagés. Le processus de littoralisation (glissement des populations et des activités vers les littoraux) s'est accentué ces dernières décennies avec l'augmentation et la mondialisation des échanges internationaux (**DAVID, 2005**).

Ce sont donc des espaces convoités, mais aussi des espaces fragiles et limités. La concentration et la concurrence des activités humaines ont provoqué des dégradations sur les écosystèmes littoraux. Tout l'enjeu d'un développement durable de ces zones consiste à préserver les espaces naturels remarquables sans freiner le développement des activités humaines.

En Algérie, ce phénomène a commencé avec la colonisation française, où la majorité de la population d'origine européenne était installée dans les villes comme Oran et Alger.

A l'indépendance, ce phénomène s'est accéléré, puisque c'est sur la bande côtière qu'étaient concentrées les activités économiques du pays (un secteur agricole moderne, des activités industrielles, 90% des infrastructures et des équipements du pays y étaient concentrés, etc.). Ce processus de littoralisation s'est renforcé durant la décennie dite noire (1990-2000), période de troubles politiques dans le pays, et qui a vu un déplacement massif des populations rurales vers les villes, en particulier les villes côtières, pour des raisons évidentes de sécurité.

L'ensemble des indicateurs confirme que la croissance des zones urbaines ne montre aucun signe de ralentissement au contraire, elle s'accroît probablement sans relâche dans les prochaines décennies. La croissance urbaine a souvent été considérée comme un signe de croissance économique, mais lorsque celle-ci, est mal planifiée comme c'est le cas dans plusieurs régions, elle provoque des dégradations irréversibles sur l'environnement perturbant ainsi les écosystèmes (**Grimm et al, 2008**).

La surveillance de la croissance urbaine et de la littoralisation est essentielle aussi bien pour ceux qui s'intéressent à la dynamique urbaine que pour ceux en charge de la gestion des ressources de l'environnement. Aussi, une évaluation efficiente de la croissance urbaine et la littoralisation, nécessitent impérativement, l'implication de procédures d'inventaire et de cartographie basées sur le recueil d'informations fiables et l'utilisation d'outils techniques robustes (**Yang, 2003**).

Les motifs urbains sont observés et peuvent être cartographiés à partir d'enquêtes réalisées sur le terrain ou par interprétation de fonds images satellitaires (télédétection). Tandis que les

enquêtes de terrain sont souvent limitées par des contraintes logistiques, la télédétection quant à elle, permet l'observation directe à travers de vastes zones de la surface de la terre offrant ainsi, la possibilité de cartographier des modèles urbains sur de vaste territoire dans des délais et coûts rentables (**Mittelbach et Schneider, 2005**).

En utilisant les archives des données de la télédétection à différentes périodes, on peut obtenir une analyse spatio-temporelle de la croissance urbaine. L'évaluation des attributs statistiques et dynamiques du mode d'occupation du sol permet à l'aide des systèmes d'informations géographiques, de caractériser et d'identifier les sources de chaque type de changement dans l'occupation du sol (**Yang, 2003**).

Ces informations sont utiles pour l'évaluation des indicateurs entre les différentes forces motrices qui peuvent à terme, aider à développer des modèles numériques pour prédire les changements de l'occupation dans le futur.

L'objectif global de notre travail inscrit au titre du projet de fin d'études, est de réaliser le suivi de l'urbanisation massive du littoral algérois (dans le cadre des limites côtières de la baie d'Alger), durant les trente dernières années, et en particulier la part de l'intégration de la télédétection, des SIG et donc de l'analyse spatiale et des modèles spatio-temporels pour la surveillance, l'analyse et la simulation de la croissance urbaine de l'agglomération algéroise. Il s'agit d'un travail d'observation et d'analyse à la fois rétrospective et prospective (la trajectoire de l'expansion urbaine) de l'urbanisation dans la Baie d'Alger, ce qui permettrait de comprendre les tendances futures et les impacts de l'expansion urbaine sur le littoral algérois.

Le présent mémoire a été réalisé grâce à la contribution de diverses institutions lesquelles, ont mis à notre disposition les informations et autres documents techniques jugés indispensables pour l'étude menées au titre de ce projet. Il convient de citer la contribution de : l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral (ENSSMAL), le Centre des Applications Spatiales (CAS) de l'Agence Spatiale Algérienne (ASAL), le Centre des Techniques Spatial d'Arzew (CTS), l'Institut National de la Cartographie et de la Télédétection (INCT) et le Service Hydrographique des Forces Navales (SHFN).

Pour les besoins de l'étude, notre travail a été structuré en quatre chapitres :

- le premier chapitre, a abordé les concepts et les fondements de l'urbanisation et de la littoralisation. La présentation de la définition du littoral selon notre thématique accompagnée d'un aperçu des notions et des fondements des deux piliers sur lesquels

s'appuie notre travail ont été également inclus dans ce chapitre notamment, les Systèmes d'Informations Géographique (SIG) et la Télédétection.

- le second chapitre a concerné une présentation de la zone d'étude en l'occurrence la baie d'Alger ; il a été évoqué à ce sujet, les descriptions générales de la baie ainsi que ses caractéristiques socio-économiques.
- le troisième chapitre quant à lui, a reproduit une présentation de la méthodologie adoptée pour l'étude particulièrement, la mise en évidence de l'utilité des données satellitaires et des SIG pour le suivi et la surveillance de la croissance urbaine à travers le temps (analyse rétrospective).
- Enfin, le dernier chapitre, a été consacré à l'affichage et l'analyse des résultats obtenus notamment, les impacts de la littoralisation observés et/ou relevés sur l'environnement et les espaces naturels.

Chapitre I : Cadre général de l'étude

1. Le terme littoral et zone côtière

Un territoire se définit comme : « La portion de l'espace terrestre, appropriée par un groupe social pour assurer sa reproduction et la satisfaction de ses besoins vitaux » (Le Berre, 1992, p.622). Cette définition établit ainsi une relation privilégiée entre le territoire et la société : « Deux mots, une entité : une société et son territoire », qu'elle place dans une perspective systémique : « Comprendre un territoire signifie d'abord mettre en évidence les interactions entre un groupe social et son territoire », ces dernières déterminant la dynamique du système spatial qui intègre une troisième composante : la nature. (Figure I.1)

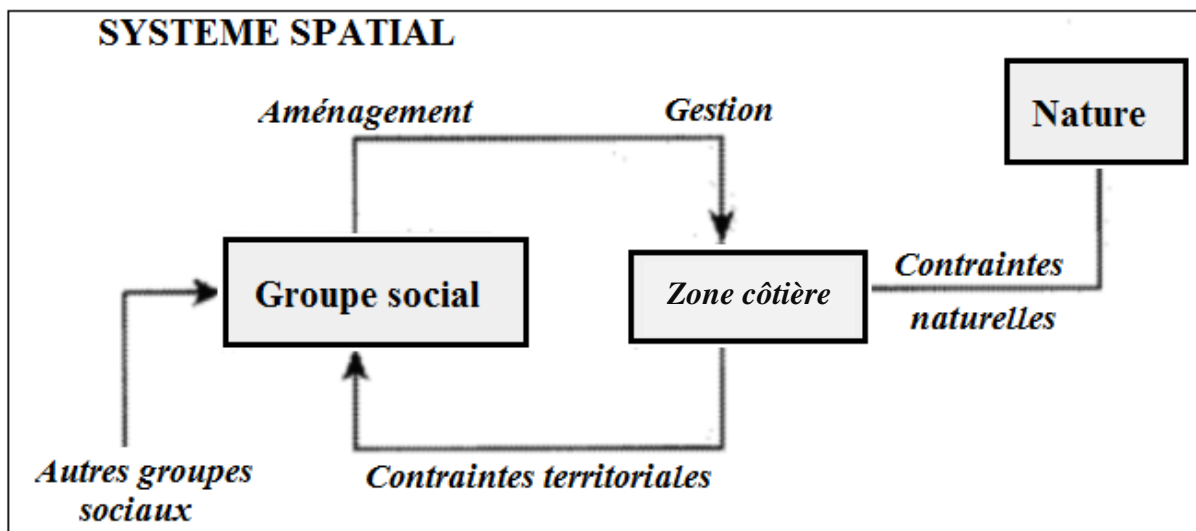


Figure I. 1: Le système spatial et le territoire, (modifié et adapté à la thématique)

(Le Berre, 1992)

En reprenant cette conception, on assimilera le littoral au système spatial dans lequel s'inscrit le territoire, mais on ajoutera la culture au trinôme « société-territoire-nature ». (Le Berre, 1992).

Le littoral est composé donc d'un système spatial formé de quatre éléments et l'étude des relations entre le territoire et le littoral sera conçue comme l'étude des interrelations entre le territoire et les trois autres composantes du système littoral : la société, la culture et la nature. (Figure I.2)

La question de la délimitation spatiale du littoral tant vers la terre que vers la mer, soulèvent des enjeux sociaux, économiques, écologiques et politiques majeurs, notamment en méditerranée.

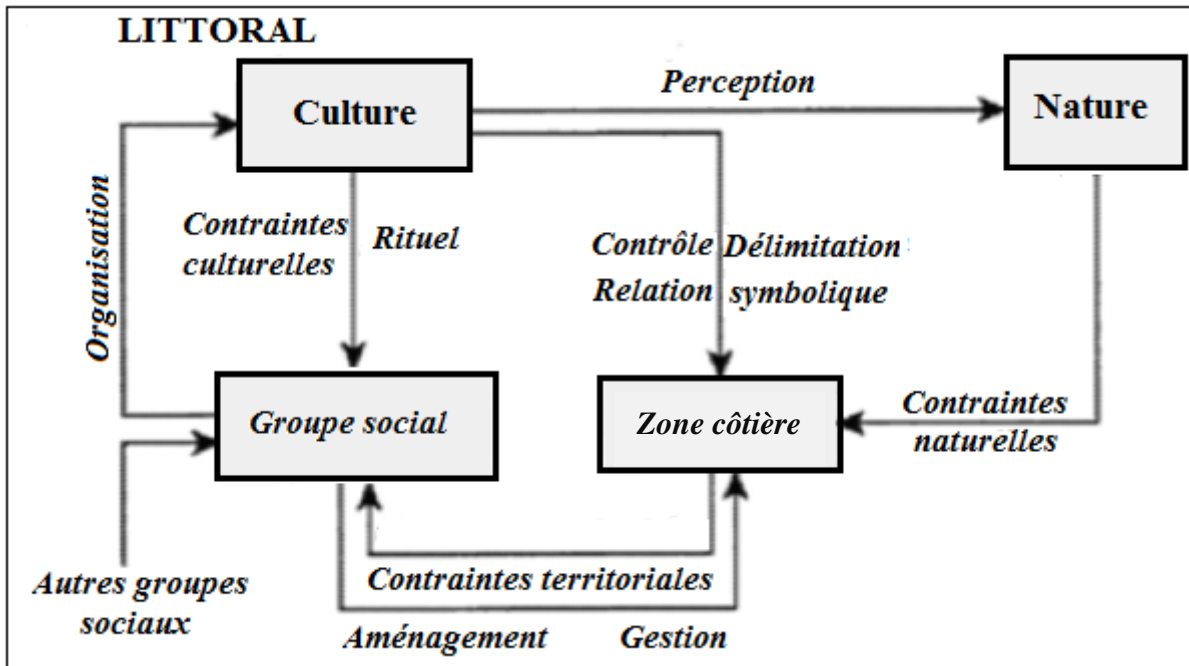


Figure I. 2: Le territoire dans le système spatial littoral, (modifié et adapté à la thématique) (Le Berre, 1992)

Le littoral n'est pas un objet de recherche qui s'impose à l'observateur, mais est un construit social, qui, d'après **B. KALAORA 1998** : « se prête mal aux catégories traditionnelles de représentation du territoire ». Pour comprendre l'évolution de ces territoires, il faut donc non seulement s'intéresser au littoral dans sa matérialité mais aussi à la façon dont il est perçu, aux images et représentations qu'il génère, qui renvoient à notre expérience individuelle et à l'histoire des représentations collectives.

Différentes instances internationales se sont accordées sur des définitions du littoral. Dans le cadre de la convention de Barcelone sur la GIZC en méditerranée signée en 2008 par 14 Etats et l'union européenne, définit la zone côtière comme : « espace géomorphologique de part et d'autre du rivage de la mer où se manifeste l'interaction entre la partie marine et la partie terrestre à travers des systèmes écologiques et systémiques de ressources complexes comprenant des composantes biotiques coexistant et interagissant avec les communautés humaines et les activités socio-économiques pertinentes » .

Étudier les enjeux de définition et de délimitation du littoral et l'arrière-pays est ainsi un point d'entrée pour comprendre les modes de développement choisis et l'aménagement des littoraux. Certes les découpages officiels varient selon les pays, et ils peuvent même être trompeurs dans une perspective comparative internationale. Mais, étudier la construction de ces délimitations et retracer l'histoire des représentations sociales de ces délimitations permet d'éclairer les

enjeux de pouvoir et de développement et invite à s'interroger sur les jeux d'échelles et la cohérence des politiques publiques d'aménagement du littoral.

2. Littoral Algérien

La zone côtière est d'un intérêt crucial pour les pays méditerranéens (attrait économique-social), tant du point de vue de la longueur de son linéaire, que de la pression humaine qui s'y exerce. A l'échelle planétaire, en assimilant la zone côtière à une bande englobant les espaces situés 200 mètres au-dessus et au-dessous du niveau moyen des mers, elle concerne :

- 18% de la surface terrestre ;
- Le quart de la production primaire globale, dont 90% des ressources halieutiques qui attirent les hommes et qui conduit à une diversification des activités économiques ;
- Plus de 80% du commerce international ;
- Plus de 50% de la population mondiale et les deux tiers des métropoles de plus de 1,6 millions d'habitants. Plus spécifiquement, le critère de distance au trait de côte montre l'extrême densité des populations dans cet espace.

Distance à la cote (Km)	Population (Million)	Population cumulée (Millions)	Pourcentage cumulée
<30	1147	1147	20,6
>30 à 60	480	1627	29,2
>60 à 90	327	1954	35,0
>90 à 120	251	2205	39,5
>120	3362	5567	100,0

Tableau I. 1: Distance à la côte versus population (source FAO 1998)

L'Algérie n'échappe pas à ce phénomène général de littoralisation, qui constitue un des faits marquants de ces dernières décennies, pour ce qui concerne la répartition de la population du globe.

Le vaste littoral algérien s'étend d'Oued Kiss de la commune Marsa Ben Mhidi (wilaya de Tlemcen) à la frontière Algéro-Marocaine jusqu'à Oued Souani Es Sebaa de la commune Souarekh (wilaya d'El Taref) à la frontière Algero-Tunisienne. Il s'étend sur le linéaire côtier de **1 622,48 km** et un linéaire terrestre de **2 198,44 km**. Sa superficie terrestre est de **3 929,41**

km² et sa partie marine fait **27 998 km²**, d'où une superficie totale de **31 927,41 km²**. (MATE, 2014)

Son écosystème littoral est, de manière générale, une entité physiquement limitée d'un point de vue spatial, écologiquement fragile d'un point de vue biodiversité et de plus en plus convoité, voire même agressée par des utilisateurs souvent concurrents et dont les intérêts sont divergents et contradictoires.

Comme exemple : les activités industrielles et économiques :

En effet, le littoral Algérien est caractérisé par une forte concentration des activités industrielles. Ainsi, pas moins de 5 242 unités industrielles y sont implantées soit 51% du parc national, dont 60 unités industrielles à risque majeurs (MATE, 2014).

De plus, même l'activité pétrolière en Algérie (principale source de revenus budgétaires du pays), s'est appropriée plusieurs sites littoraux tels que : Arzew à l'Ouest et Skikda à l'Est, et s'est développée au détriment des autres usages liés à la mer. Elle peut, en outre :

- comporter des risques réels pour les agglomérations limitrophes et le milieu marin ;
- générer de grandes quantités de déchets, d'émissions de gaz toxiques et d'eaux usées polluées.

3. Protection juridique du littoral Algérien

En Algérie, tout espace en contact direct avec la mer est réglementé, et cela par trois lois : la loi (02-02) du 5 février 2002, la loi d'urbanisme et d'aménagement du territoire (90-29) du 1^{er} décembre 1990 et la loi domaniale (91-454) du 23 février 1991.

- La loi 90-29 du 1^{er} décembre 1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme, est le premier texte ayant défini l'espace littoral dans les « *dispositions particulières applicables à certaines parties du territoire* ». De plus, « *toute construction sur une bande de terre de 100 mètres de largeur à partir du rivage est frappée de servitude de non-aedificandi, toutefois sont autorisées sur cette bande les constructions nécessitant la proximité immédiate de l'eau* ». Les réticences citées par ces instruments juridiques devraient normalement assurer une occupation équilibrée et maîtrisée du rivage (**art. 45 de la loi 90-29**).

Les dispositions de cette loi n'ont pas empêché l'urbanisation de s'étendre dans les zones proches du rivage. Ces espaces connaissent également une dégradation

importante due à l'extraction non autorisée du sable et à la fréquentation anarchique des plages.

- La loi 02-02 du 5 février 2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral stipule, dans son premier article « *la présente loi a pour objectif de fixer les dispositions particulières relatives à la protection et à la valorisation du littoral* ».

Cette loi délimite trois bandes dans le littoral telles que définies à l'article (07), dans lesquelles sont édictées des restrictions relatives à l'urbanisation (figure I.3).

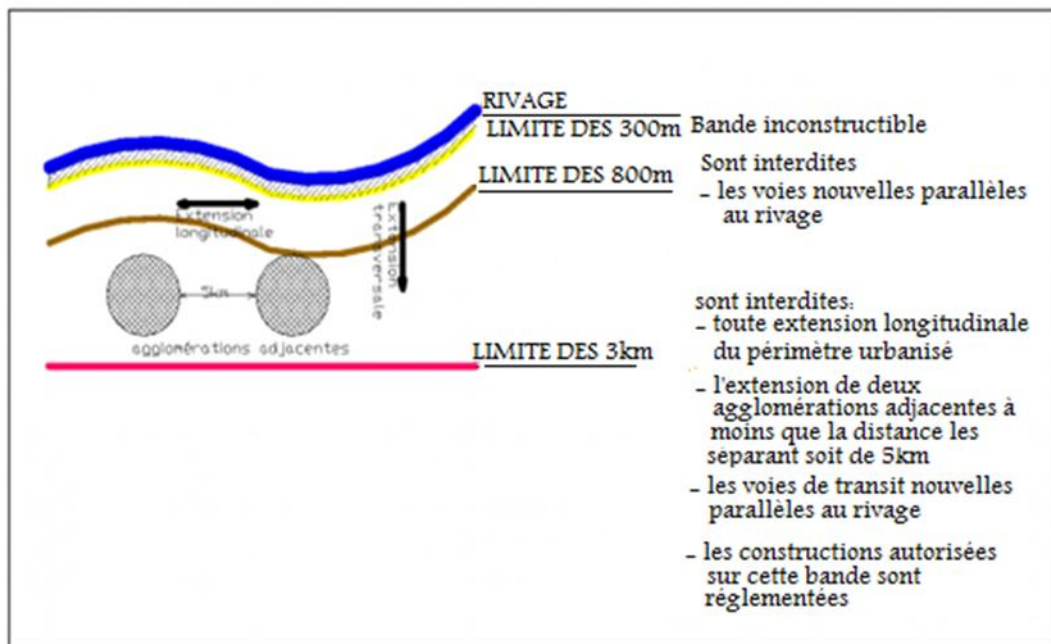


Figure I. 3: bandes délimitées par la loi 02-02 du 5 février 2002(M. Kacemi, 2013)

Bande 1 : Il s'agit de la bande inconstructible dont la largeur peut atteindre 300 mètres à partir du rivage pour des motifs liés au caractère sensible du milieu côtier. Cette bande inclut le rivage naturel dans lequel sont interdits la circulation et le stationnement des véhicules (sauf les véhicules de service, de sécurité, de secours, d'entretien ou de nettoyage des plages).

Bande 2 : bande d'une largeur de 800 mètres, où sont interdites les voies carrossables nouvelles, parallèles au rivage (alinéa 1 de l'article 16). Toutefois, en raison de contraintes topographiques de configuration des lieux ou de besoins des activités exigeant la proximité immédiate de la mer, il peut être fait exception à cette disposition.

Bande 3 : Dont la largeur est de trois kilomètres. Dans cette bande est interdit :

- toute extension longitudinale du périmètre urbanisé ;

- l'extension de deux agglomérations adjacentes situées sur le littoral, à moins que la distance les séparant soit de cinq (5) kilomètres au moins ;
- les voies de transit nouvelles, parallèles au rivage.

La promulgation de la loi relative à la protection et à la valorisation du littoral, constitue indéniablement un progrès certain dans la mise en place des conditions nécessaires au développement durable de cette zone stratégique du territoire national (**KACEMI, 2013**).

4. Urbanisation et littoralisation

L'urbanisation est l'action d'urbaniser, c'est-à-dire de favoriser, de promouvoir le développement des villes par la transformation de l'espace rural en espace urbain.

Le terme "urbanisation" désigne aussi le phénomène historique de transformation de la société qui se manifeste par une concentration croissante de la population dans des agglomérations urbaines. L'urbanisation se mesure par le nombre d'habitants dans les villes par rapport à l'ensemble de la population, la densité de population, l'extension territoriale des villes et ses conséquences sur le mode de vie. (**T. PIERRE, 2006**)

Le phénomène de littoralisation, c'est-à-dire la concentration de la population et des activités le long du littoral est un phénomène mondial, il est particulièrement important dans le pourtour méditerranéen. (**F. Adrien, 2008**)

La littoralisation est le résultat de deux processus majeurs qui interagissent et s'amplifient mutuellement :

- des processus d'urbanisation en général, et de métropolisation en particulier ;
- des processus liés au choix de localisation touristique des investissements nationaux.

La littoralisation s'intensifie de plus en plus, au tour des villes côtières et à proximité des zones touristiques pour répondre notamment à la forte demande de logements résidentiels et d'aménagement de loisir. (**R. BENMAHIDDINE, 2013**)

Ce phénomène dans un territoire très fragile « le littoral », doit s'inscrire dans la durabilité au risque de restreindre l'espace naturel nécessaire à la survie de la flore et de la faune et au maintien de la diversité écologique, cela est dû aux différents impacts et nuisances du développement de l'activité humaine (déchets solides et liquides, sur-fréquentation des plages, extraction de sable,...)

Ceci renvoie à un développement économique écologiquement soutenable, dans lequel le tourisme durable et l'écologie urbaine sont des éléments clés d'une stratégie de développement durable globale. (R. Benmahiddine, 2013)

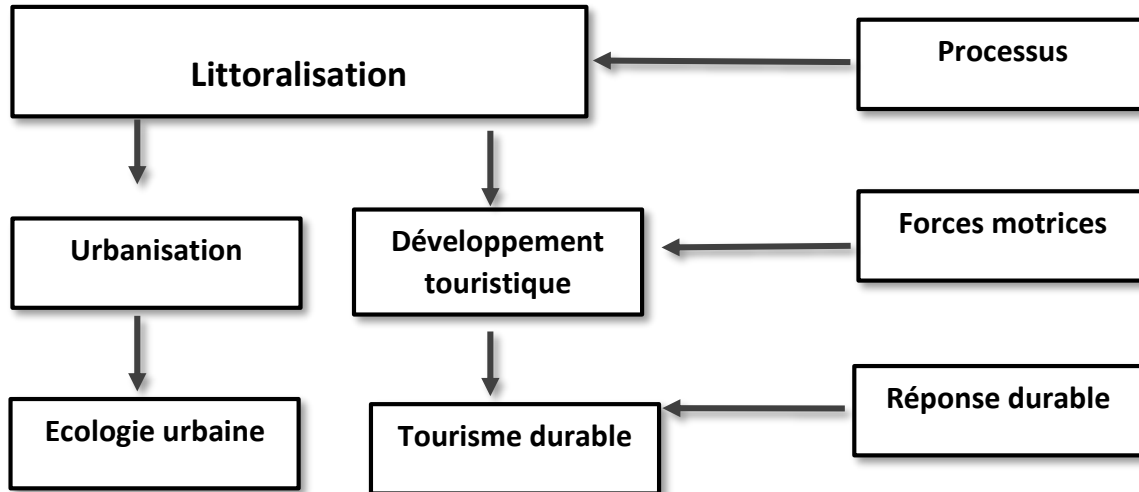


Figure I. 4: description du processus de littoralisation et les facteurs qui le génèrent
(R. Benmahiddine, 2013)

Aujourd'hui, la côte algérienne est considérée comme l'une des plus peuplées du bassin méditerranéen, avec environ 40% de la population qui est concentrée sur un territoire représentant à peine 1,9% de la superficie du pays, les activités connaissent la même concentration, 51% des industries y sont localisées ainsi que l'essentiel des infrastructures et des équipements. (PAC, rapport final, 2005)

L'afflux de population vers ces zones côtières, a entraîné un étalement urbain non contrôlé, avec de graves conséquences sur le milieu naturel (marin et terrestre), cette question est devenue une préoccupation des pouvoirs publics comme des scientifiques d'ailleurs.

Comme forme d'urbanisation, la littoralisation est loin d'être sans risques. Elle porte atteinte à l'environnement côtier – vulnérable – de diverses manières :

- Pénurie et fragilité des nappes phréatiques de l'eau de surface (lacs, rivières) ;
- Consommation intense de sols fertiles due au manque de terrain plats le long des rivages de la Méditerranée, qui vient concurrencer l'activité agricole et menace la mise en valeur traditionnelle ;
- Occupation croissante des embouchures de fleuves, de vallées et de lits de rivières éphémères (qui n'atteignent pas toujours les fleuves) par l'habitat ;

- Menace croissante des écosystèmes littoraux fragiles (zones humides, dunes, aires de repos et de repopulation des oiseaux migrateurs) ;
- Perte irréversible de couvert végétal, de sites naturels et de leurs écosystèmes ;
- Pollution urbaine et industrielle ;
- Concurrence croissante entre besoins en eau urbains et ruraux ;
- Dégradation du paysage, changements microclimatiques etc.

5. Facteurs d'urbanisation

Il est important d'établir une distinction claire entre les deux principaux processus du développement urbain ; la croissance urbaine et l'expansion urbaine.

La croissance urbaine est un processus d'évolution à caractère spatial et démographique, qui se réfère à l'importance croissante des villes comme la concentration de la population dans une économie et une société particulière. Elle se produit lors du passage de la population d'un petit village basic à une ville principale bien apparente.

L'expansion urbaine, par sa spontanéité et sa complexité, est un type de croissance indésirable, qui constitue le souci contraignant et l'une des principales préoccupations des planificateurs et des administrateurs municipaux.

Les causes de la croissance urbaine sont assez semblables à celles de l'expansion urbaine, et ce, à cause de la forte liaison entre les deux processus.

Les facteurs fondamentaux qui peuvent conduire à la croissance et à l'expansion urbaine, sont énumérés dans le tableau I.2 :

<p>Les facteurs de croissance et d'expansion urbaine</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Croissance démographique - Mise en œuvre des plans d'urbanisme - Croissance économique - Industrialisation - Altitude et Pente - Evolution de l'emploi - Manque de logements à coûts abordables - Raisons d'insécurité - Instruments de régulation - Réseaux de transports - Affectations de logements - Mise en application de la politique de logements par les pouvoirs publics - Métropolisation - Investissement en logement - Disponibilité de l'assiette foncière
---	--

Tableau I. 2: Liste des facteurs qui influencent la croissance et l'expansion urbaine - (W. MENAD, 2008)

6. Etat actuel du littoral face à l'urbanisation

Les atteintes au milieu et particulièrement au littoral résultent de la combinaison d'un ensemble de facteurs négatifs dont principalement le poids démographique de la zone PAC (4.269.565 habitant en 2008) dont 40% sont concentrés dans les communes littorales, soit 1.275.701 habitants. Et, la littoralisation de plus en plus de l'occupation des sols a pour conséquences :

- L'artificialisation des sols : 114 km sur les 212 km du linéaire côtier de la zone PAC, sont artificialisés, soit 54% (PAC, 2005) ;
- La surface occupée dans la bande non aedificandi des 300 m est de 2.175 ha, soit 40% de la surface de cette bande (PAC, 2005) ;
- Les rejets liquides représentent un volume de 24 millions de m³ par jour (PAC, 2005) ;
- Le nombre de points de rejets identifiés sur l'ensemble du linéaire côtier PAC est de 209 points, dont 149 à Alger (PAC, 2005) ;
- En plus de la pollution de l'eau, le littoral a connu une extraction de sable effrénée particulièrement dans la façade littorale orientale qui a réduit considérablement le

volume des apports en sédiments, engendrant une érosion importante évaluée à 5,2 millions de m³ durant la période 1990-2002 ;

- L'évolution de la population s'est traduite par l'accroissement du volume des déchets urbains qui sont déposés dans des décharges sauvages.

Selon l'**Association Nationale pour la Protection de l'Environnement et la Lutte contre la Pollution (ANPEP)**, qui se réfère à un rapport de la Banque Mondiale (BM), la pollution de l'eau de mer a atteint des proportions alarmantes du fait de la combinaison d'un ensemble de facteurs négatifs, dont les opérations de déballastage des bateaux, les émissions industrielles et le rejet d'une grande partie des eaux non traitées à cause de l'absence ou l'arrêt des stations d'épuration.

De plus, un certain nombre d'indices plaident en faveur de l'existence de failles potentiellement actives en mer, notamment les séismes de Chenoua (1989), Aïn Benian (1996), Boumerdès (2003) et surtout celui d'Alger en 1365 qui a engendré un tsunami et inondé la partie basse de la ville.

Par ailleurs, l'historique de la sismicité en Algérie nous renseigne sur la fréquence de ce phénomène dans la zone du PAC. En effet, plusieurs séismes majeurs y ont été enregistrés ou décrits. Les plus destructeurs sont ceux d'Alger en 1365, de Blida en 1825 et d'Alger en 1716. Ceci n'exclue pas les parties Est et Ouest de cette zone, Boumerdès et Tipaza, d'urbanisation relativement récente, durement affectées par les séismes de 2003 et 1989 entraînant la mort de milliers de personnes et des blessés. Ce sont là autant de faits qui font que le risque sismique dans le Nord du Pays, et particulièrement dans la zone PAC, est permanent et menaçant. Le maintien des tendances actuelles dans l'occupation du territoire va se traduire par le renforcement du poids démographique de la zone et par des incidences lourdes de conséquence par rapport au risque sismique. **(PAC Alger final, 2005)**

7. Plan d'Alger 2009-2029

Après un diagnostic approfondi sur l'évolution de l'occupation du sol de la wilaya d'Alger, le gouvernement a développé un plan stratégique qui fixe, pour les 20 prochaines années, un chemin prospectif qui va aboutir à une meilleure gestion du territoire algérois, et dans le but de favoriser l'aspect culturel, social et touristique de la capitale algéroise.

1.1. Les objectifs

La stratégie adoptée se fixe des objectifs qui s'inscrivent dans les préceptes fondamentaux du développement durable notamment le ralliement de la satisfaction des besoins socio-économiques des générations actuelles et à venir avec la protection du milieu et de ses ressources en les inscrivant dans la durabilité. Tout cela apparaît dans les analyses et les commentaires des concepteurs du projet pour la métropole algéroise en général et pour la baie d'Alger en particulier.

8. Développement durable

La définition du développement durable la plus souvent citée est une de celles qui figurent dans le rapport de Brundtland, notre avenir à tous : « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs » (**Franck-Dominique Viviens, 2005**).

Sa définition est sujette à de nombreuses contestations :

Pour certains la définition de l'**UICN (Union International pour la Conservation de la Nature)** est trop restrictive, l'adjectif « durable » désigne uniquement la valorisation des ressources biologiques et l'approche protectrice du patrimoine naturel. La durabilité doit être appréhendée dans sa conception la plus globale possible et se construit sur la base des dimensions suivantes :

- **la durabilité sociale** : il s'agit de construire une civilisation de l'être fondée sur un partage plus équitable et la satisfaction des besoins matériels, fondement du développement humain ;
- **la durabilité économique** : il faut sortir d'une logique économique fondée sur les seuls critères de l'entreprise pour évaluer l'efficacité économique en termes globaux et instaurer un système mondial plus efficace (éviter les dettes, les détériorations de l'échange,...) ;
- **la durabilité écologique** : elle suppose la limitation de la consommation des ressources non renouvelables, la réduction de la pression des plus riches sur les ressources, l'amélioration de l'efficacité dans l'utilisation des ressources non renouvelables et renouvelables ;

- **la durabilité spatiale** : elle implique une meilleure répartition spatiale des activités humaines et des hommes: limitation de la concentration, décentralisation des industries, promotion d'une agriculture non destructive des sols et de la biodiversité ;
- **la durabilité de la diversité culturelle** : la gestion intégrée des écosystèmes doit s'appuyer sur la tradition, les savoirs propres à chaque milieu et chaque contexte culturel.

Mais d'autres rejettent la notion même de développement durable sur la base de deux arguments :

- 1- Un développement durable est antinomique : la notion de développement implique un accroissement linéaire alors que la durabilité sous-entend un fonctionnement cyclique.
- 2- La notion même de développement est typiquement occidentale et a peu de sens dans la plupart des pays en voie de développement où l'homme vit en harmonie avec la nature et en respecte les grands cycles.

On peut s'accorder à dire que le développement durable est un objectif à plus ou moins long terme, fondé sur des considérations de soutenabilité environnementale, de fiabilité économique, et d'équité sociale et générationnelle. Pour atteindre cet objectif global, il est nécessaire de concevoir des stratégies, de prendre des dispositions et de mettre en place des dispositifs.

Parmi toutes ces mesures, la gestion du milieu naturel en général et le contexte socioéconomique nécessite des démarches et des outils adaptés. En d'autres termes, il s'agit de mesurer la durabilité, évaluer, référencier, prospecter le futur... se donner une vision d'un 'futur souhaitable'.

9. La Gestion Intégrée de la Zone Côtière GIZC :

Le protocole de la convention de Barcelone sur la gestion intégrée des zones côtières de la Méditerranée, signée à Madrid le 21 janvier 2008 est l'un des instruments juridiques conventionnels à avoir proposé une définition de la gestion intégrée des zones côtières. La GIZC y est décrite comme suite :

« Un processus dynamique de gestion et d'utilisation durable des zones côtières, prenant en compte simultanément la fragilité des écosystèmes et des paysages côtiers, la diversité des activités et des usages, leur interactions, la vocation maritime de certains d'entre eux, ainsi que

leur impact à la fois sur la partie marine et la partie terrestre » (article 2 alinéa F dudit protocole, 2009)

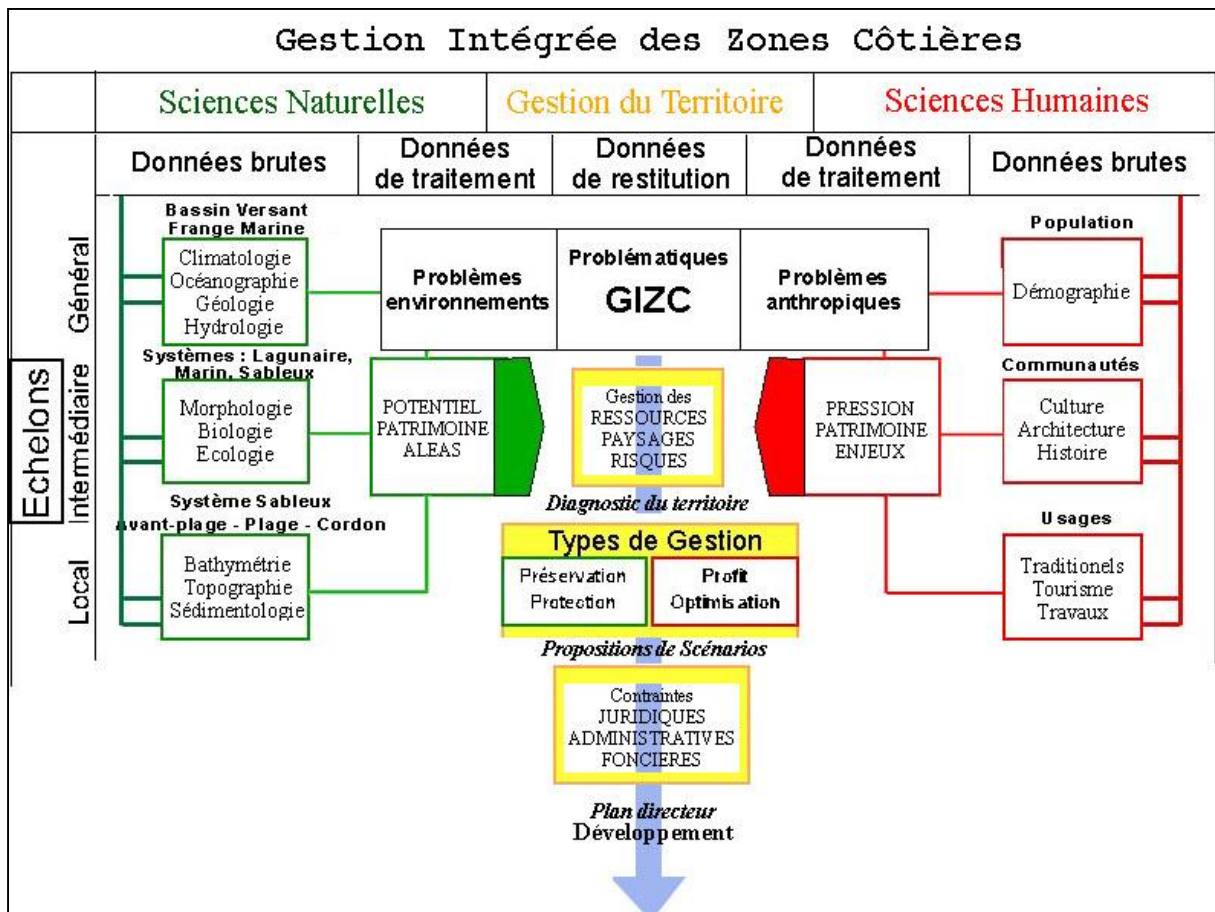


Figure I. 5 : schéma récapitulatif pour la gestion intégrée des zones côtières (Richard, 2005)

3.1. Objectifs de la GIZC

D'après l'article 5 du protocole de la convention de Barcelone, la gestion intégrée de la zone côtière (GIZC) a pour but de :

- faciliter, par une planification rationnelle des activités, le développement durable des zones côtières en garantissant la prise en compte de l'environnement et des paysages et en la conciliant avec le développement économique, social et culturel
- préserver les zones côtières pour que les générations présentes et futures puissent bénéficier de ces ressources ;
- garantir l'utilisation durable des ressources naturelles, en particulier en ce qui concerne l'usage de l'eau ;

- garantir la préservation de l'intégrité des écosystèmes côtiers ainsi que des paysages et de la morphologie côtière ;
- prévenir et/ou réduire les effets des aléas naturels et en particulier des changements climatiques ;
- assurer la cohérence entre les initiatives publiques et privées et entre toutes les décisions des autorités publiques, aux niveaux national, régional et local, qui affectent l'utilisation de la zone côtière.

3.2. L'Algérie dans le cadre de la Gestion Intégrée des Zones Côtières et du développement durable

Dans le cadre du Plan d'Aménagement Côtier du littoral Algérien, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et du Tourisme prévoit des instruments dont la mise en application des dispositions de la loi 02-02 du 5 février 2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral, et de la loi 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. Ces instruments se traduisent dans le cadre du PAC au niveau des 14 wilayas côtières. La gestion intégrée des zones côtières dans le cadre du développement durable est considérée comme un protocole de protection et de valorisation des zones côtières et de ses ressources.

« La GIZC s'intéresse à une prise de conscience plus active des décideurs, des élus, des acteurs socio-économiques et des citoyens envers la mise en œuvre réussie de la loi sur la protection et la valorisation du littoral, et fait des efforts pour exécuter le Plan d'Aménagement Côtier et dans le but de protéger les nouvelles aires riches et sensibles, et aussi dans le but d'aboutir à un développement durable ». (MATE, 2004)

L'expérience Algérienne dans le domaine de la GIZC, a débuté dans le cadre du :

- Plan d'Aménagement Côtier (PAC) en 2004 ;
- Program Euro-Algérien (EMIS) en 2006 ;
- Protocole de Madrid où l'Algérie y était partie prenante en 2008 ;
- Elaboration de la Stratégie Nationale GIZC en 2012 ;
- Conduite d'une opération pilote du Plan Côtier de Reghaia (PRC) en 2013.

10. Les Systèmes d'Information Géographique dans la gestion côtière

Les zones côtières sont des régions complexes. Du point de vue physique, elles sont dynamiques, elles sont sujettes à de multiples demandes en ressources, elles sont porteuses de risques pour les populations, et elles sont écologiquement très importantes. Les côtes Algériennes sont confrontées à des défis particuliers quant à la gestion des ressources et du milieu naturel, notamment en rapport avec l'accroissement de la population, de la pression sans cesse croissante de l'occupation, de la restructuration économique, et des impacts de la pollution. La complexité des zones côtières rend leur gestion difficile, cependant, une information de bonne qualité et actualisée peut aider à prendre les bonnes décisions. Ceci donne une importance particulière à la gestion de l'information dans la prise de décision sur les zones côtières.

Les Systèmes d'Information Géographique (SIG) sont des systèmes d'aide à la décision, qui peuvent être utilisés pour la gestion des ressources spatiales. Les SIG reflètent beaucoup des principes sous-jacents de la gestion intégrée des zones côtières (GIZC), ils sont interdisciplinaires, holistiques et facilitent l'intégration des données et des enjeux.

Les SIG sont considérés de plus en plus comme un outil clé dans la préparation, la diffusion et le suivi des programmes de gestion des zones côtières et son utilisation, offre de nombreux avantages, notamment :

- une technologie commode de stockage et de gestion des grands ensembles de données spatiales.
- un outil efficace pour identifier les situations et les rapports spatiaux.
- une méthodologie reconnue pour aider dans la prise de décision.
- un mécanisme pour la production de cartes de haute qualité

Plus généralement, les SIG peuvent favoriser une meilleure utilisation de l'information dans les décisions de la gestion du littoral. Dans un programme de gestion côtier, il est recommandé qu'une bonne connaissance des caractéristiques environnementales, sociales, économiques et administratives de la zone côtière est l'indispensable, première étape dans la planification de la gestion intégrée et du développement durable.

Parmi les utilisations spécifiques des SIG dans les programmes de gestion intégrée de la côte, on note :

- la cartographie des conflits ;
- la planification du développement ;
- la gestion des risques ;
- l'évaluation d'impact environnemental.

En effet, les Systèmes d'Information Géographique contribuent dans la gestion rationalisée de l'espace côtier, des impacts anthropiques sur ce milieu, et ils contribuent efficacement à une durabilité souhaitable.

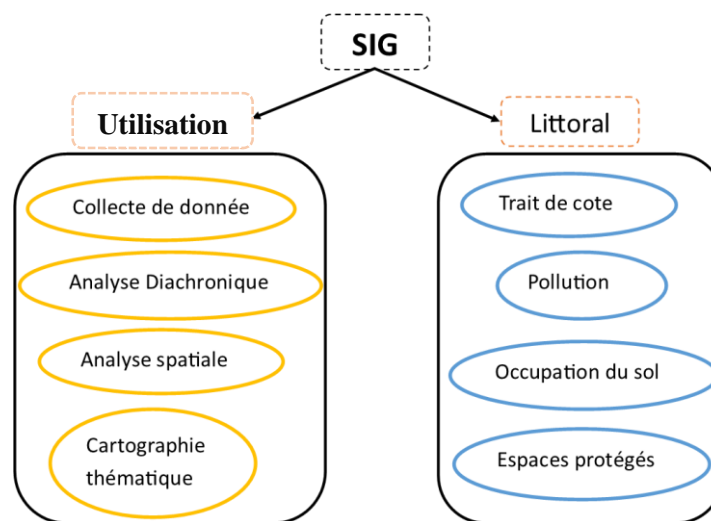


Figure I. 6: Schéma des principales fonctionnalités d'un SIG-Littoral

(W. RABEHI, 2016)

11. Apport de la télédétection aux études côtières

L'environnement côtier est une composition de plusieurs écosystèmes naturels tels que les dunes sableuses, les îles barrières, les zones humides, les récifs coralliens et les végétations aquatiques submergées, fournissant les aliments et des aires de reproductions de plusieurs espèces terrestres et marines.

Ces habitations côtières naturels fournissent également un service irremplaçable tels que le filtrage des polluants, l'apport des nutriments, le maintien de la qualité de l'eau, la protection contre l'érosion, et l'absorption des eaux d'inondation. Ces écosystèmes côtiers sont intensivement confrontés à des perturbations naturelles et anthropiques par des impacts directs tels que les ouragans, les Tsunamis, les blooms planctoniques et autres et des impacts secondaires tel que le changement climatique, l'élévation du niveau de la mer, les marées noires et le développement urbain.

L'inventaire et la surveillance de l'environnement côtier devient une tâche complexe pour la gestion des ressources et la prise de décision pour un développement durable du milieu.

La science de la Télédétection et la technologie qui implique les systèmes de capteurs aérospatiaux et la photographie aérienne pour l'observation et l'acquisition des données, ont profondément changé la pratique de la surveillance et la compréhension de la dynamique de l'environnement côtier.

L'analyse urbaine est restée longtemps une problématique majeure en télédétection, en raison de la complexité et la grande variété de surfaces qui caractérisent les espaces urbains. Cependant, depuis ces dernières années, les progrès techniques réalisés en matière de développement des satellites ont été significatifs, multipliant ainsi les possibilités d'utilisation de l'image satellite dans l'analyse urbaine.

Le marché de la télédétection urbaine connaît désormais une importante évolution avec la mise en orbite de capteurs de résolutions spatiales comprises entre 0,60 et 5 m (images à très haute résolution spatiale THRS). Face à cette multiplication de l'offre, le choix d'une résolution spatiale adaptée à l'identification des objets géographiques urbains est de plus en plus complexe pour les utilisateurs.

Dans le cadre de notre travail, nous allons essayer de mettre en évidence l'efficacité des outils offerts par les systèmes d'information géographique et la télédétection pour d'une part, le suivi de l'évolution de la tâche urbaine sur le littoral algérois et faire d'autre part, ressortir les impacts liés à ce phénomène, qu'est la littoralisation.

Par ailleurs, nous allons essayer également, d'appliquer des modèles d'évolution de l'utilisation du sol et de la couverture du sol pour d'abord, avoir un constat sur la fiabilité de ces modèles dans les études prospectives et conclure ensuite sur les tendances de ce phénomène dans l'avenir notamment, son influence sur la bande côtière algéroise

Chapitre II : Zone d'étude et contexte territorial

1. La baie d'Alger :

La baie d'Alger est située dans la partie centrale de la côte algérienne. Elle s'inscrit en creux dans la plaine de la Mitidja, de forme semi-circulaire d'une superficie approximative de l'ordre de 180 Km², délimitée par deux caps, la Pointe Pescade (Rais Hamidou) à l'ouest et le cap Matifou (Bordj El- Bahri) à l'est. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée avec une longitude Est de 03°.14'.50 à 03°.00'.40 et une latitude nord de 36°.49'.35 à 36°.49'.50.

La ville d'Alger est très urbanisée et la majorité des unités sont concentrées dans les zones industrielles du port d'Alger, Rouiba et Réghaia. Cette zone est principalement contaminée par différentes sources de pollution et soumise à plusieurs types de rejets urbains, industriels et pétroliers.

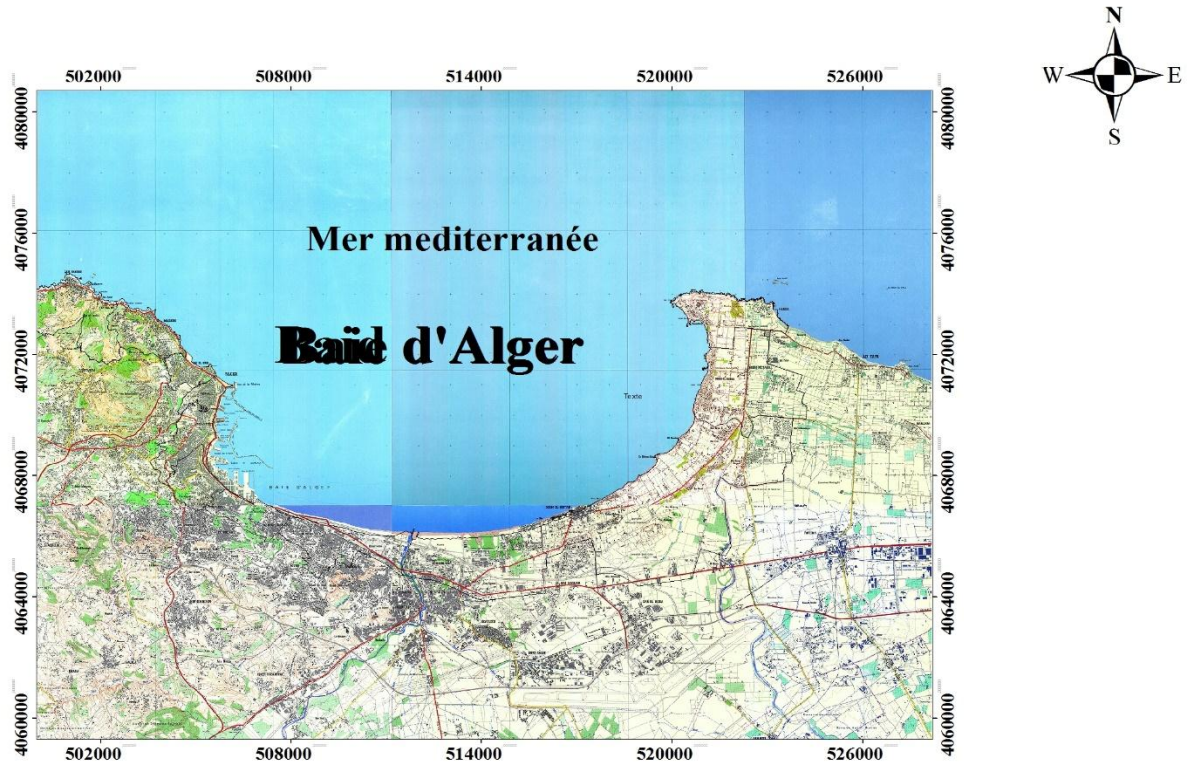


Figure II. 1: localisation géographique de la zone d'étude.

2. Réseaux hydrographique de la baie d'Alger :

- Oued El Harrach : Son bassin versant couvre une superficie 970 km², son débit en période de pluie est de 1000 m³/seconde. C'est un bassin difficile d'accès caractérisé par de fortes

dénivelées, une végétation peu dense et une pluviométrie importante. A ces facteurs d'érosions'ajoute le caractère torrentiel de l'oued, qui accentue une forte érosion et un alluvionnement important (LEM, 1998).

Le bilan moyen annuel des écoulements est de $5.4 \text{ m}^3/\text{s}$. Ce dernier reçoit tous les rejets urbains, industriels et agricoles, qui influent sur la qualité physico-chimique et microbiologique du milieu marin de la baie d'Alger, il provoque ainsi la rupture de l'équilibre du milieu naturel.

- Oued El Hamiz : se jette à l'est de la baie près du cap Matifou. La superficie du bassin versant est de 160 km^2 , son embouchure se situe près du cap Matifou. La présence du barrage El Hamiz en amont réduit considérablement les apports solides venant en mer (LEM, 1998); le débit est régulé par un barrage. L'activité industrielle y est réduite. Il présente une charge polluante peu importante.

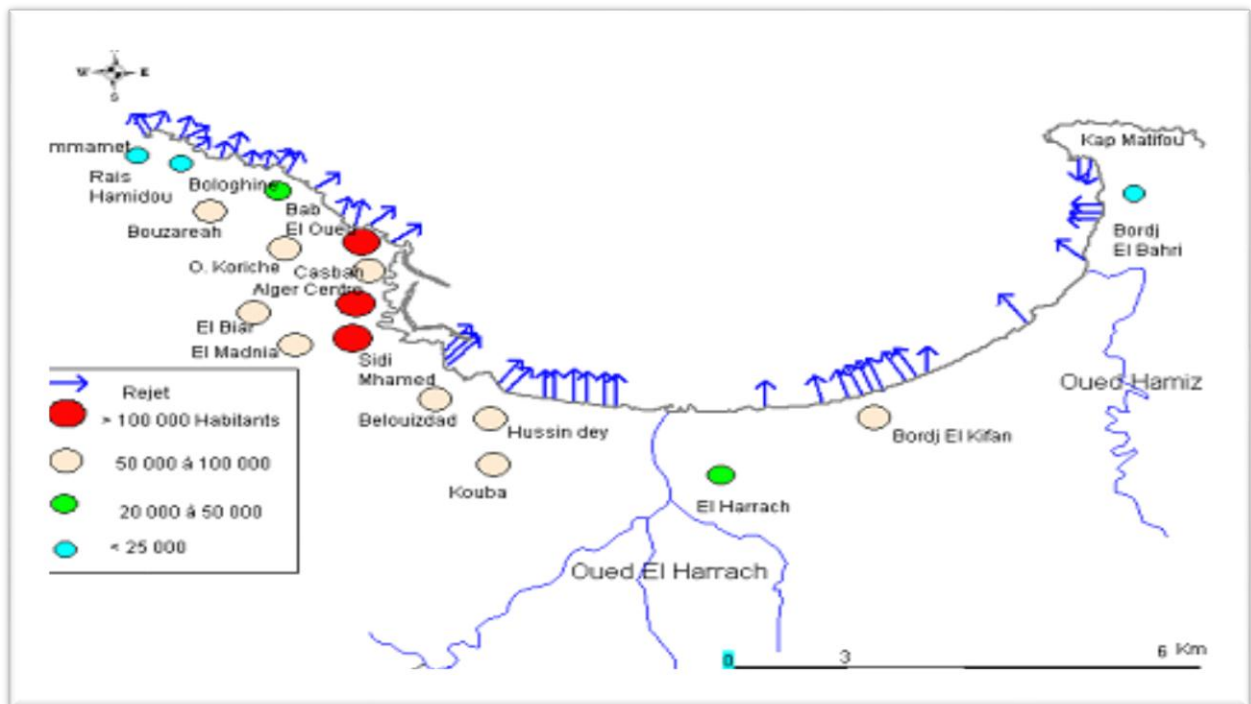


Figure II. 2: carte des principaux rejets d'eaux usées dans la baie d'Alger (LEM, 1998)

3. Contexte démographique

En 2016, la population de l'Algérie est évaluée à 40,4 millions d'habitants contre 22,8 millions en 1985 (ONS, 2016). La population algérienne est très inégalement répartie sur le territoire. En effet, elle est très majoritairement concentrée à moins de 250 km du littoral méditerranéen, au-delà de 250 km au sud du littoral la population se fait rare hormis quelques villes qui correspondent à des oasis.

Les 12 wilayas ayant une densité de moins de 20 habitants au km² (Djelfa, Laghouat, El Oued, Naama, El Bayedh, Ouargla, Ghardaïa, Adrar, Bechar, Tamenrasset, Illizi et Tindouf) représentent 89 % de la superficie du pays pour à peine 13 % de la population (ONS, 2008).

Les 36 autres wilayas, ayant toutes une densité supérieure à 20 habitants au km², et toutes situées au nord du pays, représentent 11% de la superficie (soit environ 240 000 km²) et regroupent 87% de la population.

Parmi ces 36 wilayas du Nord, les densités les plus fortes se retrouvent autour des grandes agglomérations (Alger, Oran, Constantine et Annaba), viennent ensuite les wilayas littorales plus rurales (Chlef, Tipaza, TiziOuzou, Jijel, Skikda, etc), puis les wilayas intérieures (Relizane, Mascara, Médéa, Souk Ahras, etc) et enfin les wilayas proches du Sahara (Tébessa, M'sila, Tiaret, Saïda, etc).

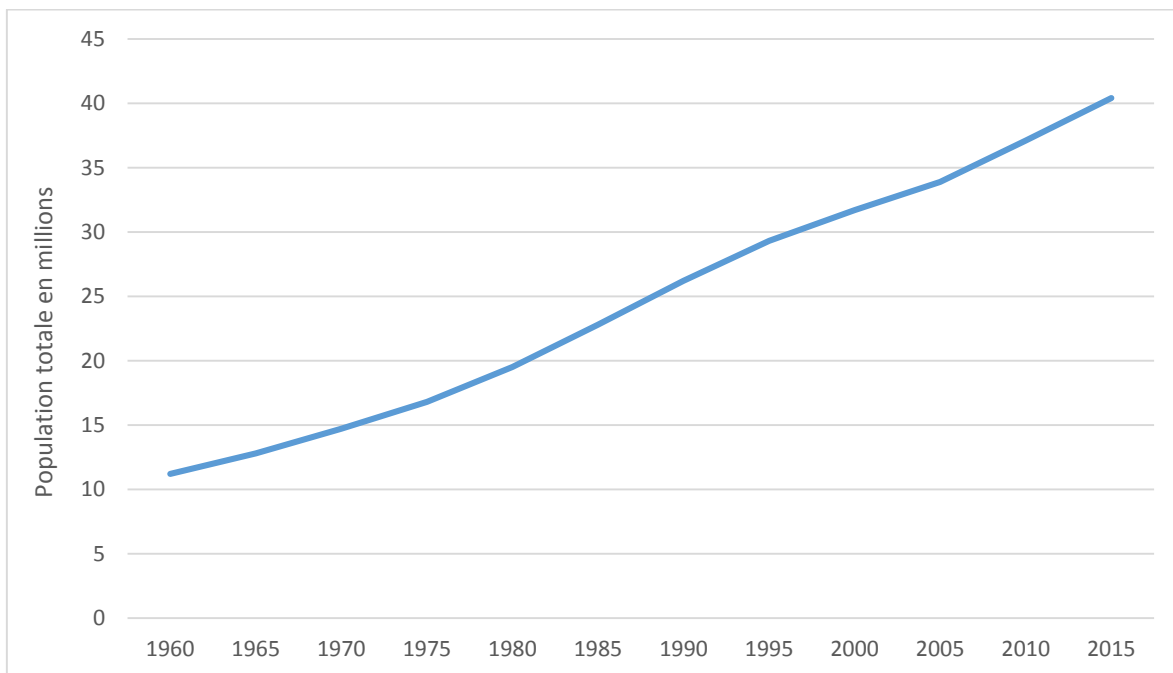


Figure II. 3: évolution de la population totale en Algérie

4. Evolution de la population de la Wilaya d'Alger :

La population de la wilaya d'Alger est passée de 1 687 579 habitants (RGPH de 1987) à 2 561 992 habitants en 1998 pour atteindre 2 988 145 habitants en 2008, soit presque le double de la population en 21 ans, occupant ainsi le 1er rang dans les wilayas nationales et représentant presque 9 % de la population nationale. Le taux d'accroissement entre 1987 et 1998 est estimé

à 5,2 % pour baisser à 1,6 % entre 1998 et 2008. Ce dernier taux est identique à celui de la moyenne nationale et correspond au profil de croissance naturelle.

Il est remarqué qu'après son évolution à un rythme fortement distingué de 5,2%, le taux de croissance démographique de la ville d'Alger, a connu une chute, pour revenir à l'évolution tout à fait naturelle de 1,6 %.

La montée démographique, très accélérée, qui a caractérisé la période allant de 1987 à 1998, a été causée essentiellement par la grave détérioration de la situation sécuritaire au niveau du pays et particulièrement dans les zones rurales qui ont connu un exode massif vers les villes.

Le retour au taux normal d'évolution, quant à lui, résulte de la stabilité et de la quiétude reconquise.

5. Évolution des limites administratives de la wilaya d'Alger :

Le mouvement d'urbanisation de la capitale s'est logiquement accompagné sur le plan administratif d'un élargissement des limites de l'agglomération d'Alger. Le périmètre de planification a donc été agrandi. De 15 communes en 1978, il est passé à 28 en 1990 et 57 en 2000. Les dernières communes annexées à la wilaya d'Alger étaient rattachées aux wilayas limitrophes de Tipaza, Boumerdes et Blida. Ces communes servent traditionnellement de réceptacle aux populations issues de la ville-centre et des communes immédiatement limitrophes d'Alger. Compte tenu de ce processus centrifuge, il serait logique d'étendre le territoire administratif de la métropole algéroise au-delà de ses limites actuelles.

Le rattachement de plusieurs communes à la wilaya d'Alger a débouché sur la création d'un nouveau système d'administration spécifique, appelé "Gouvernorat du Grand Alger" ayant compétence sur le périmètre de la wilaya représenté dans la figure II.5. Cette réforme administrative a en outre supprimé l'échelon intermédiaire entre wilaya et commune, les daïras, qui regroupaient chacune quelques communes et relayaient l'autorité de la wilaya localement (par exemple pour la mise en œuvre des plans d'urbanisme). À la place, de nouveaux arrondissements urbains ont été créés au sein de l'agglomération, qui couvre la commune d'Alger et sa proche périphérie, soit un périmètre moins étendu que les anciennes daïras. Ces arrondissements manifestent une certaine déconcentration du pouvoir justifiée par l'ampleur des défis de la gestion urbaine dans cette zone.

Par contre, les communes périphériques n'ont conservé que des prérogatives limitées dans le domaine de l'urbanisme et de la gestion des services. Dans tous les cas, la wilaya reste compétente pour valider les plans d'aménagement et d'urbanisme. Les arrondissements urbains et les communes sont tenus de respecter les directives de ces plans quant à l'exécution des projets de développement. Par exemple, les Plans communaux de développement (PCD) sont toujours tenus de faire référence au Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) de la wilaya.

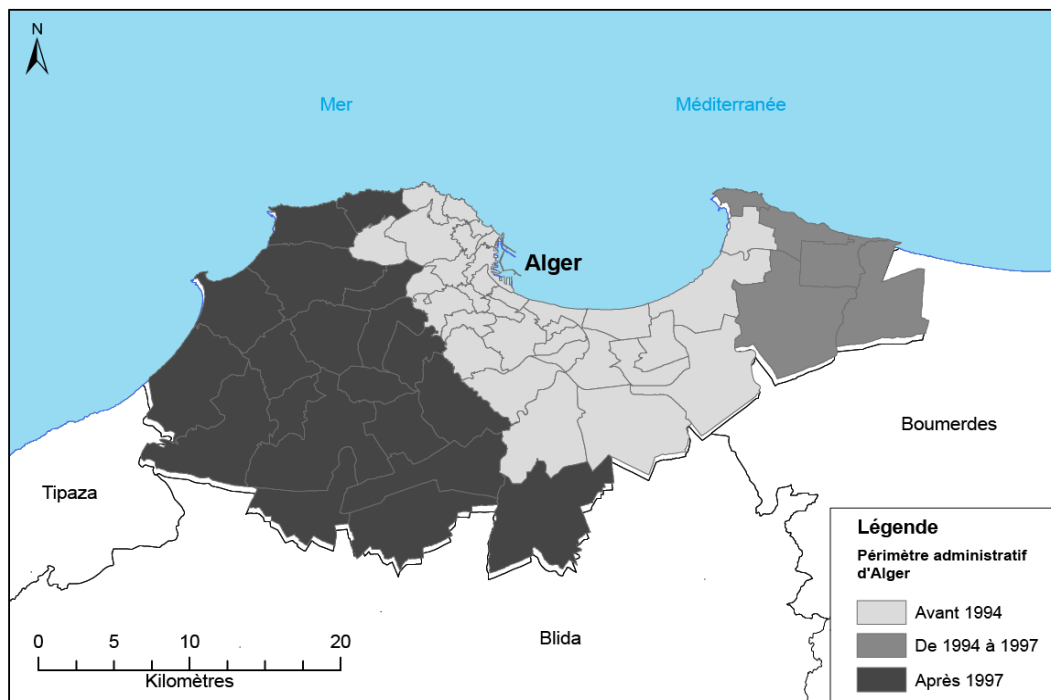


Figure II.4: Évolution des limites administratives de la wilaya d'Alger
(Source : données extraites de l'étude PAC (MATE, 2004), réalisation T. MEDJADJ)

6. Les mouvements pendulaires des travailleurs dans la région algéroise :

D'après une l'étude de (T. MEDJADJ, 2014), les 150 chefs d'entreprise qui ont répondu au questionnaire qui, ce dernier, a porté sur le lieu de résidence des personnels d'entreprise comptant entre 10 et 50 employés. Ils ont pu cartographier les navettes domicile-travail représentées sur la figure II.7 : « On constate que si les flux ne débordent pas des contours Ouest et Est de l'Aire métropolitaine, en revanche ils l'excèdent largement vers le sud, ce qui plaide pour une extension des limites de l'Aire métropolitaine d'Alger dans cette direction pour favoriser une planification prenant davantage en considération les dynamiques spatiales à

l'œuvre, même si l'on sait que la coïncidence parfaite et définitive entre territoire de gestion et espace fonctionnel est illusoire en raison même de la transformation permanente de l'organisme urbain.

Cela étant, un décalage trop manifeste entre le territoire de l'aire métropolitaine et l'aire pendulaire est source de dysfonctionnements majeurs. Une meilleure correspondance entre territoire de planification et espace des migrations de travail améliorerait moins l'efficacité des transports collectifs désormais assurés par des sociétés privées qu'elle ne promouvrait une meilleure gestion des sols en augmentant significativement l'offre de logements sociaux particulièrement déficiente en périphérie ».

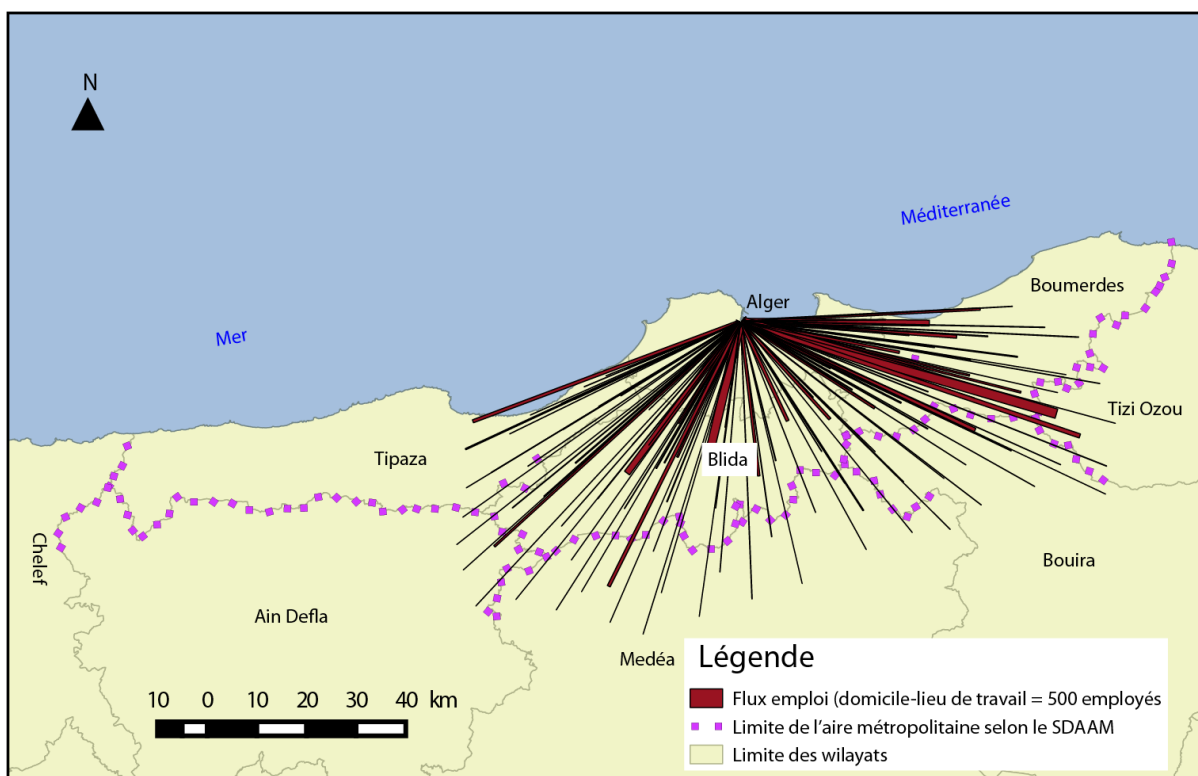


Figure II. 5: les mouvements pendulaires des travailleurs dans la région algéroise (2014)
(Source : réalisation sur la base des données de l'enquête de terrain, T. MEDJADJ, 2014)

Chapitre III : Matériels et méthodes

L'étude de la croissance urbaine est très complexe, elle demande beaucoup de données et d'informations pertinentes, actuelles et anciennes et cela pour pouvoir dresser une bonne étude rétrospective en vue de mieux comprendre l'évolution de la dynamique urbaine sur le littoral.

Les données fournies par les satellites de télédétection tels qu'ALSAT2 (Satellite algérien, 10 m de résolution) ou LANDSAT (Satellite américain, 30 m de résolution) sont une ressource importante pour la planification territoriale et littorale ainsi que pour la gestion durable de la ressource côtière. En effet, les satellites de télédétection peuvent surveiller la dynamique urbaine à différentes échelles spatiales et temporelles, et ceci, en moyen de différents indices paysagers, ils permettent de quantifier les propriétés spatiales et temporelles de l'étalement urbain et montrer l'impact des contraintes imposées à cette expansion par la topographie et par les décisions politiques.

Dans le cadre de notre travail, plusieurs structures et établissements ont été sollicités (INCT, ASAL, CTS, CAS, ONS,...) et plusieurs données ont été acquises et utilisées.

1. Type de données utilisées pour l'étude de la croissance urbaine

1.1. Imageries satellitaires

1.1.1. Image satellitaire à haute résolution LANDSAT

Ce programme américain de télédétection spatiale (NASA et USGS) a été le premier programme civil d'observation de la terre par satellite. Il a commencé avec le lancement du premier LANDSAT en 1972 (60m de résolution) et se poursuit encore de nos jours avec Landsat 8 (30m de résolution).

Ce programme a donc permis d'accumuler des millions de données formant une librairie exceptionnelle des conditions sur Terre depuis presque 40 ans. Depuis janvier 2009, l'entièreté des images d'archive Landsat est accessible gratuitement via Internet (voir site Earth Explorer du U.S Geological Survey).

Nom du satellite	LANDSAT 5	LANDSAT 7	LANDSAT 8
Pays	Etats unis	Etats unis	Etats unis
Propriétaire	NASA	NASA	NASA
Date de lancement	01mars 1984	15 avril 1999	11 février 2013
Altitude	707 km	705 km	705 km
Bandes spectrales	TM1 : 0,45-0,52 μm TM2 : 0,52-0,60 μm TM3 : 0,63-0,69 μm TM4 : 0,76-0,90 μm TM5 : 1,55-1,75 μm TM6 : 10,4 -12,5 μm TM7 : 2,08-2,35 μm	ETM+1 : 0,45-0,52 μm ETM+2 : 0,52-0,60 μm ETM+3 : 0,63-0,69 μm ETM+4 : 0,76-0,90 μm ETM+5 : 1,55-1,75 μm ETM+6 : 10,4 -12,5 μm ETM+7 : 2,08-2,35 μm PAN : 0,52-0,90 μm	B1 : 0.433 - 0.453 μm B2 : 0.450 - 0.515 μm B3 : 0.525 - 0.600 μm B4 : 0.630 - 0.680 μm B5 : 0.845 - 0.885 μm B6 : 1.560 - 1.660 μm B7 : 2.100 - 2.300 μm B8 : 0.500 - 0.680 μm B9 : 1.360 - 1.390 μm B10 : 10.30 - 11.30 μm B11 : 11.50 - 12.50 μm
Résolution Multispectrale	30 m	30 m	30 m
Résolution Panchromatique	/	15 m	15 m

Tableau III. 1: Caractéristiques des satellites LANDSAT utilisés

1.1.2. Image satellitaire à très haute résolution ALSAT 2A

ALSAT-2A est un satellite algérien d'observation de la Terre à haute résolution, mis en orbite le 12 juillet 2010 à une altitude fixée à 680 Km. Alsat-2A acquiert des images à haute résolution avec une répétitivité de 3 jours pour répondre aux besoins des différents secteurs utilisateurs, notamment l'aménagement du territoire et l'urbanisme (Voir annexe pour la métadonnée des images).

1.2. Imageries aériennes

1.2.1. Orthophotographie

Les orthophotographies (en abrégé orthophotos) sont des photos aériennes qui ont été traitées pour éliminer les déformations dues au relief et à la perspective. Ces images rectifiées conservent toute la richesse d'information des photos aériennes et constituent un outil de base idéal à tout Système d'Information Géographique (SIG). On obtient alors des photos de qualité métrique, sur lesquelles il est possible de mesurer. Elles sont parfaitement superposables à une carte et sont continue sur toute la région.

Les orthophotos produites pour chacune des photographies aériennes feront l'objet d'un assemblage ou mosaïquage qui se réalise selon une règle principale : constituer une image continue du territoire dans laquelle le passage d'une photographie à une autre et pratiquement indiscernable.

Mosaïquées, les orthophotos sont assemblées pour former des orthophotoplans qui permettent de couvrir des territoires plus vastes, tels que les communes et la région entière.

Dans le cadre de notre travail, nous nous sommes procurés un mosaïquage de photos aériennes ortho rectifiés ou d'orthophotos pour couvrir notre zone d'étude et ceci, pour pouvoir observer dans les détails, l'étendu de l'occupation sur le littoral.

mosaiquage d'orthophotographie de la baie d'Alger



Figure III. 1: Zone couverte par les photos aériennes. (INCT, 2014)

1.3. Cartes scannées

1.3.1. Carte topographique

La carte topographique est généralement utilisée pour représenter des régions terrestres. Elle indique les caractéristiques naturelles et artificielles de la région représentée : elle peut ainsi comporter le réseau de transports (routes, voies ferrées, canaux, sentiers, aéroports,...), l'hydrographie (cours d'eau, lacs, aspects des côtes,...), les habitations (villages, bourgs, villes,...), la forme et l'altitude du relief, etc. Les limites politiques, qui marquent les séparations entre des départements, des régions et des États sont également précisées. En raison de la grande diversité des informations qu'elle comporte, la carte topographique sert le plus souvent de carte de référence pour un usage courant.

L'INCT produit et fournit des cartes topographiques à échelle moyenne (1/25 000 et 1/50 000) dites aussi cartes de base, des cartes à petite échelle (1/200 000 et 1/1 000 000) mais aussi des cartes à grande échelle (1/10 000 et 1/1000).

Dans le cadre de notre travail, nous avons utilisé des cartes scannées, à moyenne échelle 1/25 000 et à grande échelle 1/10 000, qui couvrent notre zone d'étude.

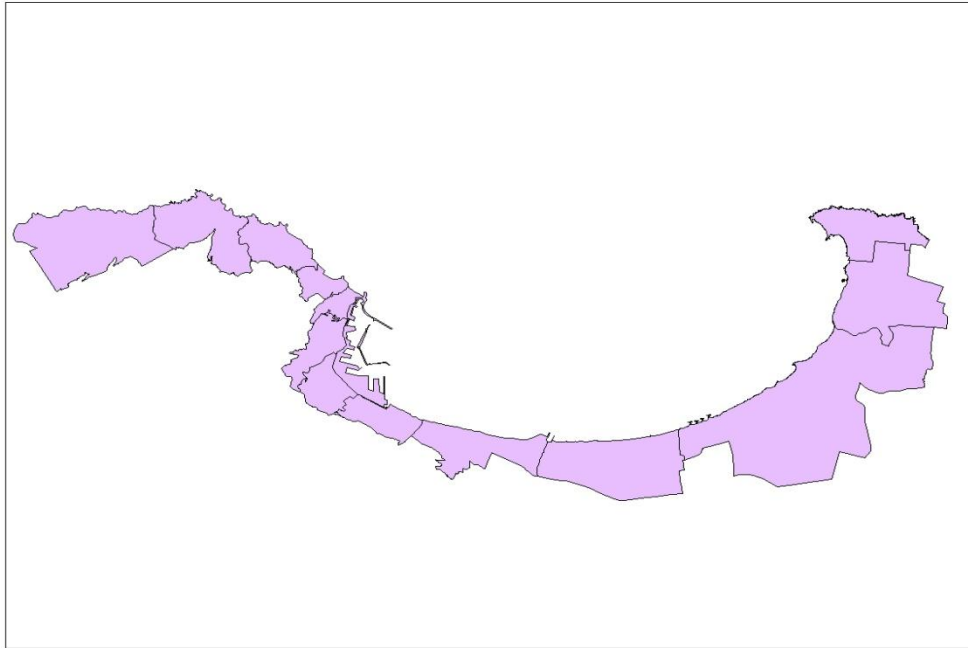
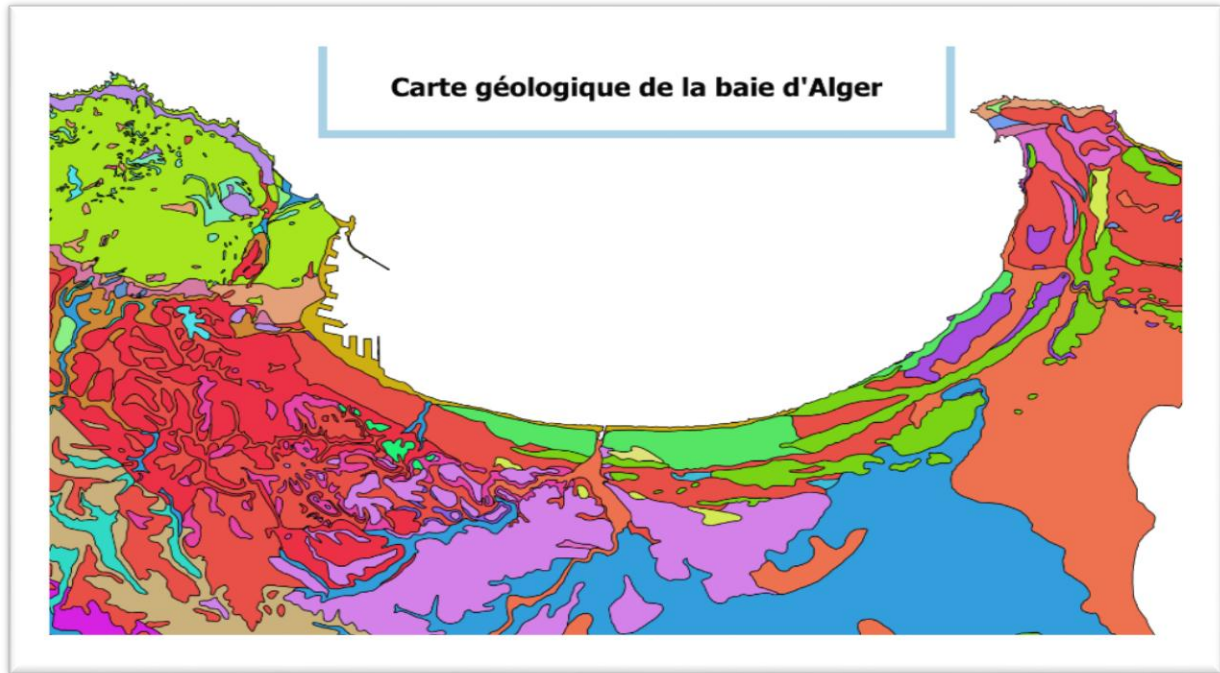


Figure III. 2: Communes couvertes par les cartes topographiques

1.4. Carte géologique

La carte géologique est une carte qui nous renseigne sur la structure lithologique et géotechnique de la terre.

Dans le cadre de notre travail, nous avons utilisé une carte géologique scannée, qui nous a été fournie par INCT, dans le but de comprendre les caractéristiques géotechniques et la nature du socle sur lequel repose l'urbanisation de notre zone d'étude.



Légende

géologie

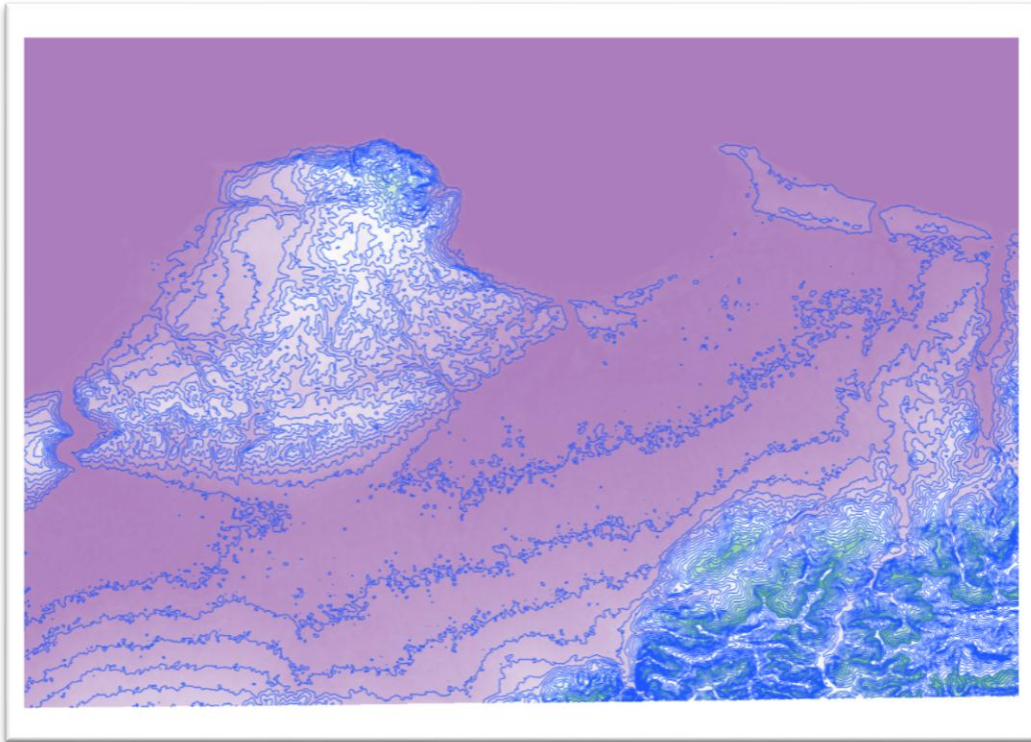
Beach	Gravel and sand	Marrine terrace(Tyrrhenian II) 15-18m
Blue marl	Lake deposit	Mica schist
Calcareous facies	Limestone	Old Alluvial
Calcareous facies/molasse	Marl	Old Alluvious
Calcareous-sandstone	Marrine terrace 140-170m	Pegmatite granite
Cipolines	Marrine terrace 240-260m	Recent deposit such as river
Clay, silt with sand or gravel	Marrine terrace 305-315m	Red sand (Clay and sand; weathered rock)
Clay, silt with sand or gravel	Marrine terrace 320-350m	Sandstone
Consolidated Dunes	Marrine terrace 55-65m	sandstone with glauconite
Dune	Marrine terrace 85-125m	Sandstone with glauconite
Gneiss	Marrine terrace of approximately 200m	Schist
	Marrine terrace(Milazzian) 30-45m	Silt and clay
	Marrine terrace(Tyrrhenian I) 20-28m	Terrace

Figure III. 3: Carte géologique qui couvre notre zone d'étude (INCT, 1994)

1.5. Modèles numériques de terrain :

Un modèle Numérique de Terrain (MNT) est une modélisation informatique de la forme brute de la terre, sans urbanisation ni végétation. Elle nous renseigne sur le relief et elle permet de délimiter les zones à risque d'inondation. La NASA à travers son service Géologique USGS, produit des MNT avec un pas de 30m (ASTER) et de 90m (SRTM) qui couvrent le globe terrestre, disponible en Open source sur leur interface Web.

Dans le cadre de notre projet, nous avons utilisé un modèle numérique ASTER de type GDEM avec un pas de 30m, et qui couvre toute la baie d'Alger.



**Figure III. 4: Modèle numérique de terrain ASTER
de la wilaya d'Alger (USGS/NASA, 2015)**

1.6. Cartes d'occupation du sol

Une carte d'occupation du sol correspond à tout ce qui recouvre le sol, ce qu'on y trouve comme arbres, des cultures, des routes, des maisons, des édifices publics... etc. Il s'agit des caractéristiques biophysiques du sol. Elle se distingue de son utilisation qui précise la fonction ou l'usage d'un type d'occupation.

Les données qui nous ont été fournies par l'INCT correspondent à une base de données cartographique, actuelle et ancienne sur l'occupation des communes de la wilaya d'Alger. Les informations contenues dans cette base de données nous renseignent sur les bâtis, la végétation (arbres, forêts,...), les axes routiers, les équipements urbains... etc. Ces données se présentent sous différents formats d'objets : soit du texte, soit des points, soit des polygones ou bien des polygones.

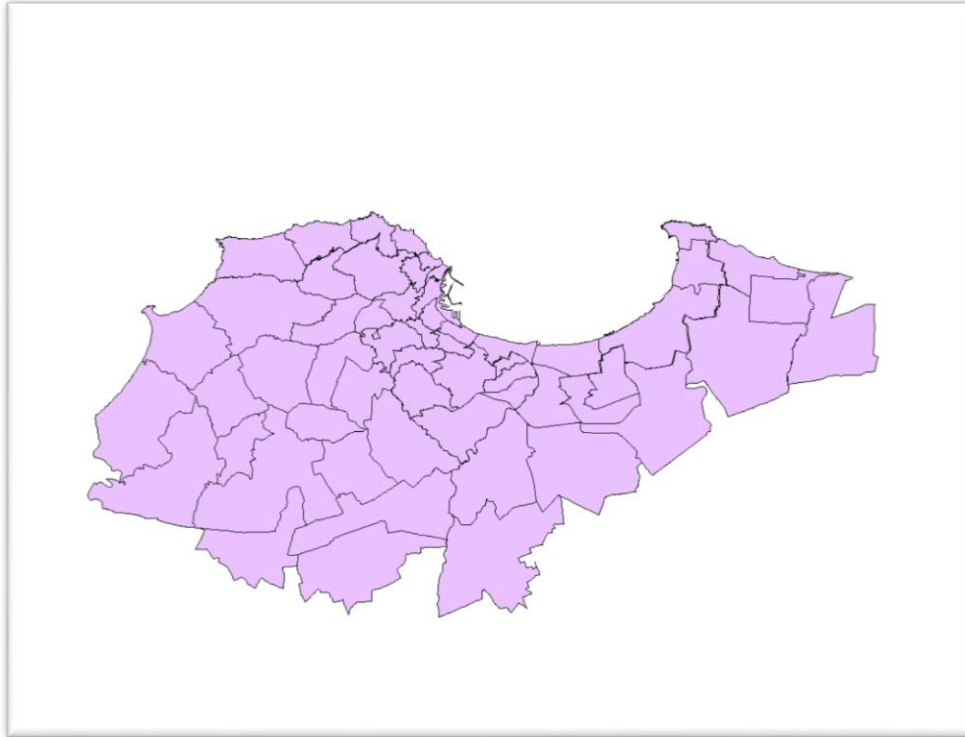


Figure III. 5: Communes couvertes par l'occupation du sol

1.7. Données statistiques

La démographie et toutes autres données statistiques sur la population au niveau de la wilaya d'Alger ont été recueillies sur le site de l'Office National des Statistiques (ONS), extrait du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 1998 et 2008. Nous avons représenté ces données dans une table sous Excel qui comporte :

- la toponymie des communes de la wilaya d'Alger.
- Le nombre de population par commune en multi-temporel.
- La superficie de chaque commune.
- La densité de population par commune en multi-temporel.

1.8. Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU)

Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme est un document d'urbanisme qui compose les règles locales d'urbanisation pour chaque commune. Son rôle est de fixer les orientations stratégiques du territoire national et de déterminer, sur le long terme, la destination générale des sols. Il permet de coordonner les programmes locaux d'urbanisation avec la politique d'aménagement du territoire.

Ce document est disponible dans chaque commune et libre d'accès. Dans le cadre de notre travail, nous nous sommes procuré le PDAU de la wilaya d'Alger qui comporte les principaux objectifs stratégiques du plan d'Alger 2009-2029 et qui va nous permettre de faire des scénarios tendanciels sur l'occupation du sol de la wilaya d'Alger.

2. Méthodologie de travail

2.1. Evolution de la population des communes de la Wilaya d'Alger

2.1.1. Alimentation des tables attributaires des données démographiques par commune

Afin d'alimenter, sur le logiciel ArcGis, la table attributaire relative au découpage administratif de la wilaya d'Alger, à l'aide des données statistiques recueillies, nous avons procédé de la manière suivante :

- transformation du fichier Excel en format compatible avec le logiciel SIG (Classeur Excel 97_2003 (*.xls)) ;
- ensuite, nous avons importé le fichier Excel sur la table des matières du logiciel et nous avons appliqué une jointure sur le vecteur du découpage administratif via l'extension « **Jointure** » ;
- nous avons par la suite choisi, le champ de la couche sur lequel portera la jointure et le champ de la table sur lequel portera la jointure dans la boîte de dialogue représentée sur la figure ci-dessous ;

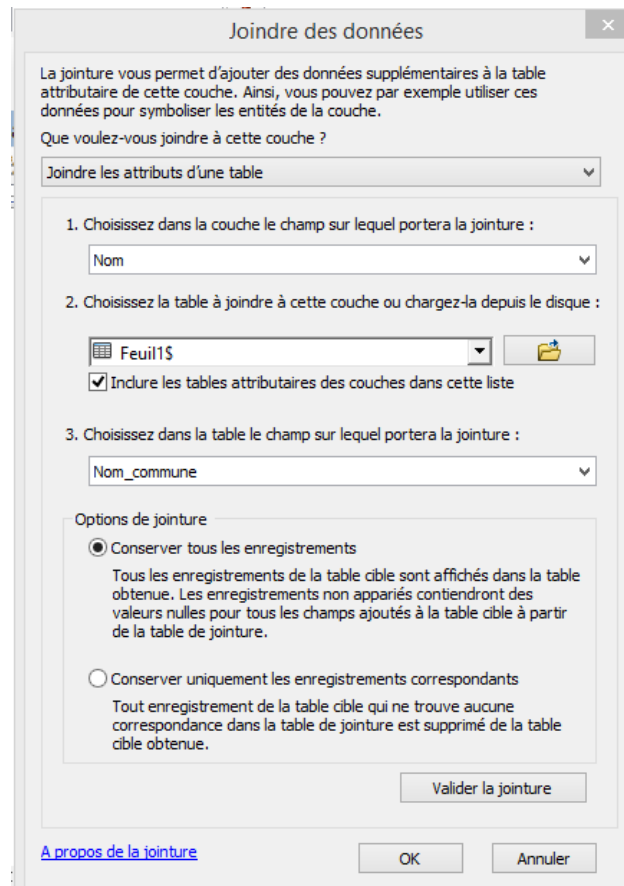


Figure III. 6: Boite de dialogue pour joindre les champs de la table aux champs de la couche

- enfin, nous avons pu obtenir une table attributaire du découpage administratif de la wilaya d'Alger qui comporte : nom des communes, leur superficie, la population de 1998 et 2008 et la densité de peuplement des deux périodes représentés dans les figures ci-dessous :

Table

Commune alger_num_manuCopier

FID	Shape *	Nom commune	Superficie	TYPE commune	Population 98	Population 08	Densité pop 98	Densité pop 08
0	Polygone	Bologhine	266	Commune-Cotiere	43283	43835	162,718045	164,793233
1	Polygone	Bab El Oued	117	Commune-Cotiere	87557	64732	748,350427	553,264957
2	Polygone	Casbah	109	Commune-Cotiere	50453	36762	462,87156	337,266055
3	Polygone	Alger-Centre	385	Commune-Cotiere	96329	75541	250,205195	196,21039
4	Polygone	Belouizdad	214	Commune-Cotiere	59248	44050	276,859813	205,841121
5	Polygone	Hussein Dey	420	Commune-Cotiere	49921	40698	118,859524	96,9
6	Polygone	Mohammadia	794	Commune-Cotiere	42079	62543	52,996222	78,769521
7	Polygone	Bordj El Kiffan	2218	Commune-Cotiere	103690	151950	46,749324	68,507665
8	Polygone	Bordj El Bahri	778	Commune-Cotiere	27905	52816	35,867609	67,886889
9	Polygone	El Marsa	387	Commune-Cotiere	8784	12100	22,697674	31,26615
10	Polygone	Rais Hamidou	476	Commune-Cotiere	21518	25451	45,205882	53,468487
11	Polygone	Heraoua	1250	Commune-Cotiere	18167	27565	14,5336	22,052
12	Polygone	Reghaia	2695	Commune-Cotiere	66215	85452	24,569573	31,707607
13	Polygone	Rouiba	4109	Commune	49881	61984	12,13945	15,084936
14	Polygone	Ain Taya	967	Commune-Cotiere	29515	34501	30,522234	35,678387
15	Polygone	Dar El Beida	3090	Commune	44753	80033	14,483172	25,900647
16	Polygone	Bab Ezzouar	808	Commune	92157	96597	114,055693	119,550743
17	Polygone	Oued Smar	819	Commune	21397	32062	26,125763	39,147741
18	Polygone	El Harrach	975	Commune	48169	48869	49,404103	50,122051
19	Polygone	Les Eucalyptus	3261	Commune	96310	116107	29,533885	35,604722
20	Polygone	Baraki	2665	Commune	95247	116375	35,739962	43,667917
21	Polygone	Bourouba	365	Commune	77498	71661	212,323288	196,331507
22	Polygone	Bachdjerrah	332	Commune	90073	93289	271,304217	280,990964
23	Polygone	El Magharia	159	Commune	30457	31453	191,553459	197,81761
24	Polygone	Kouba	1013	Commune	105253	104708	103,90227	103,364265
25	Polygone	El Madania	214	Commune	51404	40301	240,205607	188,32243

Figure III. 7: ensemble des champs de la table attributaire du découpage administratif de la wilaya d'Alger

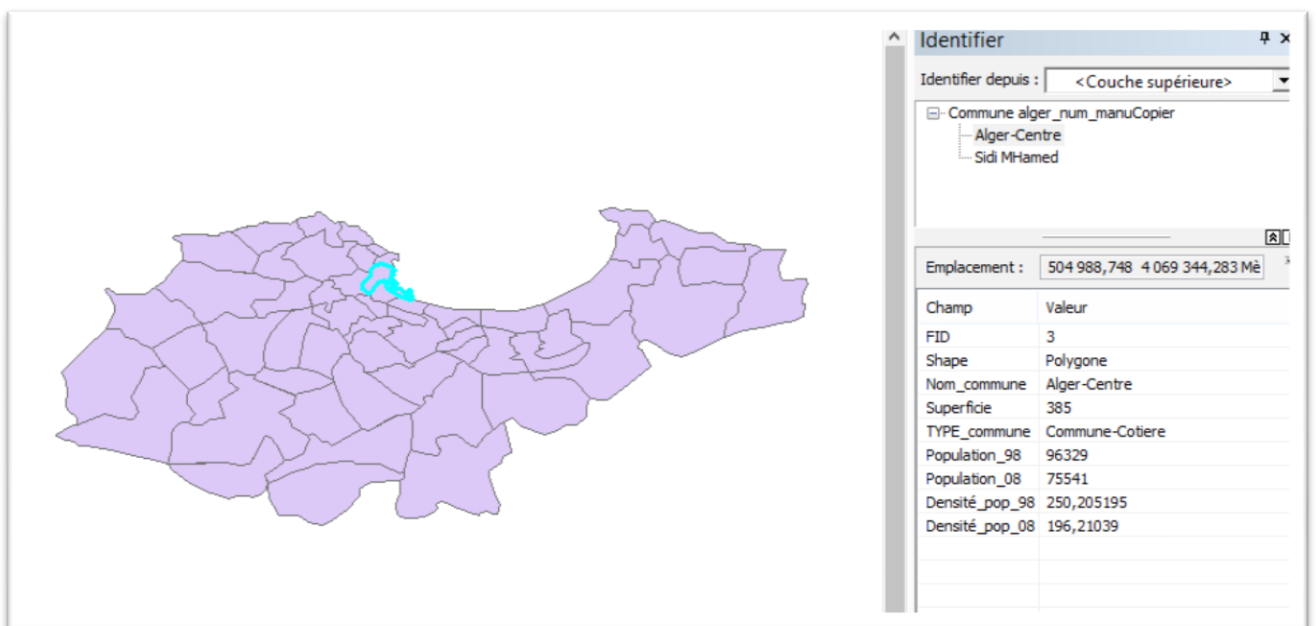


Figure III. 8: Validation de la table attributaire par outil d'identification

2.1.2. Répartition des densités de peuplement par classes

Pour élaborer une carte de répartition de la densité de population, nous avons choisi comme hypothèse une discrétisation du territoire en 4 catégories :

- 1^{ère} catégorie : Densité inférieure à 3 000 habitants/km² correspondant à la 2^{ème} couronne ;
- 2^{ème} catégorie : Densité entre 3 000 et 8 000 habitants/km² correspondant à la 1^{ère} couronne ;
- 3^{ème} catégorie : Densité entre 8 000 et 16 000 habitants/km² correspondant au centre-ville ;
- 4^{ème} catégorie : Densité supérieur à 16 000 habitants/km² correspondant à l'hyper centre.

Pour ce faire, nous avons appliqué une analyse spatiale via le logiciel SIGArcGis 10.2.2 en procédant de la manière suivante :

- à partir de la table attributaire jointe auparavant avec le vecteur de découpage administratif de la wilaya, nous avons fait une sélection par attributs pour chaque valeur de catégorie ;
- par la suite, nous avons attribué une couleur spécifique pour chaque classe pour obtenir, à la fin après mise en page, une carte de répartition de la densité de population de la wilaya d'Alger en 2008.

2.2. Evolution de l'occupation du sol des communes de la wilaya d'Alger

2.2.1. L'analyse diachronique en télédétection

Une analyse diachronique est une méthode utilisée pour pouvoir appréhender l'évolution de l'espace. Elle consiste à établir une étude comparative par superposition des couches traitées. Néanmoins, elle affiche certaines difficultés liées à la variation des échelles.

Pour faire face à cela, on a opté pour l'utilisation de l'imagerie spatiale et aérienne, qui devraient aussi être corrigées géométriquement et radiométriquement, en plus d'une correction d'échelle et de prise de vue, le tout pouvant s'intégrer, ensuite, dans une approche encore plus globale associant fusion de données et Systèmes d'informations géographiques (SIG).

Dans le cadre de notre travail, nous avons opté pour des images satellitaires LANDSAT à haute résolution qui couvre la totalité de notre zone d'étude à une échelle de 30m en multi-spectral et à 15m en panchromatique. Le choix de ce type d'image réside dans la disponibilité des images d'archives. Nous avons opté pour une image de 1987 qui coïncide avec les données recueillies dans le cadre de notre projet, et une image actuelle de 2015 prise, toutes les deux à la même période. Ces données sont disponibles en Open Source sur le site officiel de l'USGS.

2.2.2. La différence entre les images multispectrales et panchromatiques

Les images multispectrales sont obtenues par des enregistrements simultanés dans un petit nombre de bandes spectrales (allant de 3 à 8). La représentation par combinaison de ces bandes d'information numérique en utilisant les trois couleurs primaires (rouge, vert, bleu) permet d'obtenir des images en couleurs. Les données de chaque bande représentée comme une couleur primaire, et selon la valeur numérique de chaque pixel dans chaque bande, les couleurs primaires se combineront en proportions différentes pour produire des couleurs distinctes.

Alors que les images panchromatiques sont obtenues à partir de l'enregistrement du rayonnement dans intervalle unique de longueur d'onde situé dans le domaine du visible (entre 0,4 et 0,7M). Comme les données ne sont acquises que dans un seul canal, seules des images en noir et blanc peuvent être obtenues. Bien que moins riche du point de vue de la résolution spectrale, l'image panchromatique offre une résolution spatiale plus importante.

2.2.3. Traitement d'images satellitaires

Dans le cadre de notre projet, nous avons opté pour une classification supervisée à l'aide du logiciel de traitement d'image ENVI. Pour ce faire, il faudrait, tout d'abord, faire quelques prétraitements sur les images pour qu'elles soient utilisables et homogènes. On cite les étapes suivantes :

➤ Réassemblage des différentes bandes de l'image

Cette étape consiste à réorganiser les différentes bandes de l'image multispectrales et à spécifier les noms de chaque bande pour faciliter le traitement.

➤ Mise à niveau de la donnée

Cette étape consiste à faire :

- un découpage des deux images brutes (1987 et 2015) ;
- un cadrage sur la zone d'intérêt ;
- une synchronisation géographique entre les deux scènes.

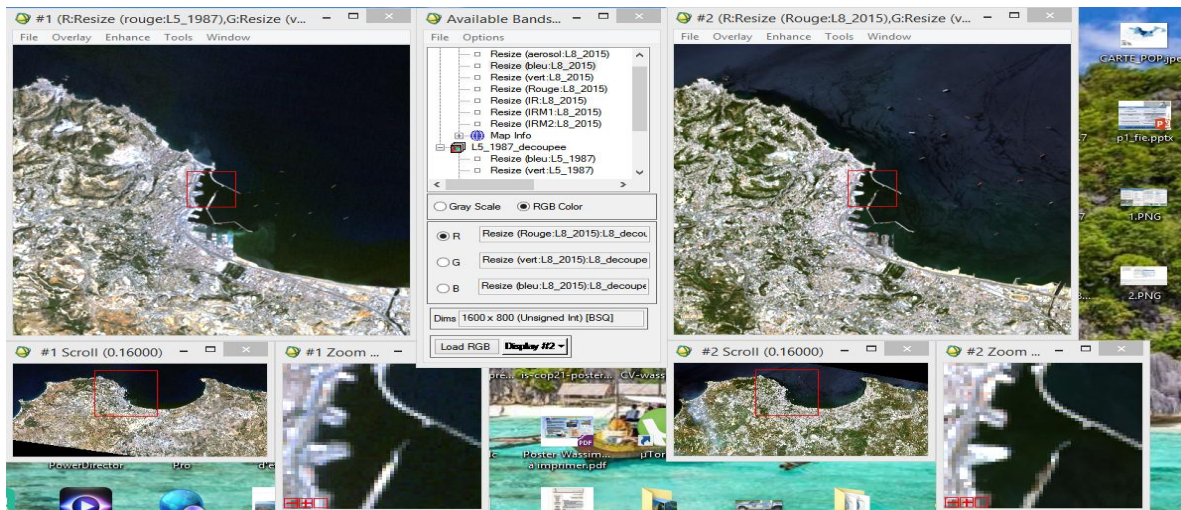


Figure III. 9: prétraitement des images satellitaires

Après ces traitements, on a pu obtenir une donnée homogène exploitable et surtout comparable, c'est un préalable nécessaire pour faire une classification supervisée.

2.2.4. Classification supervisée sur ENVI

Cette méthode se base sur un algorithme « Maximum de Vraisemblance », qui regroupe les différentes classes thématiques selon les ressemblances spectrales entre pixels, en se basant sur une expertise utilisateur (données d'échantillonnage supervisée par l'utilisateur).

Pour ce faire, on a procédé de la manière suivante :

➤ Echantillonnage

Les échantillons (ou Region Of Interest ; ROI sur ENVI), sont collectés à partir de l'outil ROI du logiciel. Quatre classes d'échantillons ont été créées : l'urbanisation, la végétation, l'agriculture et l'eau, pour pouvoir par la suite, isoler chaque classe à part.

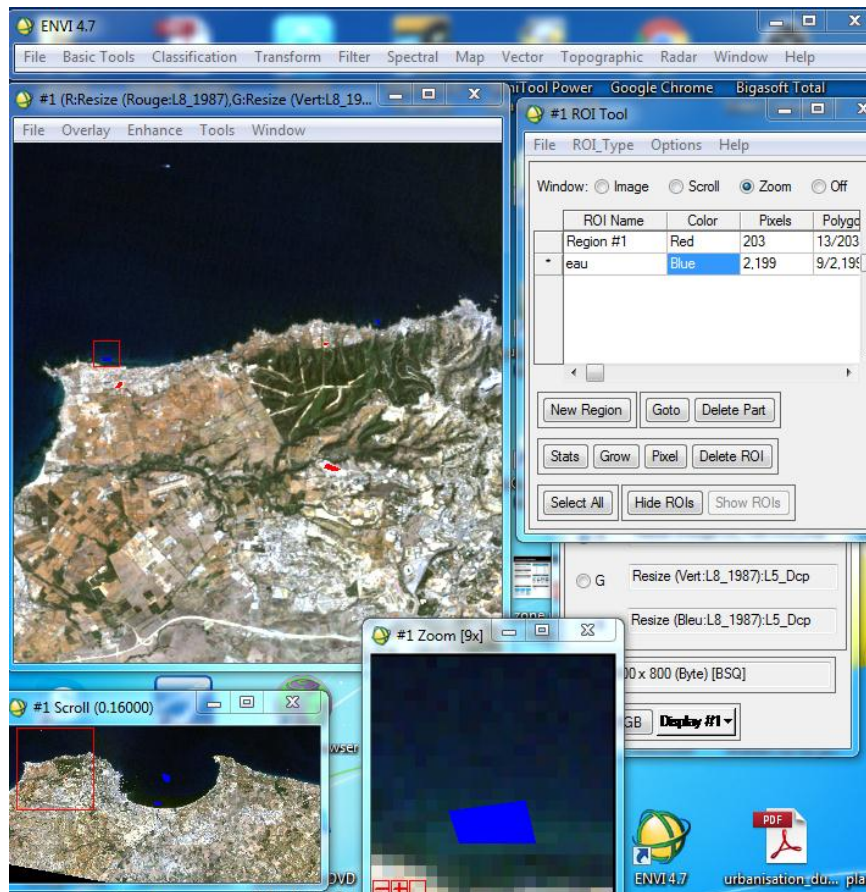


Figure III. 10: Echantillonnage de différentes régions d'intérêts

➤ **Réalisation de la classification :**

A partir des ROI, on a pu ressortir la classification pour les deux images.

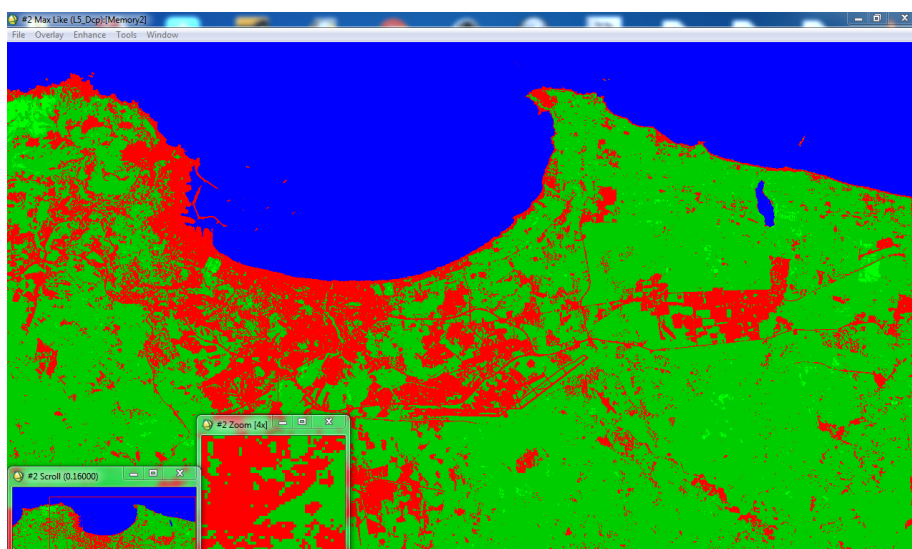


Figure III. 91: Classification pour l'image de 1987

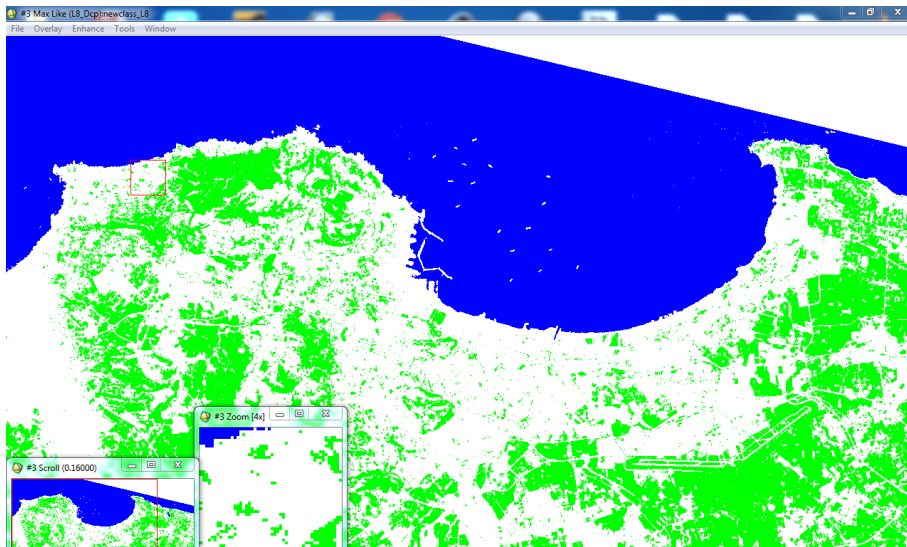


Figure III. 102: Classification pour l'image de 2015

➤ **Validation de la classification**

Cette étape permet de juger la qualité des classifications, elle consiste à créer des ROI de validation à base des orthophotographies et des images à très haute résolution ; dans notre cas les données de validation utilisées sont : des images Alsat2A pour la classification de 2015, et des cartes topographiques pour la scène de 1987.

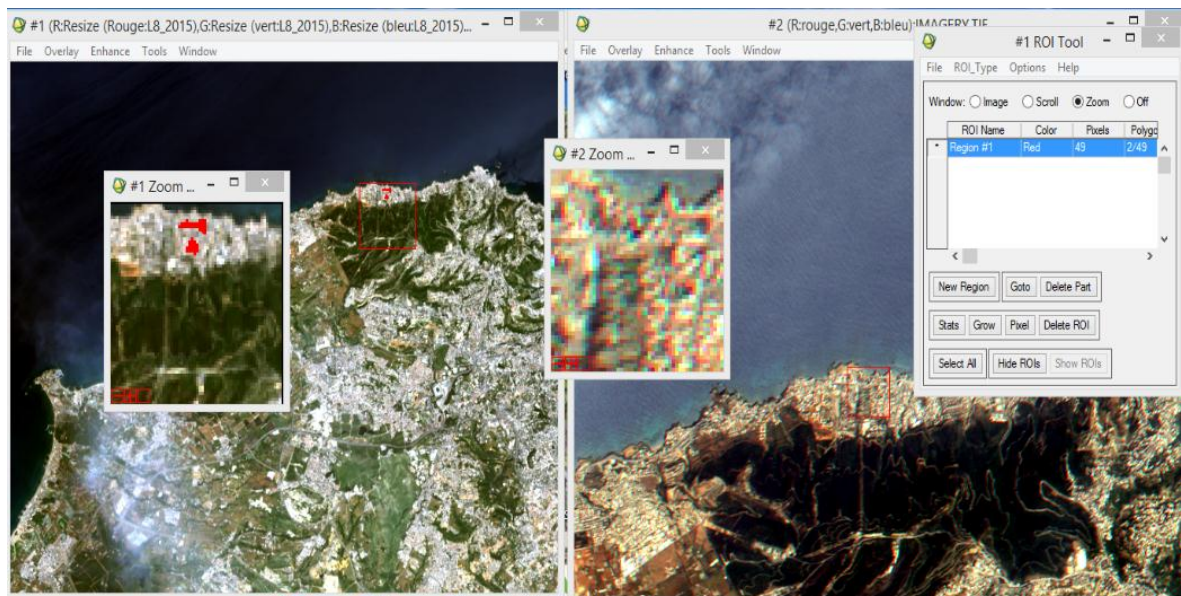


Figure III. 113: Exemple de validation des ROI ; A gauche une image à haute résolution LANDSAT 8 de 2015 et à droite une image à très haute résolution ALSAT 2A de 2014

➤ **Extraction des couches multi-dates des couches thématiques**

Dans cette étape, nous avons ressorti chaque classe à part, et cela par la création de contour, pour pouvoir, à la fin traiter chaque paramètre séparément.

2.2.5. Détection du changement

Dans cette étape, nous avons établi une analyse spatiale du changement de l'urbanisation suivant deux classifications de 1987 et de 2015 par l'extension « change detection » ou détection du changement qu'on trouve dans l'entête « classification ».

Le résultat obtenu, après exportation en format « Shapefile » vers un logiciel SIG (dans notre projet, nous avons opté pour le logiciel Open source « QGIS desktop ») est mis en page à l'aide de l'outil « composeur d'impression ». Une carte du changement d'occupation du sol relative aux deux dates a été réalisée.

Dans cette carte, trois classes sont ressorties :

- des changements positifs d'urbanisation (urbanisation (+)) le long de la baie d'Alger ;
- aucun changement (urbanisation 0) comme pour les zones déjà bâties ou pour l'eau par exemple ;
- des changements négatifs d'urbanisation (urbanisation (-)) comme pour la végétation ou bien les terres agricoles.

2.3. Evolution de l'occupation du sol des communes côtières de la baie d'Alger

Il est donc primordiale d'évaluer cette occupation et voir comment le changement c'est effectué durant les 30 dernières années. Pour ce faire, nous avons opté pour une analyse spatiale avec le logiciel SIG **ArcGis 10.2.2** qui consiste à découper à partir de l'outil de géotraitement « **Extraire** », les cartes d'occupations que nous avons obtenues du traitement des images satellitaires à partir d'une carte de découpage administratif des communes côtières de la baie d'Alger.

Les résultats obtenus sont des cartes d'occupation des communes de 1987, de 2015 ainsi qu'une carte du changement urbain réalisée durant cette période, représentées respectivement dans les figures IV.5, IV.6 et IV.7 du prochain chapitre.

Par la suite, pour pouvoir ressortir le taux d'occupation par commune et pour chaque année, nous avons utilisé la boîte à outils **ArcToolbox** du **ArcMap** et à partir de l'outil d'analyse

statistique, nous avons fait une intersection entre les entités de la table attributaire du découpage administratif et celle de l'occupation des deux périodes ainsi que le changement d'urbanisation notable durant ces deux périodes. Enfin, nous avons obtenu un pourcentage d'occupation par commune pour les 2 cartes, lesquelles sont illustrées dans des diagrammes représentés dans les figures IV.8, IV.9 et IV.10 du prochain chapitre.

2.4.Perte des espaces verts et forestiers

Parmi les différents impacts de l'urbanisation sur les espaces naturels, on remarque la consommation effrénée des espaces verts et des terres agricoles. Pour pouvoir visualiser ce phénomène, à l'aide des données de télédétection, nous avons procédé au calcul de l'indice de végétation par différence normalisé appelé aussi NDVI des deux images satellitaires multi temporel LANDSAT.

2.4.1. Définition de l'Indice de Végétation Normalisé

L'NDVI est construit à partir des canaux rouges (R) et proches infrarouge (PIR). L'indice de végétation normalisé met en valeur la différence entre la bande visible du rouge et celle du proche infrarouge $NDVI = (PIR-R)/(PIR+R)$. Cet indice est sensible à la vigueur et à la quantité de la végétation.

Les valeurs du NDVI sont comprises entre -1 et +1, les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme la neige, l'eau ou les nuages pour lesquelles la réflectance dans le rouge est supérieure à celle du proche infrarouge. Pour les sols nus, les réflectances étant à peu près du même ordre de grandeur dans le rouge et le proche infrarouge, le NDVI présente des valeurs proches de 0.

Les formations végétales quant à elles, ont des valeurs de NDVI positives, généralement comprises entre 0,1 et 0,7. Les valeurs les plus élevées correspondent aux couverts les plus denses.

2.4.2. Calcul du NDVI

En utilisant l'extension NDVI qu'on retrouve dans le logiciel ENVI >**Transform**> **NDVI**, on obtient une coloration blanchâtre de la végétation sur les images satellitaires représentées sur les figures III.17 et III.18.

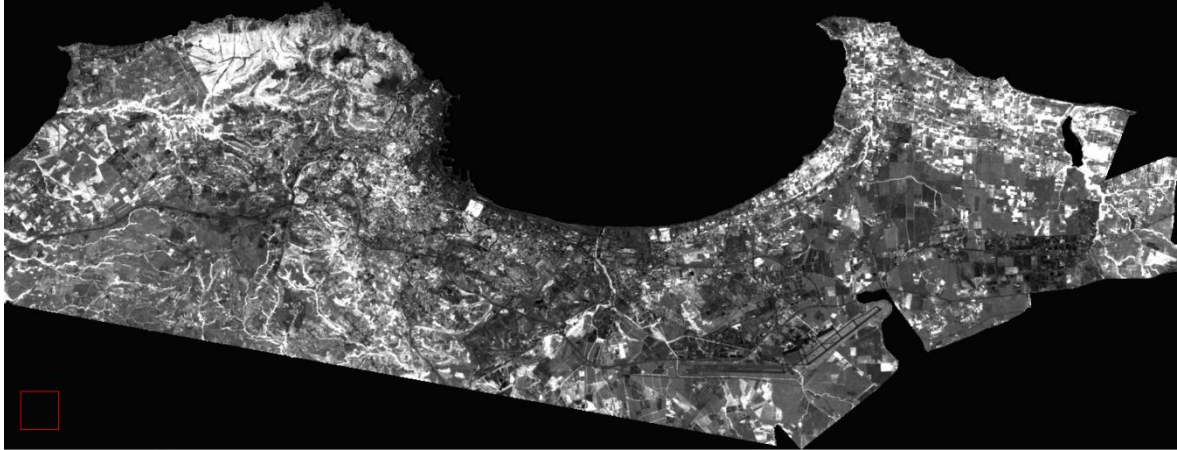


Figure III. 124: l'indice NDVI sur l'image 1987

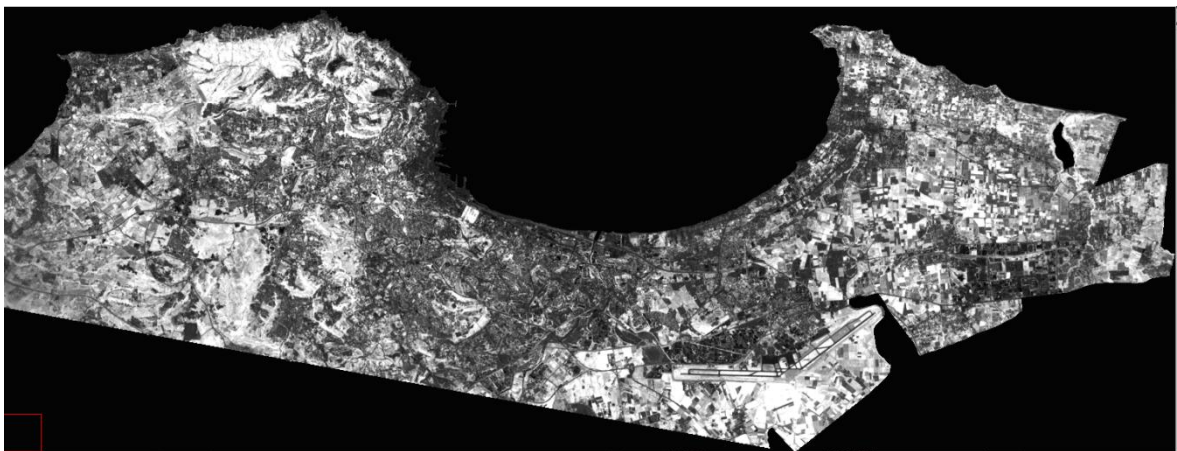


Figure III. 135: l'indice NDVI sur l'image 2015

2.4.3. Application du masque

Après avoir ressorti la végétation des images LANDSAT, on a appliqué un masque pour ne faire ressortir que les pixels de végétation et on a obtenu un masque de végétation pour les deux images représenté dans la figure III.19.

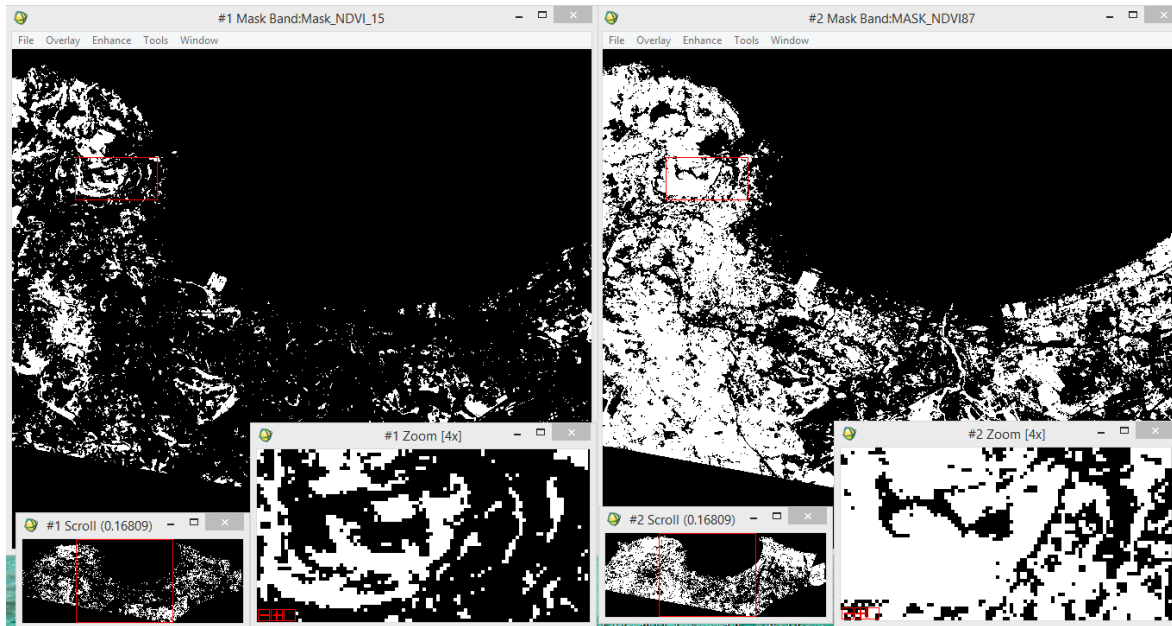


Figure III. 146 : Application de masque pour ressortir la végétation des deux images LANDSAT

2.4.4. Extraction des vecteurs

Après avoir appliqué les masques pour ressortir la végétation, nous avons transformé les pixels des images en vecteur via l'extension **Vector> Raster to Vector** et nous avons obtenu les deux vecteurs de la végétation représentés dans la figure III.32.

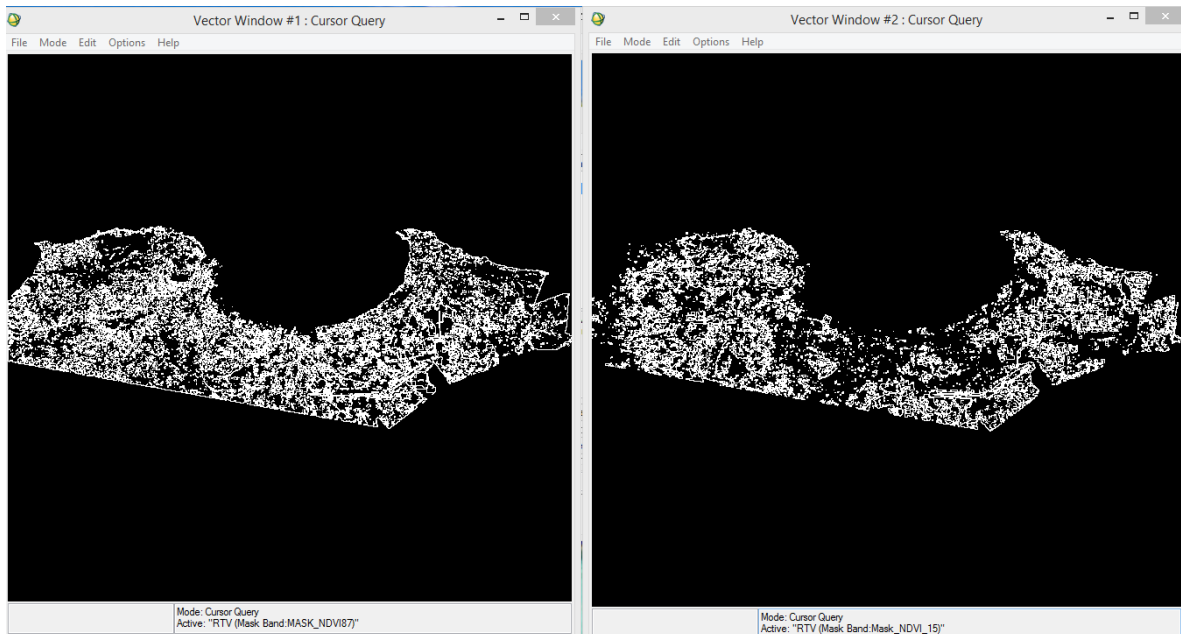


Figure III. 157: Vectorisation des deux masques de végétation

2.4.5. Exportation des vecteurs sur ArcMap

En transformant les deux vecteurs en format Shapefile via l'extension **File > Exporte layer to shapefile**, nous avons fait un découpage de la végétation pour chaque commune littorale et pour les deux vecteurs via la boîte à outils **ArcToolBox> Outils d'analyse > extraire > découper**.

Par la suite nous avons calculé le taux de végétation par commune en utilisant la boîte à outils **ArcToolBox> Outils d'analyse > Statistique > Intersection**.

Enfin, nous avons exporté les tables attributaires sur Excel pour pouvoir faire les diagrammes de répartition de la végétation pour chaque commune et pour les deux périodes.

2.5. Simulation de l'évolution de la croissance urbaine des communes côtières par le Modèle de régression multinomial

2.5.1. Paramètres de la croissance urbaine choisis

Le choix des paramètres de la croissance urbaine a été conditionné par la disponibilité des données et le contexte de ce travail. A cet effet, nous avons pu travailler sur les paramètres suivants :

- classification de la couverture Landsat de la zone d'étude en faisant ressortir principalement les thèmes : urbain, végétation et agriculture. En effet, une classification supervisée a été réalisée sur l'image Landsat 5 du 09/09/1987, en prélevant les échantillons à partir d'une interprétation visuelle validée par une orthophoto de résolution de 5m ;
- données démographiques de l'année 1987 issues des statistiques de l'ONS ;
- données démographiques de l'année 2008 issues des statistiques de l'ONS ;
- modèle numérique de terrain issu de la couverture satellitaire ASTER de type GDEM du 17/10/2011 ;
- réseau routier issu d'une digitalisation de cartes topographiques au 1/25000.

2.5.2. Principe du modèle de la régression logistique multinomiale

Dans ce travail, nous avons utilisé le modèle MLR (Multinomial Logistic Regression model) afin de simuler la croissance urbaine dans la frange littorale de la baie d'Alger au cours de ces dernières trente années et ce, en modélisant quelques données historiques caractérisant le développement urbain dans la région. Ce travail simule le développement urbain sur la base des

données sus citées. Il s'agit d'une carte de classification de la zone, des données démographiques, d'un modèle numérique de terrain ainsi que le réseau routier de la zone d'étude.

Le principe du MLR est de prédire les composants d'une variable dépendante basée sur une série de variables indépendantes qui peuvent être continues, discrètes, dichotomiques ou une combinaison de différents types.

Le résultat de la modélisation est soit des catégories ou bien une probabilité continue de 0 à 1 du composant (Y.GUO, 2012).

La régression logistique peut être appliquée à la prédiction de la croissance urbaine en se basant sur une série de variables indépendantes comme, les données socio-économiques, physico-écologiques, et les facteurs spatiaux identifiés comme significatifs (Hu et Lo, 2007).

Le modèle de régression logistique exprime une probabilité d'appartenance d'une variable dépendante à une certaine catégorie ou un nombre dans le format logit. Un logit est aussi appelé logarithme naturel du ratio de la probabilité d'appartenance d'une variable dépendante à une catégorie ou de sa non appartenance [Menard, 1995]. La probabilité d'appartenance à une catégorie est d'autant plus importante que la valeur de logit est proche de 1 et vice-versa ; elle est d'autant plus faible que lorsque la valeur du logit est proche de 0 (Fiel, 2000).

Le logit peut être exprimé d'une manière linéaire comme suite :

$$\mathit{logit}(y) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

Dans ce travail, nous avons exécuté le modèle de régression multinomial implémenté dans logiciel IDRISI. Les résultats obtenus sont :

- une carte de probabilité d'évolution de la croissance urbaine ;
- une carte des résidus ;
- des statistiques.

Les résultats obtenus seront présentés et discutés dans le chapitre suivant.

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Analyse statistique et cartographique

1.1. Evolution de la population des communes de la Wilaya d'Alger :

La wilaya d'Alger comporte 57 communes regroupées en 13 circonscriptions administratives issues du découpage administratif du 2 août 1997 qui a intégré à la wilaya d'Alger, des circonscriptions administratives (communes) relevant antérieurement des wilayas limitrophes de Tipaza, Blida et Boumerdès, caractérisées par leur très faible densité de peuplement par rapport à celle de la wilaya d'Alger.

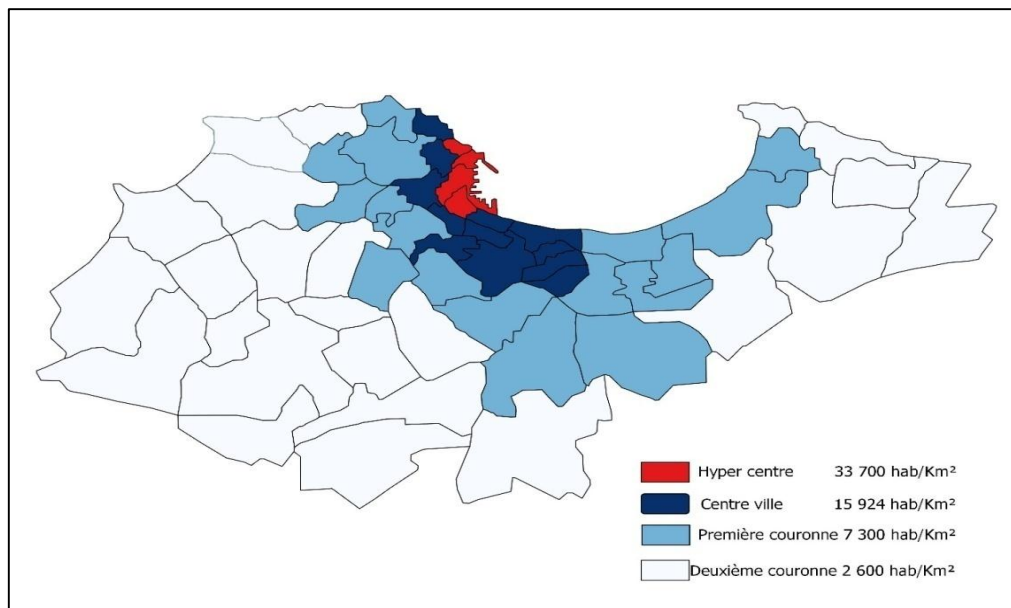


Figure IV. 1: Densité de la population des communes de la wilaya d'Alger

A partir des données du recensement de 2008 et tenant compte de l'importance du facteur de densité de la population, le territoire de la wilaya d'Alger peut être découpé en quatre zones principales :

- **Le noyau urbain** : cette zone est composée de quatre communes côtières (Alger-centre, Casbah, Bab-el-oued, Sidi-M'hamed) fortement peuplées et avec une très haute densité (33 700 hab/Km²).
- **Le Centre urbain** : vient en second lieu par rapport au facteur de densité qui est considéré toujours comme important dans cette zone qui regroupe douze communes distinguées par une densité élevée de 15 924 hab/Km².
- **Le premier et le deuxième périurbain** : moins denses mais qui connaissent un rythme de croissance très accéléré. Les deux couronnes ensemble se composent du reste des communes de la wilaya d'Alger.

Zones	Population (recensements)					Taux d'accroissement annuels, en %			
	1966	1977	1987	1998	2008	1966-1977	1977-1987	1987-1998	1998-2008
Noyau	342 960	461 646	373 579	324 794	235 047	2,74	-2,09	-1,26	-3,2
Centre-ville	423 748	620 041	663 064	642 572	572 179	3,52	0,67	-0,28	-1,2
1 ^{er} péri-urbaine	206 259	361 328	568 447	804 428	1 004 764		4,64	3,21	2,4
2 ^{eme} péri-urbaine	6 949	19 988	523 329	790 638	1 135 456	10,08	38,61	3,82	3,65
Total wilaya d'Alger	979 916	1 463 003	2 128 419	2 562 432	2 947 446	3,71	3,82	1,7	1,3
Taux d'accroissement naturel en Algérie						3,09	2,8	2,7	1,6

Tableau IV. 1: La croissance démographique de la wilaya d'Alger entre 1966 et 2008 (ONS)

La croissance générale s'exprime cependant différemment selon les zones de la Wilaya :

- L'hyper-centre, composé des quatre communes centrales les plus densément peuplées de la wilaya, connaît un taux de croissance négatif à partir des années 80. Ce mouvement de décroissance est relayé dix années plus tard par les communes qui composent le centre-ville.
- Le taux de croissance des deux couronnes périphériques après avoir connu des niveaux très élevés, commencent à fléchir à partir de 1998, tout en se situant toutefois bien au-dessus du croît naturel.

Les densités de peuplement ont connu également des évolutions significatives très nettes. Les données des recensements montrent bien un accroissement général de la densité de population, passant de 28,92 hab/ha en 1987 à 38,26 hab/ha en 2008.

Cette évolution générale cache cependant deux mouvements contraires : une baisse très forte des densités dans l'hyper-centre et un peu moins accentuée dans le centre-ville ; un doublement de la densité pour la première couronne entre 1987 et 1998, suivie d'un repli entre 1998 et 2008, et enfin une hausse continue des densités dans la deuxième couronne. Les quartiers centraux connaissent ainsi un délestage très net de leurs populations vers les zones périphériques, selon le même mode constaté pour les taux de croissance démographique.

	1987	1998	2008
Noyau urbain	609,85	464,95	336,95
Centre urbain	170,02	189,28	159,24
1 ^{er} péri-urbain	46,57	85,71	72,35
2 ^{eme} péri-urbain	11,62	17,23	25,87
Total Alger	28,92	33,26	38,26

Tableau IV. 2: Densités par zones. Habitants / hectare (ONS, 2008)

1.2. Evolution de l'occupation des communes de la baie d'Alger

Les résultats obtenus du traitement des images satellitaires sont représentés dans les figures suivantes :

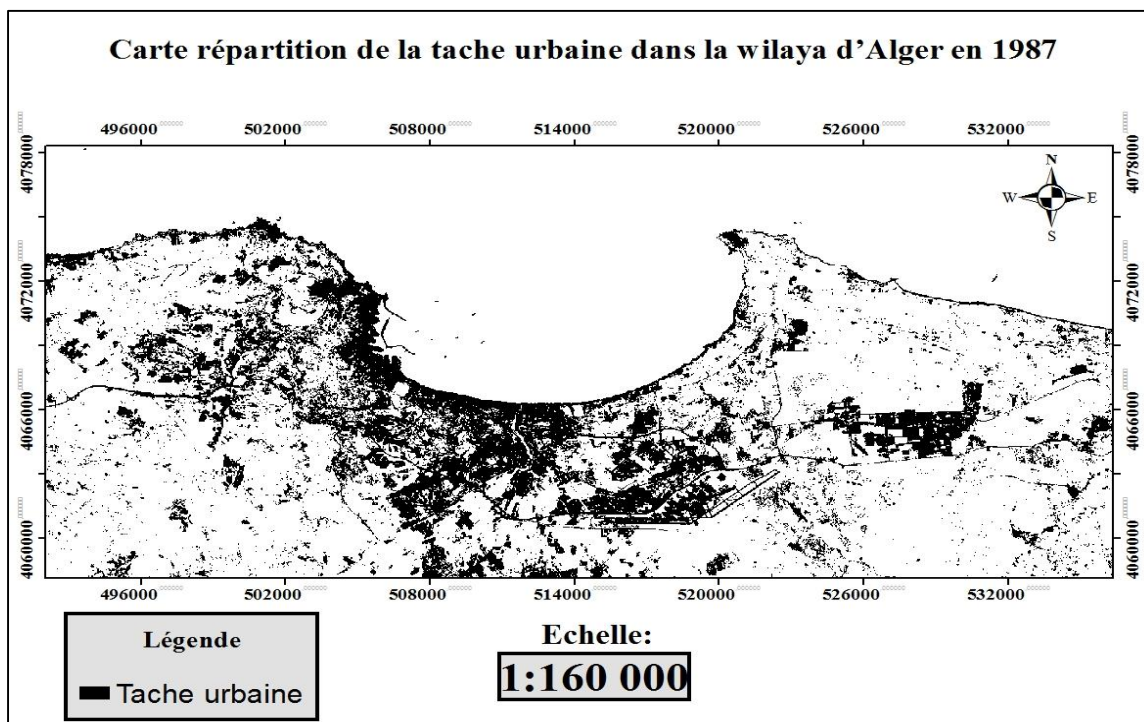


Figure IV. 2: Carte de répartition de l'urbanisation en 1987

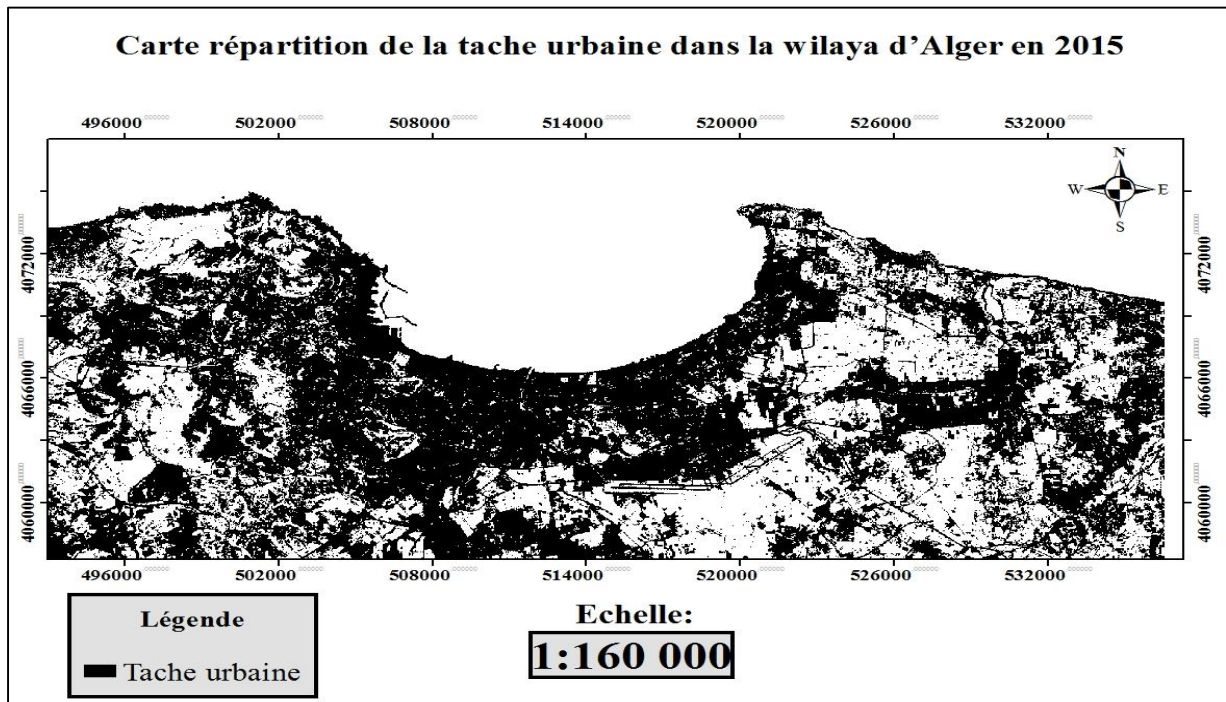


Figure IV. 3: Carte de répartition de l'urbanisation en 2015

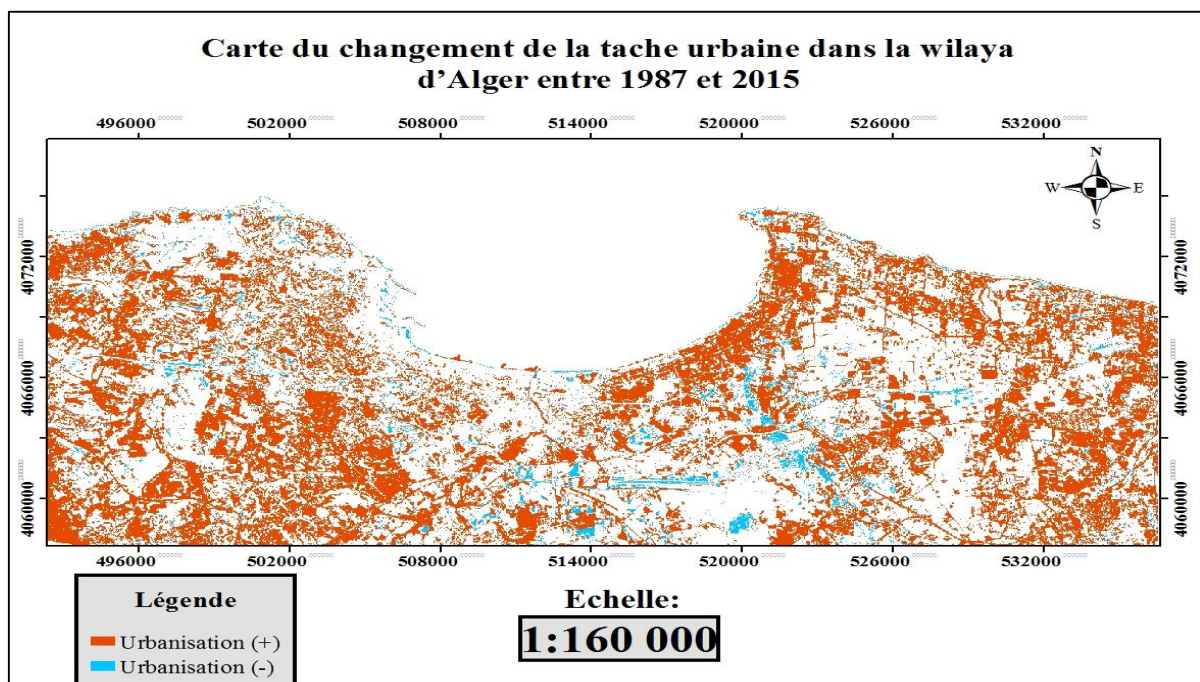


Figure IV. 4: Carte de détection du changement de la tache urbaine Entre 1987 et 2015.

Les figures IV.2, IV.3, et IV.4 montrent à quel point la tâche urbaine s'est étendue dans toutes les directions :

- Vers les reliefs sahéliens du Sud-ouest (jointure avec les agglomérations de Birkhadem, Draria, El Achour et Saoula) ;
- Vers la zone sahélienne avec l'étalement de l'agglomération de Cheraga et la continuité de son bâti jusqu'à Ouled-Fayet et El Achour au Sud-est et avec les agglomérations de Ain Benian et Staoueli au Nord-ouest ;
- Vers le sud, avec la jonction des agglomérations de Baraki, Oued Semar et Dar-El-Beida ;
- Le long de la côte et de la baie d'Alger enfin, qui montre l'ampleur de la littoralisation, avec le remplissage de l'espace compris entre Bordj-El Kiffan, Bordj El Bahri, Tamentfoust et El Marsa.

1.3. Evolution du changement d'occupation des communes côtières de la baie d'Alger

Le littoral Algérois est la zone la plus convoitée et la plus occupée du pays par la population. Il abrite l'essentiel des activités économiques de la wilaya ainsi que la majorité des équipements administratifs, mais c'est aussi une zone très fragile qui ne supporte pas la sur-occupation car cette dernière peut engendrer des risques majeurs sur l'environnement maritime tels que : perte d'espaces naturels, pollution de l'environnement ou même risque sur la pérennité de la population.

D'après l'analyse spatiale effectuée dans le chapitre précédent, nous avons obtenu les résultats suivants :

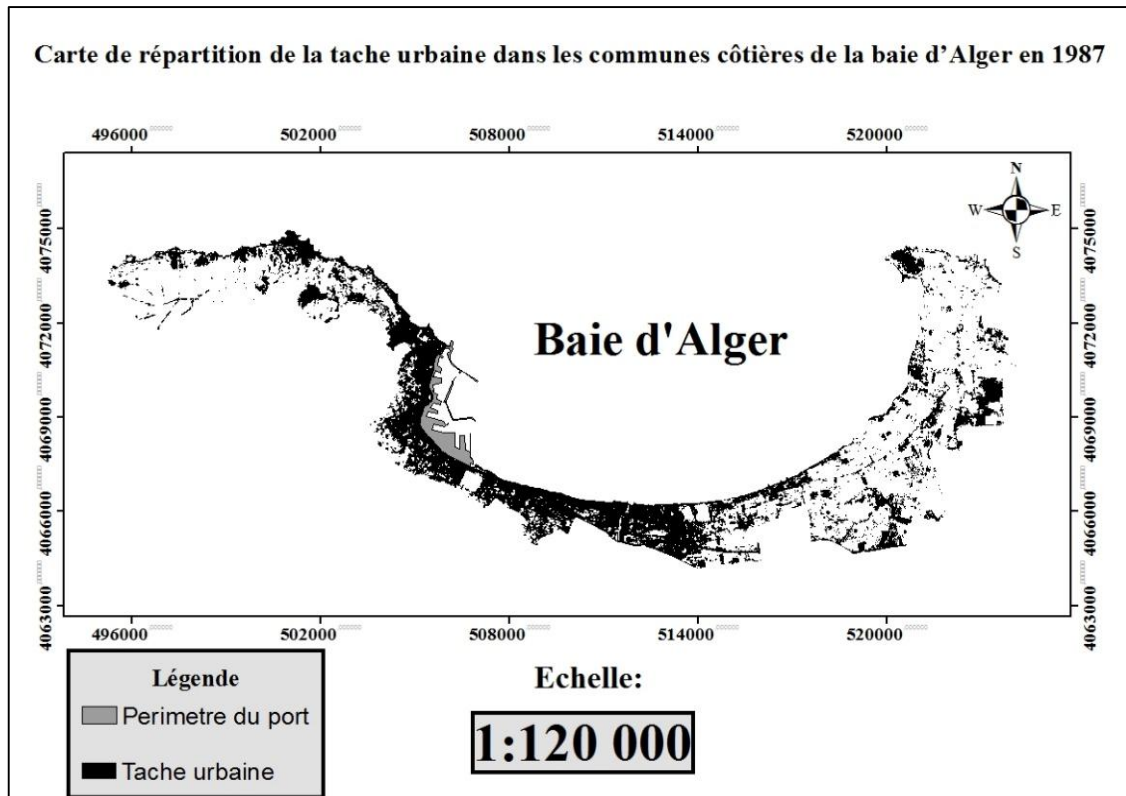


Figure IV. 5: Carte de répartition de l'urbanisation des communes côtières de la baie d'Alger en 1987

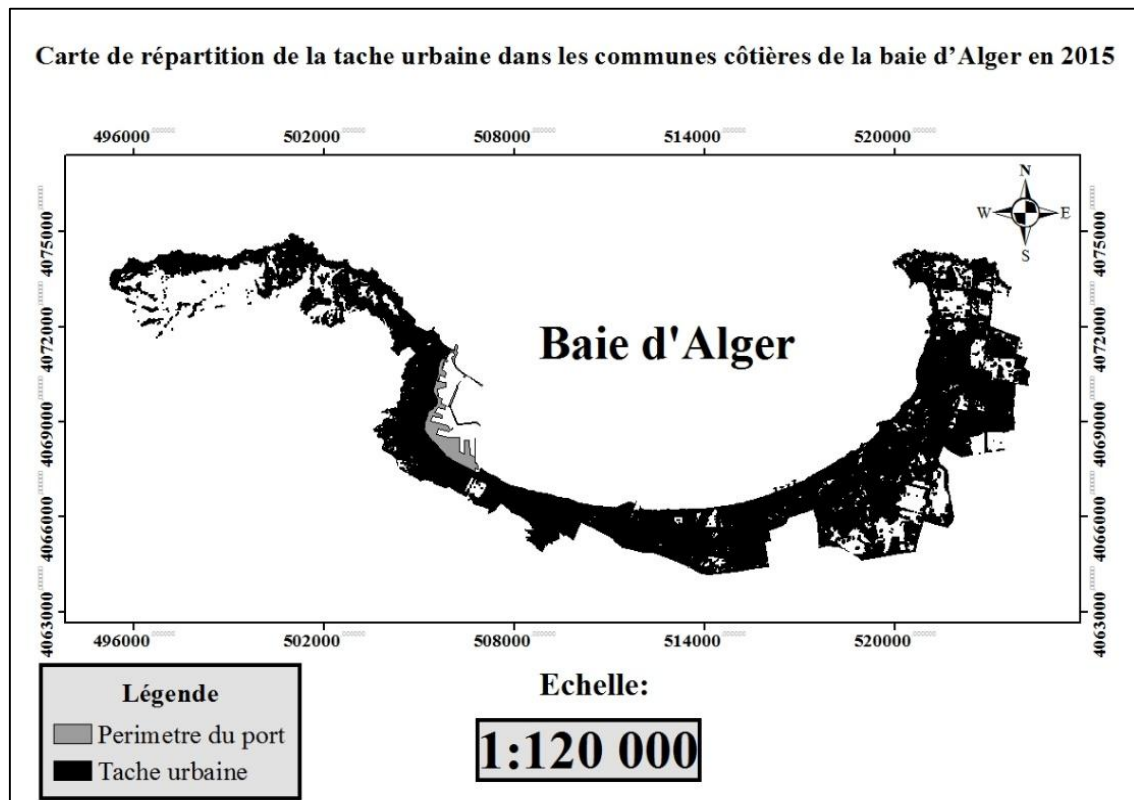


Figure IV. 6: Carte de répartition des communes côtières de la baie d'Alger en 2015

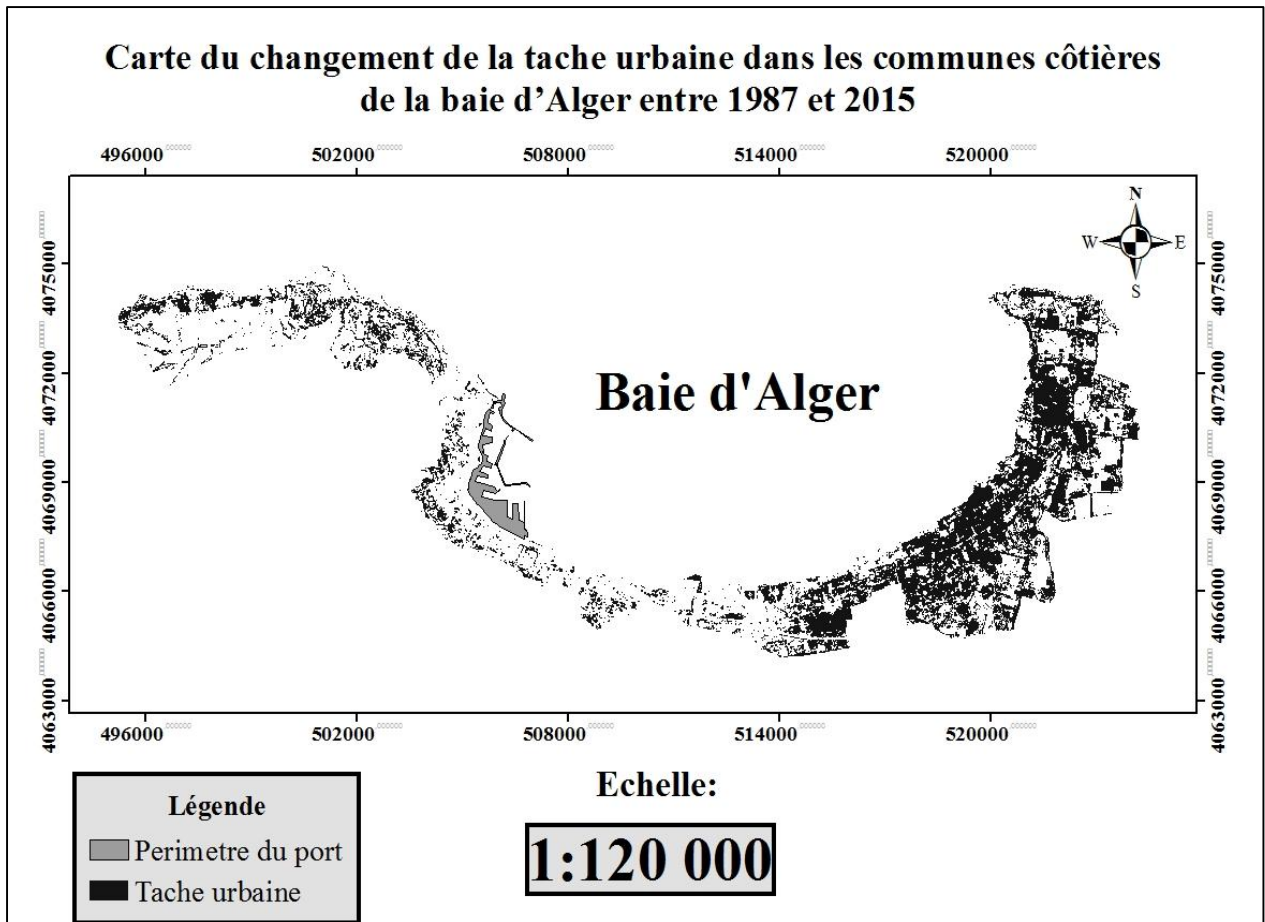


Figure IV. 7: Carte du changement de la tache urbaine des communes côtières effectuée entre 1987 et 2015

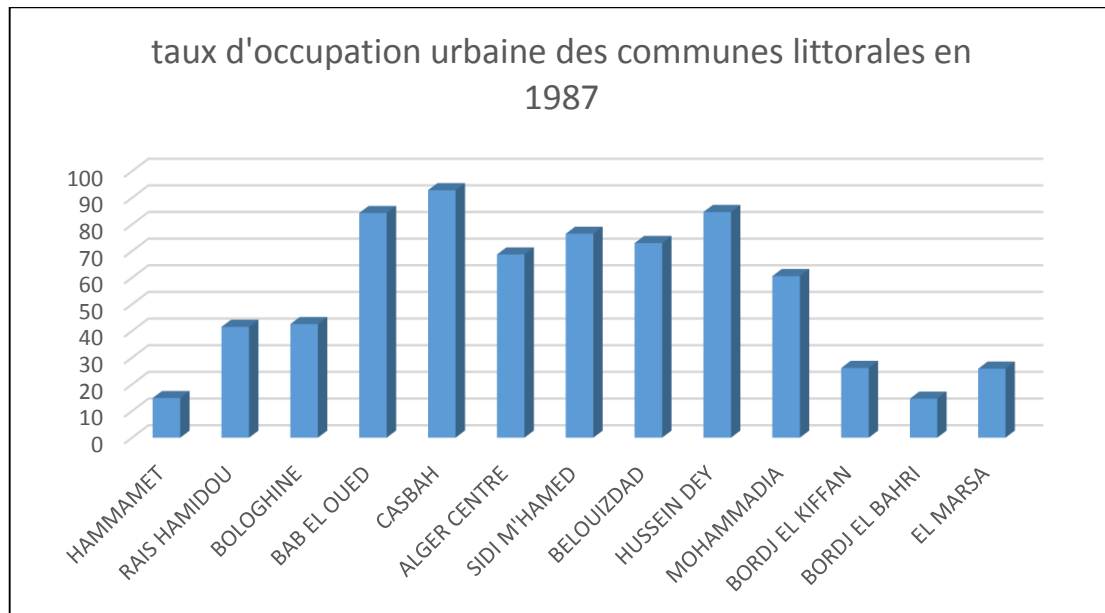


Figure IV. 8: Diagramme du taux d'occupation urbaine des communes côtières de la baie d'Alger en 1987

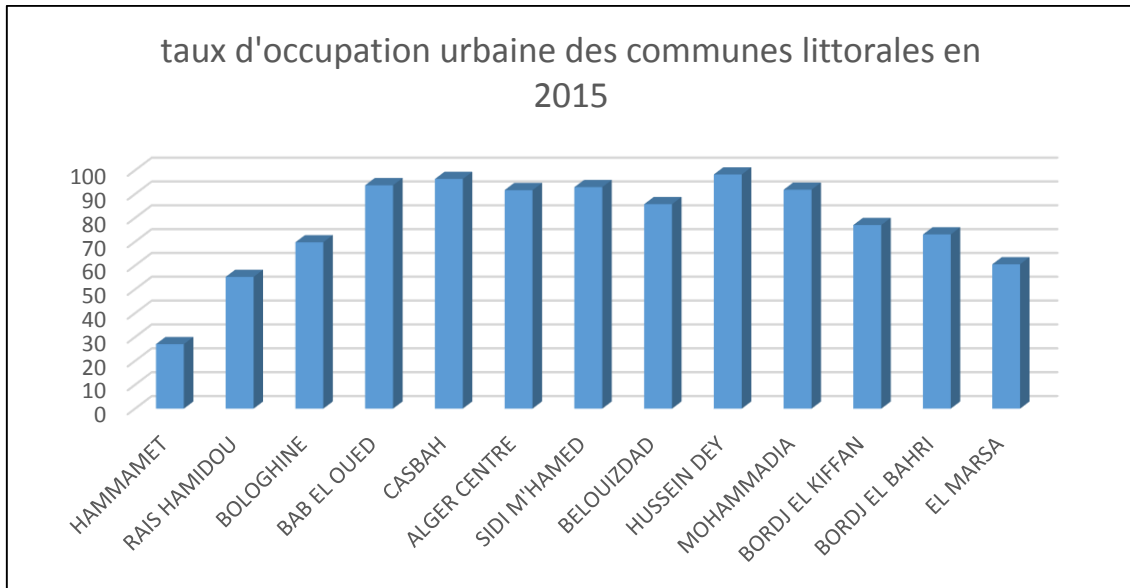


Figure IV. 9: Diagramme du taux d'occupation urbaine des communes côtières de la baie d'Alger en 2015

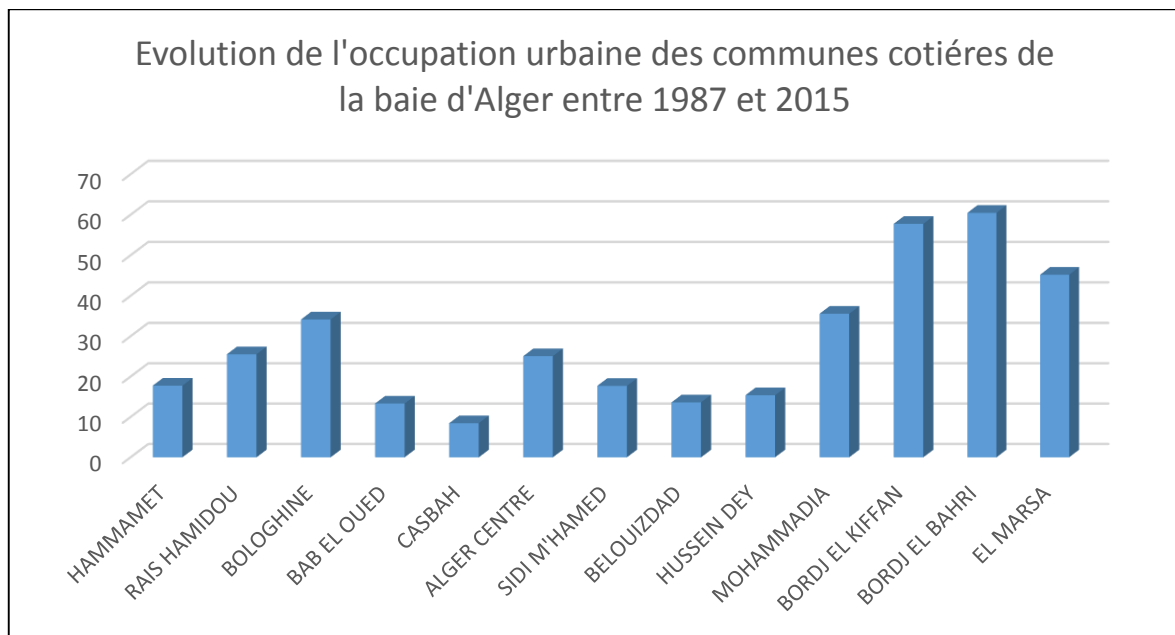


Figure IV. 10: Diagramme du taux d'occupation urbaine des communes côtières de la baie d'Alger durant les 30 dernières années

Ces figures montrent à quel point le littoral algérois s'est artificialisé durant les 30 dernières années :

- Pour les communes littorales de l'hyper-centre et du centre-ville, le taux d'occupation était d'ores et déjà très élevé soit 64% de la superficie des 4 communes de l'hyper-centre et 69% de la superficie des 3 communes du centre-ville en 1987.

Néanmoins, ce taux a comme même connu de faibles augmentations de 13 et 17% durant les 30 dernières années soit un taux d'occupation de 77% pour les communes de l'hyper-centre et 87% pour les communes du centre-ville.

- Alors que pour les communes littorales des deux couronnes, l'occupation c'est développées à un rythme effréné durant les 30 dernières années passant d'un taux de 29% en 1987 à un taux de 67% en 2015 soit une augmentation d'un peu moins de 40% durant cette période.

1.4. Comparaison entre l'accroissement de la population et les changements dans l'occupation du sol

Le processus d'urbanisation indique comme partout en Algérie, une nette relation entre l'accroissement de la population et les changements effectués dans l'occupation du sol. Pour Alger, cet étalement de l'espace urbain s'est accompagné d'un net ralentissement du taux de croissance de la population des communes du l'hyper-centre et du centre-ville, par rapport à celui des communes des deux couronnes restait sensible à cause de l'excédent migratoire ; ce qui a engendré un changement radical dans la structure de l'espace algérois.

La banlieue a ainsi connu un rythme de croissance élevé qui est à l'origine d'une extension et d'une densification alarmante des zones résidentielles et ceci, à l'instar des autres communes des wilayas limitrophes. L'apport migratoire massif avec un taux d'immigration qui avoisine les 9 % (1987-1998) selon l'ONS, résulte de l'attraction exercée par la ville d'Alger en lien avec les nombreuses implantations industrielles de ses couronnes.

Le taux de croissance globalement élevé de la population de la wilaya d'Alger entre 1998 et 2008 (1,6 %) s'explique par une forte immigration depuis les autres wilayas. Les multiples fonctions qui impliquent son statut de capitale ainsi que les avantages comparatifs de ses infrastructures, son poids économique et démographique, font en effet d'Alger la destination préférée de la population.

Une étude de l'Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire (ANAT) estime pourtant que la ville d'Alger n'abritait plus dès 2002 que 41 % de la population de son aire métropolitaine contre 54 % en 1966. Mais cette baisse relative ne fait que refléter le débordement d'Alger sur les wilayas limitrophes de Tipaza, Boumerdès et Blida qui ont connu une croissance galopante.

On notera que la population de la wilaya d'Alger n'a pas cessé de croître en valeur absolue, il n'y a donc pas encore de désurbanisation (baisse de l'urbanisation de la ville centre). Cette diffusion de l'expansion urbaine sur les régions voisines pose le problème de l'organisation, de la cohérence et de la hiérarchisation des tissus urbains produits.

1.5. Simulation de l'évolution de la croissance urbaine des communes côtières par le Modèle de régression multinomial

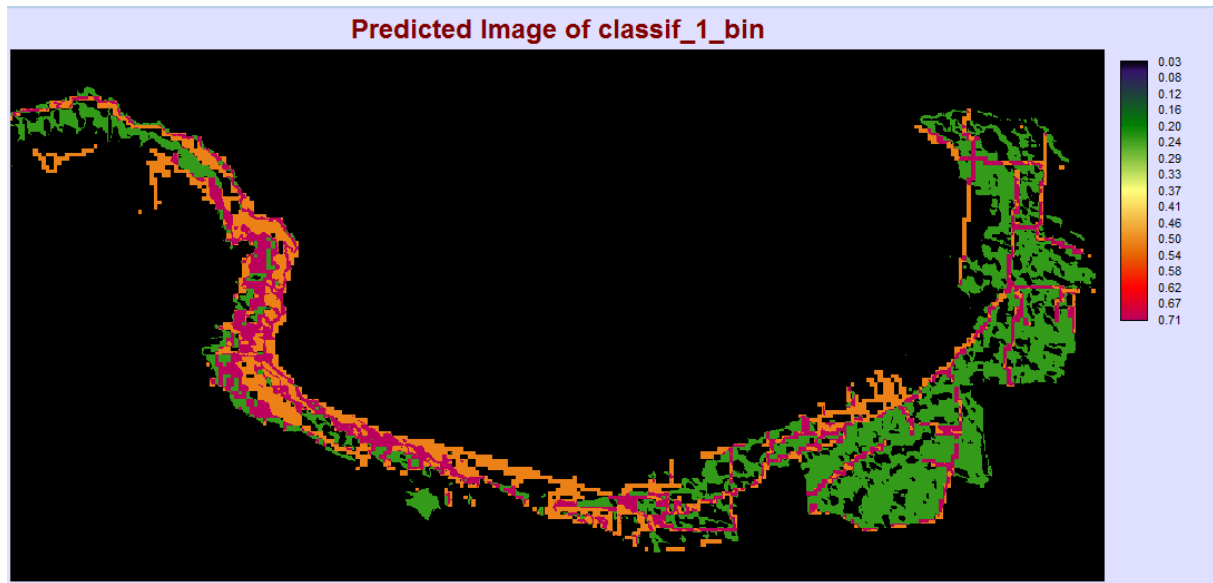


Figure IV. 11: Carte de probabilité de la simulation urbaine de la baie d'Alger pour 2015

Le résultat obtenu est une carte de probabilité (**Figure IV.11**) dont les valeurs varient entre 0,03 et 0,71. Ainsi, les plus fortes probabilités d'urbanisation sont celles qui dépassent 0,50. Elles forment sur la carte, un dégradé du rouge vers le magenta observé dans la partie ouest de la zone d'étude, à priori déjà urbanisé, mais aussi dans la partie est, qui était connu dans les années 80 par ses terrains agricoles et ses espaces verts. Cette prédiction d'urbanisation, en particulier dans la zone est, semble suivre l'ossature du réseau routier, ce qui montre l'importance de l'injection des voies de communication dans le modèle de régression.

D'autre part, les plus faibles probabilités d'urbanisation sont inférieures à 0,50 et forment sur la carte un dégradé du bleu foncé au jaune, observé sur la frange littorale et l'arrière littoral. Néanmoins, cette faible prédiction d'urbanisation est plus optimiste que la carte d'occupation du sol de l'année 2015 (**figure IV.6**). En effet, ceci peut s'expliquer par le fait que la modélisation est basée sur un nombre limité de variables indépendantes.

Par ailleurs, il est à noter que la qualité d'une prédiction reste tributaire d'une urbanisation planifiée ; dont les paramètres sont connus et réglementés. Les constructions illicites pour des raisons sociales ou sécuritaires peuvent considérablement biaiser tout modèle de prédiction.

2. L'impact de cette évolution d'occupation du sol

L'analyse diachronique des deux images satellitaires utilisées dans le cadre de ce travail, montre d'emblée l'important changement des communes de la baie d'Alger. La croissance démographique continue entre les deux périodes, s'est traduite par une extension spatiale de l'agglomération urbaine, dont les marques les plus visibles s'expriment dans la densification de l'habitat, la multiplication des voies de communication et l'essor des activités économiques.

Avec cette croissance mal maîtrisée, l'agglomération algéroise atteint une taille difficilement gérable, avec les problèmes inhérents à une mégapole d'un pays en développement. D'ores et déjà, les pouvoirs publics ne sont plus capables d'assurer ni une alimentation régulière en énergie électrique, ni la collecte efficace des ordures ménagères et autres déchets solides, ni un transport de qualité, ni de prémunir ses deux millions d'habitants contre les risques sismiques. Les autorités officielles sont pourtant conscientes que *«le développement incontrôlé, voire anarchique, des grandes agglomérations engendre des coûts économiques très élevés ainsi que la dégradation du cadre de vie des citoyens»*. (Rapport de GGA 1998, in MEDJADJ, T).

2.1. Impact sur l'environnement

2.1.1. Déchets solides et liquide

Parallèlement à la croissance urbaine et démographique, la génération de déchets urbains a connu elle aussi des évolutions importantes. Évaluée en 2005 à environ 8,5 millions de tonnes par an (soit 23 288 tonnes par jour) à l'échelle nationale, cette production connaît une progression sensible. Le seuil des 12 millions de tonnes de déchets solides urbains fut certainement franchi en 2010. Dans l'étude du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE, 2005) sur l'état de l'environnement en Algérie, il est indiqué que la production de déchets par habitant dans le milieu urbain est passée de 0,76 kg/jour en 1980 à 0,9 kg/jour en 2002, pour atteindre 1,2 kg/jour en moyenne en 2005. Par contre, nous constatons un écart de près de 30 % entre le taux de la collecte des déchets dans les villes moyennes et les grandes villes.

La wilaya d'Alger a produit plus de 0,87 million de tonnes en 2008. Les déchets solides urbains proviennent de la consommation des ménages, des établissements publics (écoles, hôpitaux,

etc.), des locaux commerciaux et des entreprises. Les quantités de déchets produites varient d'une ville à l'autre dans les pays en développement, en fonction de divers facteurs et dont l'essentiel reste la croissance démographique.

À titre d'illustration, durant l'année 2007, l'établissement NetCom a procédé à la collecte de 763 382 tonnes de déchets (ordures ménagères et assimilées) dans les 28 communes de la wilaya d'Alger pour lesquelles il assure la prestation.

La gestion des déchets municipaux en Algérie est considérée comme une action prioritaire du ministère chargé de l'environnement ces dernières décennies. Pour cela, un ensemble de textes et d'organisation ont été adoptés. Des moyens humains et techniques ont été engagés depuis 2001 pour améliorer ce service. En même temps la production de déchets ne cesse d'augmenter suite à l'augmentation de la population et à la croissance économique. Ces quantités pourraient dépasser les 30 Millions de tonnes en 2025 si aucune politique de prévention n'est mise en œuvre et les mêmes tendances macroéconomiques se prolongeront dans les années qui viennent. L'adoption de l'enfouissement technique des déchets comme mode d'élimination a engendré des coûts supplémentaires aux collectivités.

Plus les flux démographiques et économiques sont importants, plus la quantité de déchets solides et liquides est importante. Les rejets d'eaux usées peu ou pas traitées, disséminent des agents pathogènes réellement dangereux pour la santé humaine. Effectuer ces mêmes rejets dans l'eau de mer ne résout rien puisque la salinité de l'eau empêche la dégradation naturelle des déchets organiques par les bactéries.

Les rejets d'eaux usées et de déchets apportent à l'eau des éléments nutritifs, accélérant le phénomène d'eutrophisation. Cette situation est plus inquiétante, si le problème de gestion de zones côtières n'est pas pris en charge efficacement (gestion des STEP, maintenance des réseaux).

2.1.2. Les impacts sur les ressources en eau

Les incidences spatiales des programmes de développement urbain et touristique, induiront dans l'avenir une forte consommation d'eau, qui risque d'accélérer le processus de rabattement des aquifères côtiers. Un processus de dégradation de la ressource est déjà constaté, causé par l'urbanisation et les activités économiques. L'industrie du tourisme exige en règle générale une trop grande consommation d'eau.

Ceci peut donner lieu à des pénuries d'eau et à une baisse ou dégradation des réserves, tout en générant simultanément une plus grande production d'eaux usées. Cette situation peut être plus délicate, si elle n'est pas prise en charge par la direction des ressources en eau, surtout pour un pays comme l'Algérie qui fait face à un sérieux stress hydrique.

2.1.3. Agression des cordons dunaires

Une extension anarchique de l'urbanisation sur ces cordons dunaires a été observée (figures IV.12 et IV.13). Celle-ci se fait sans aucun respect des réglementations et des orientations législatives (normes et lois réglementaires) édictées par le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (P.D.A.U). Cette forme d'urbanisation a dénaturé l'esthétique de ces zones qui se trouvent dans un état alarmant.

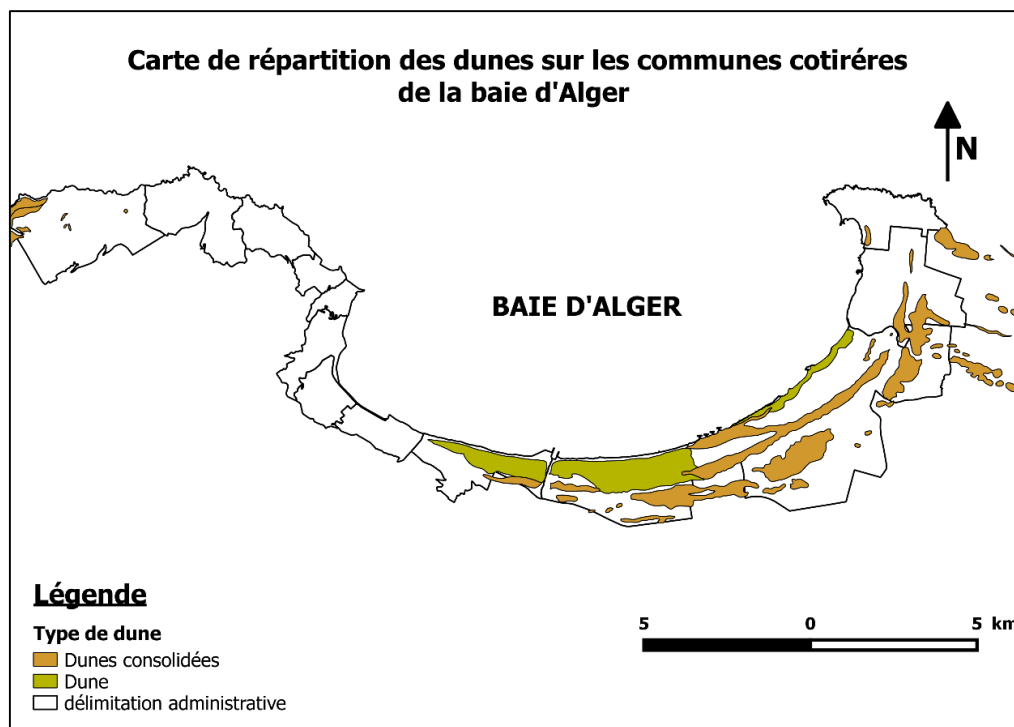


Figure IV. 122 : Répartition des dunes le long du littoral de la baie d'Alger

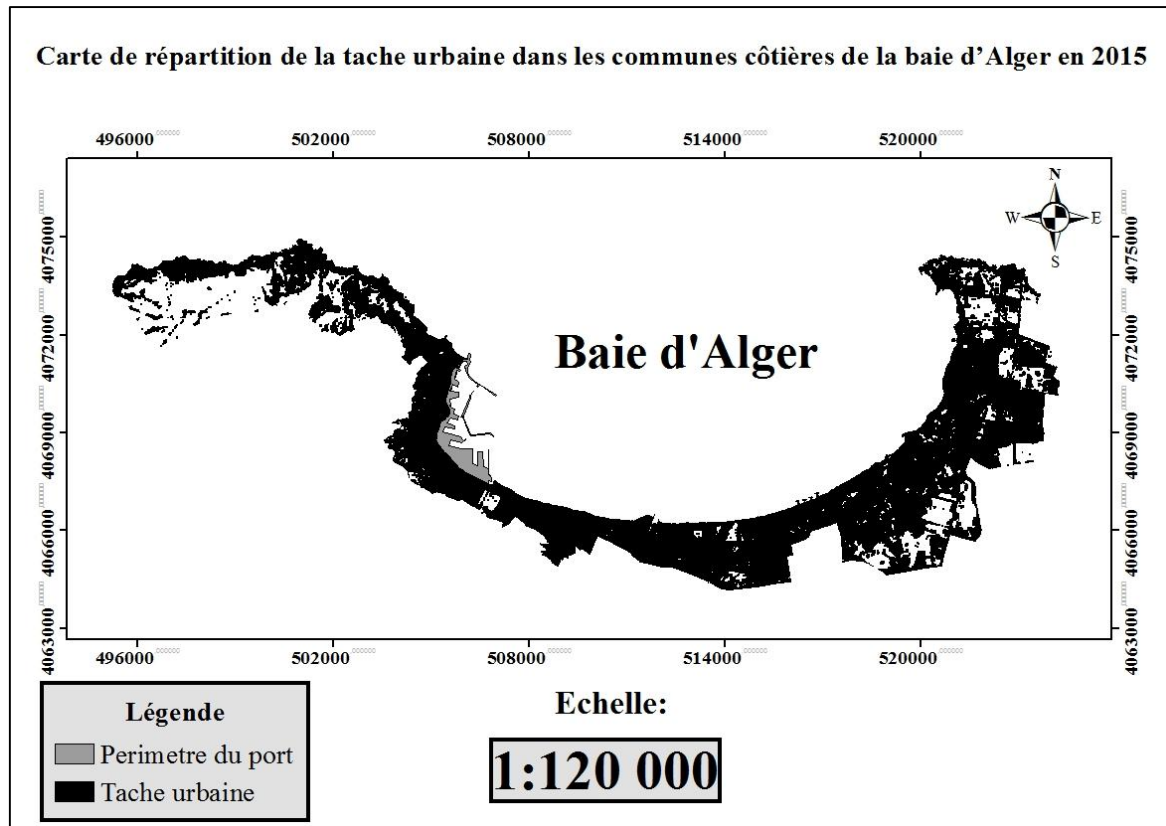


Figure IV. 133 : Répartition de l'urbain le long du littoral de la baie d'Alger

2.1.4. Dégradation des plages

Le manque des loisirs à Alger est dû principalement à la perte des plages et des espaces verts terrestre (côtiers). Environ 40% des plages dans la région de la baie d'Alger ont été perdues à cause de la pollution et de l'érosion. Les plages perdues étant à proximité de la partie la plus urbanisée de la région, plus de 40% des visiteurs des plages existantes pourraient se déplacer plus loin, si les plages sont en condition acceptable.

La longueur totale des plages sablonneuses dans la région pilote est d'environ 23 km. Les plages restantes sont soumises à une lourde pression. Pendant la saison estivale, le nombre de visiteurs de la région avoisine les 1 à 5 visiteurs par mètre de littoral/jour. Il y a environ 2 millions de visiteurs jour/an aux plages sablonneuses qui sont ouvertes pour l'instant.

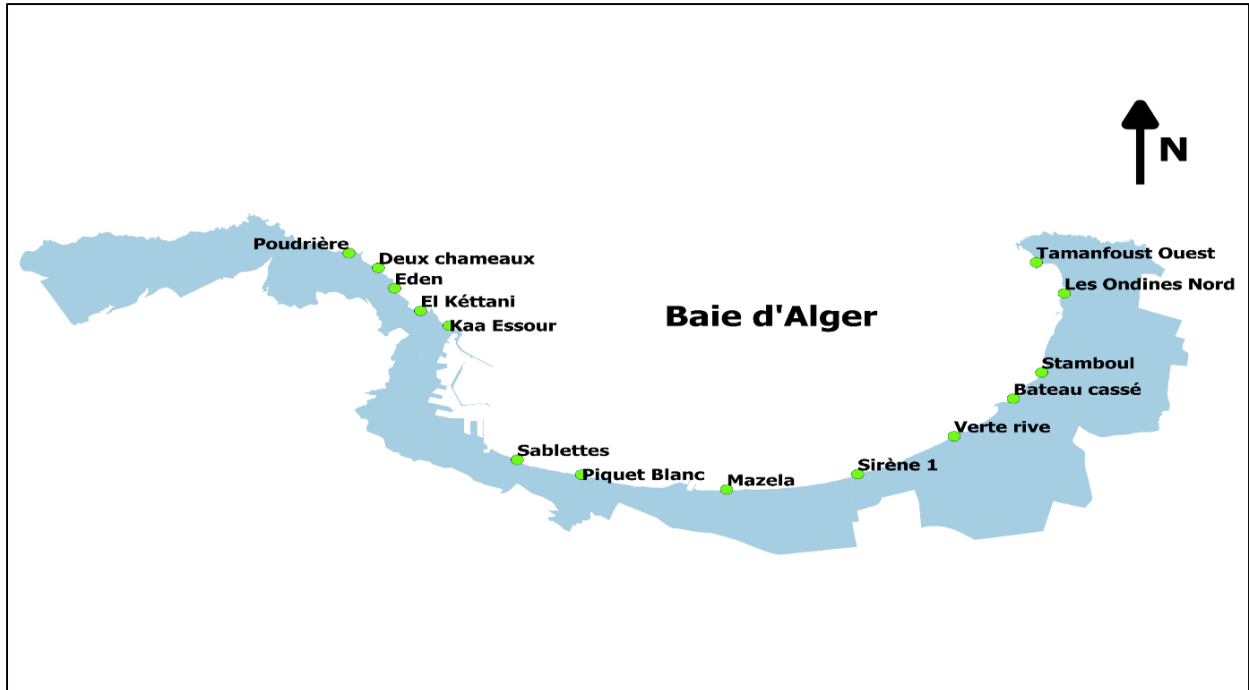


Figure IV. 144 : Carte de répartition des plages dans la baie d'Alger

2.2. Impact sur les espaces naturels

2.2.1. Vulnérabilité des plages de la baie d'Alger

Ces phénomènes d'urbanisation massive ont causé (directement ou indirectement), une fragilisation des zones côtières, (soit à travers l'artificialisation au détriment de composantes littorales « dune, forêt... », Ou via les ouvrages de protection mal dimensionnés), et ont intensifié les phénomènes d'érosion côtière sur toute la baie d'Alger.

Un Indice de Vulnérabilité Côtière (IVC) permet de cartographier le taux de vulnérabilité via une superposition spatiale des facteurs composant l'indice.

Une application de l'IVC a été réalisée sur la baie d'Alger selon la formule de McLaughlin & Cooper (2010), Par (W. Rabehi et M. Guerfi, 2016), Figure ci-dessous

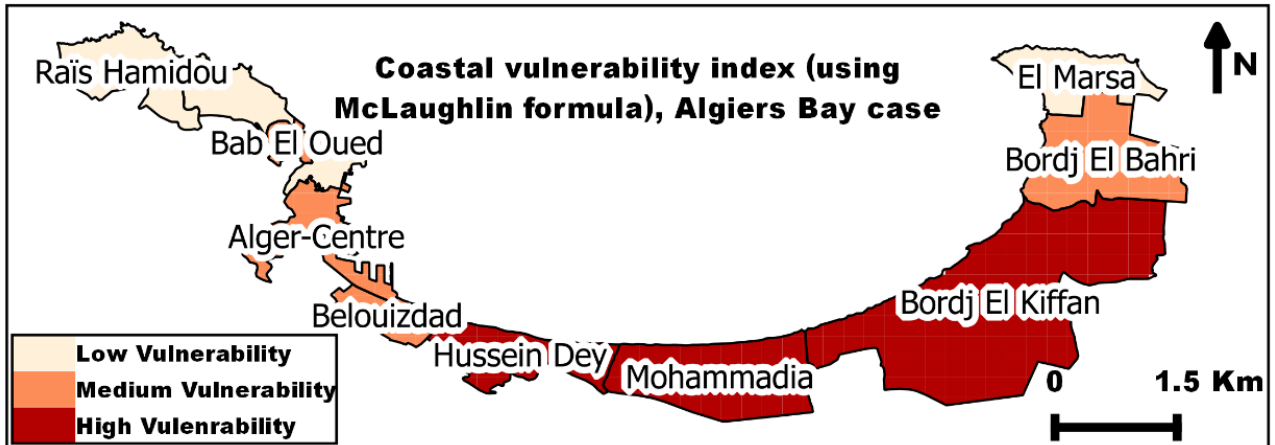


Figure IV. 155 : Carte de l'indice de Vulnérabilité Côtière (Rabehi/Guerfi 2016)

Cette carte de vulnérabilité montre que les trois communes « Hussein Dey, Mohammadia et Bordj ElKiffan », sont les plus vulnérables, ce qui donne plus de pertinence à notre analyse vu que ces communes sont parmi les 5 communes les plus urbanisées en 2015 (Figure IV.39).

2.2.2. Perte des espaces verts et forestiers :

Parmi les différents impacts de l'urbanisation sur les espaces naturels, on remarque la consommation effrénée des espaces verts et des terres agricoles.

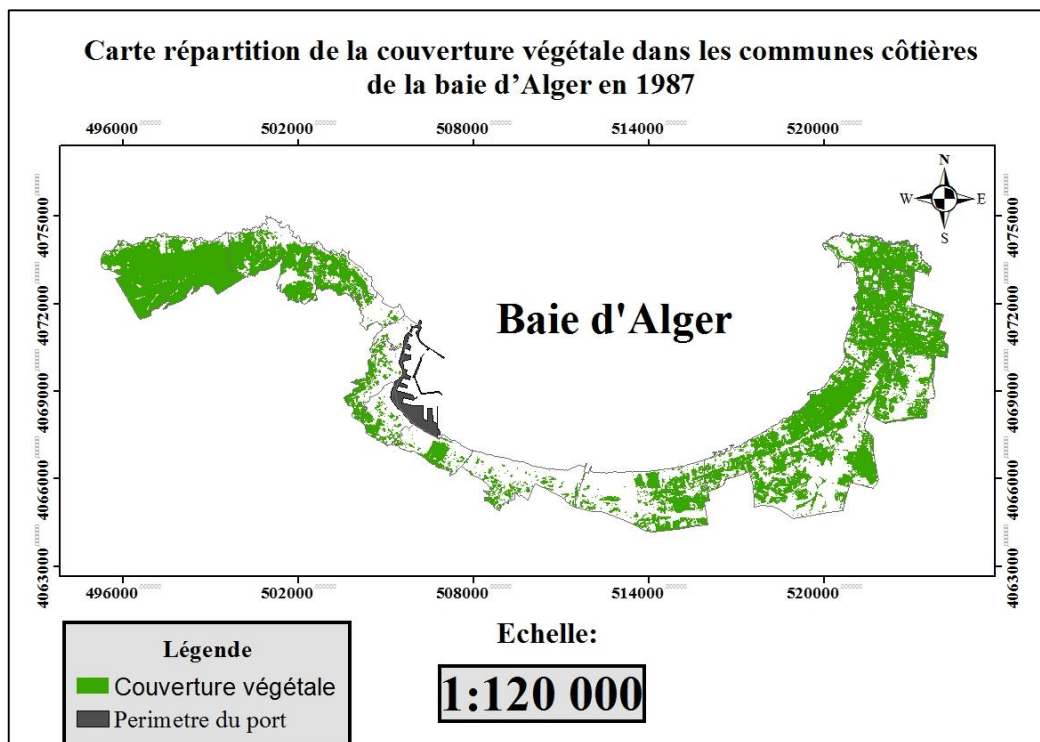


Figure IV. 166 : Répartition de la couverture végétale le long de la baie d'Alger en 1987

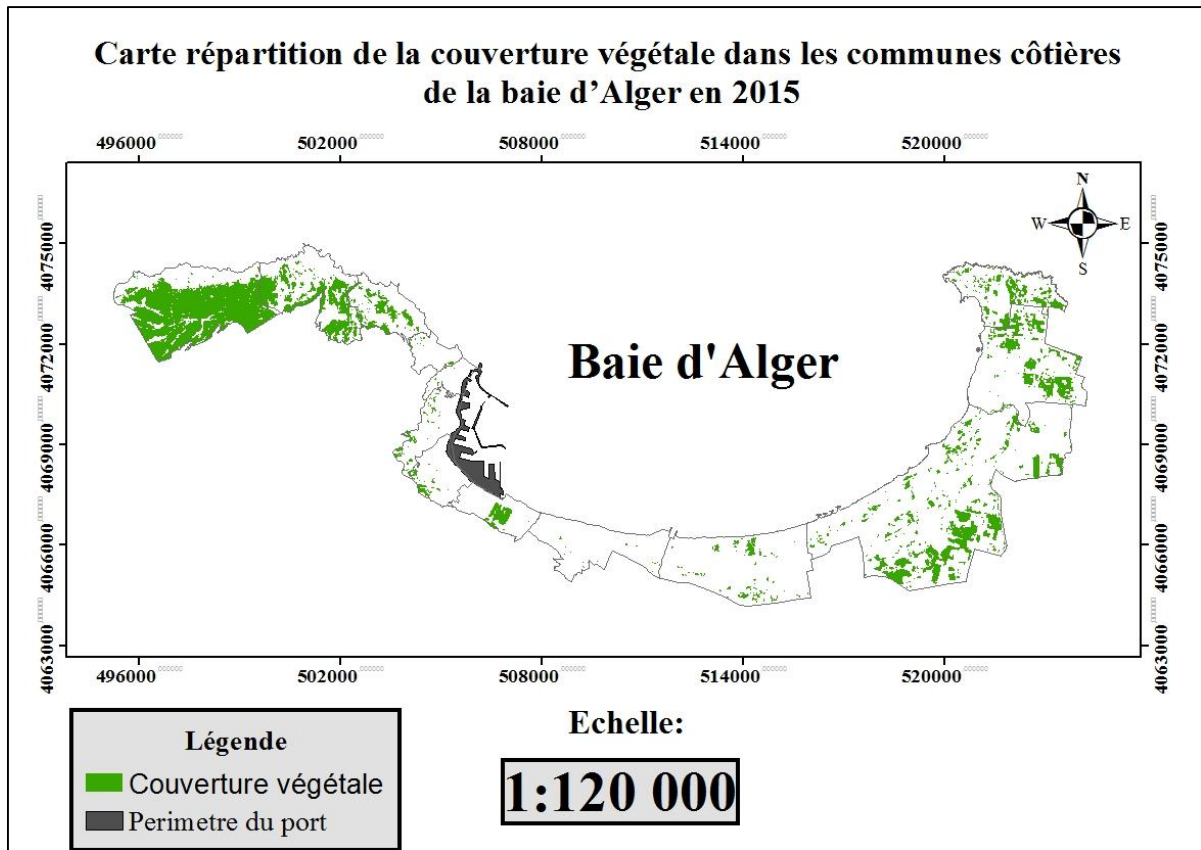


Figure IV. 177 : Répartition de la couverture végétale le long de la baie d'Alger en 2015

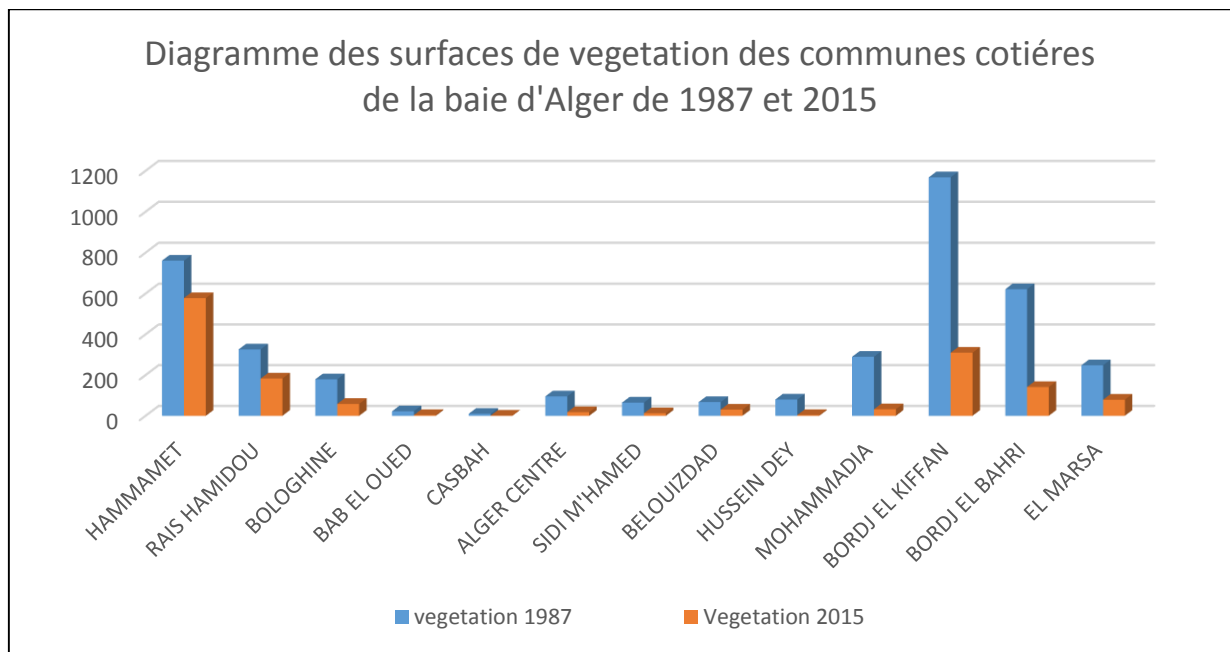


Figure IV. 188 : Taux de consommation de la couverture végétale le long de la baie d'Alger entre 1987 et 2015

Ces figures montrent à quel point la couverture végétale a été consommée durant les 30 dernières années.

- Pour les communes côtières de l'hyper-centre et du centre-ville, la couverture végétale était d'ores et déjà faible en 1987 soit une moyenne par commune de 74 ha. Néanmoins, ce taux a quand même diminué durant cette période, il est passé à une moyenne par commune de 20ha, ce qui représente une perte de plus de 70%.
- Pour les communes côtières des deux couronnes, la perte de la couverture végétale est remarquable, elle est passée d'une moyenne par commune de 680ha en 1987 pour arriver à une moyenne par commune de 170 ha, ce qui représente un taux de perte considérable d'un peu plus de 75%.

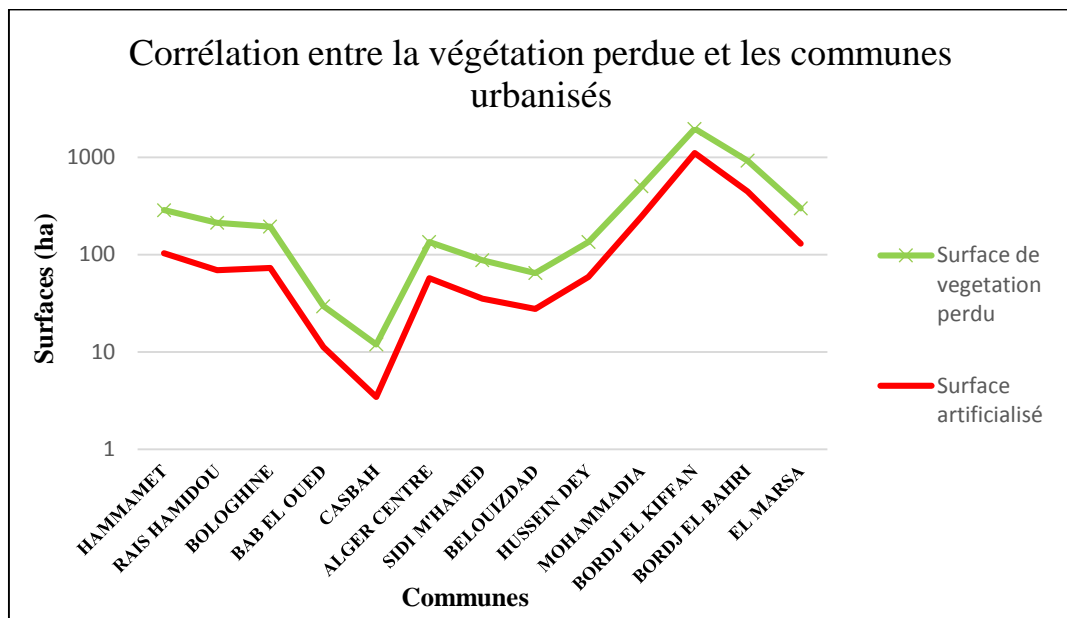


Figure IV. 19 : Corrélation entre la végétation perdue et les communes côtières urbanisées

D'après la figure IV.19, on remarque qu'il y'a une étroite corrélation entre les surfaces urbanisées et les couvertures végétales perdues.

Les dynamiques d'occupation des sols ont des implications directes sur la disponibilité des ressources naturelles. La régression du couvert végétal s'opère sous l'effet d'une pression humaine croissante notamment au niveau des communes côtières Est de la baie d'Alger, où le taux du tissu urbain est passé de 22% en moyenne à 70%, durant une période de 30 ans, et ceci au détriment des espaces verts.

Les rendements agricoles ont été aussi perdus à cause de l'urbanisation. Dans les communes Est de la baie (Bordj El Kiffan, Bordj El Bahri, El Marsa) par exemple, environ 1800 hectares de terres agricoles ont été converties à d'autres usages entre 1987 et 2015.

2.2.3. Extension des zones urbanisées au détriment des surfaces infiltrantes

Une forte emprise urbaine sur la totalité des bassins versants ont progressé de manière très rapide au fil des trente dernières années, notamment dans le bassin versant d'Oued-Koriche.

A titre d'exemple, le phénomène météorologique des 9 et 10 novembre 2001, a causé des dégâts humains (781 morts et 115 disparus) et matériels (3 271 immeubles détruits ou endommagés) inégalés. La grande majorité de ces dégâts s'est produite dans la commune côtière de Bab-el-Oued (partie ouest de la baie Alger), le poids de l'emprise urbaine a été un facteur aggravant de l'inondation.

Une étude sur les simulations proposées à l'aide des modèles de l'automate cellulaire (RuiCells) montre que les surfaces ruisselantes en 2001 ont aggravé les volumes ruisselés (+ 10 %) et les pics de crue (+ 6 %) par rapport à l'occupation du sol antérieure (1986).

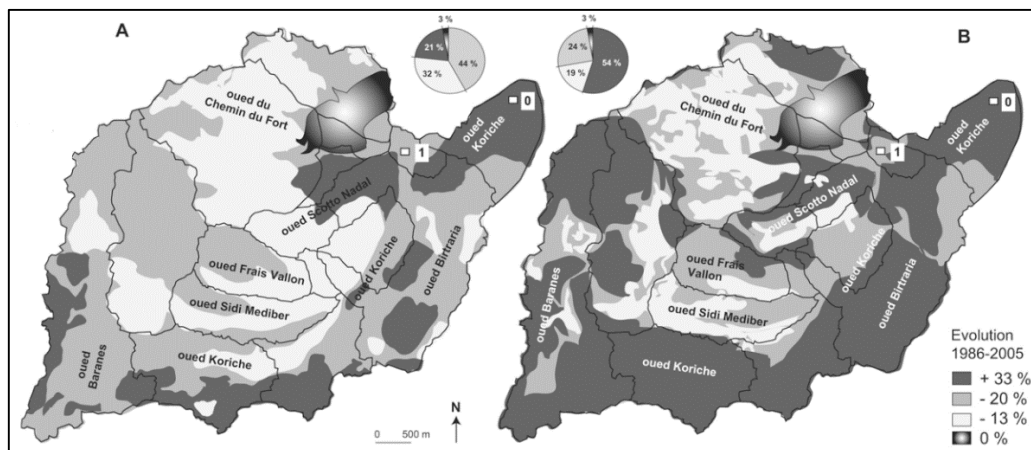


Figure IV. 190 : Comparaison de la nature de l'occupation du sol (moyenne) dans le bassin versant de l'oued Koriche ; A : Situation en 1986, B : Situation en 2005

(Source : les plans cadastraux fournis par URBANIS)

Conclusion générale

Conclusion générale

La littoralisation demeure un sujet d'actualité en Algérie. Maitriser et inscrire ce processus dans la durabilité constitue un vrai défi et un enjeu pour les années à venir. En effet, malgré l'existence d'une base juridique et institutionnelle qui incite et favorise le développement durable en zone côtière, néanmoins ce processus est loin d'être maîtrisé, au contraire on assiste à son accélération qui se manifeste par :

- des formes d'urbanisations non durables telles que l'étalement urbain et la diffusion urbaine ;
- la croissance de la population urbaine qui se traduit par de fortes densités ;
- la prolifération des résidences secondaires à proximité du rivage.

Dans ce présent travail, la quantification de l'urbanisation a permis d'observer les trajectoires rétrospectives de l'artificialisation que connaît la Baie d'Alger. Cette cartographie par identification des zones à forte littoralisation, une fois croisée avec des études parallèles sur la vulnérabilité côtière (Rabehi&Guerfi, 2016), a montré que deux sur les trois communes les plus vulnérables, sont des communes à forte urbanisation entre 1987 et 2015. C'est donc un lien de cause-à-effet presque direct entre « littoralisation et fragilisation du littoral ».

Ce processus de littoralisation pourra avoir à terme, des impacts irréversibles sur l'écosystème côtier notamment en matière de :

- mitage des terres agricoles ;
- défrichement des forêts littorales ;
- agressions des cordons dunaires et des plages ;
- rabattement des nappes phréatiques côtières ;
- prolifération des décharges sauvages et des rejets liquides non traités.

La complexité des villes exige de plus en plus de spécialistes travaillant en équipe (juriste, sociologue, géographe, paysagiste, aménagiste, urbaniste...).

Aller vers une écologie urbaine durable ne doit pas être perçue comme une utopie, car c'est une solution inéluctable à adopter dans le cadre d'une planification et d'une gestion intégrée du littoral, à travers :

- un projet d'aménagement intégré et durable ;
- une bonne gouvernance et une mise en réseau des acteurs ;
- une évolution environnementale qui doit être au cœur du processus pour veiller à respecter la capacité de charge du littoral.

L'utilisation des Systèmes d'Information Géographique offre une vision globale et une maniabilité interactive du territoire. Ils prennent en effet une place importante dans la démarche de développement durable et contribuent de plus en plus aux prises de décisions en matière de gestion.

En effet, les systèmes d'information géographique ont pris une importance croissante dans les sociétés modernes. Ils éclairent les décisions des élus dans les domaines de l'aménagement du territoire, du développement durable, de la protection de l'environnement. Ils sont devenus par la force des choses, l'outil indispensable non seulement pour la prise de décision, mais ils véhiculent également, la bonne information aux autorités, ce qui contribuera indéniablement, à la mise en place de procédures efficaces pour la gestion des espaces et la maîtrise des risques environnementaux.

La configuration du système d'information géographique repose dans l'essentiel, sur une information géolocalisée fiable. Dans ce registre, il convient de citer celle véhiculée par les techniques de la télédétection lesquelles, offrent plusieurs avantages importants pour les études urbaines, notamment :

- l'image satellitaire donne une vision plus globale de notre planète et permet une observation de la terre sur de grandes étendues ;
- l'image satellitaire permet de cartographier à moindre coût des zones où la cartographie est devenue obsolète faute de moyens pour l'actualiser ou des zones difficiles d'accès ;
- grâce à des capteurs sophistiqués, l'image satellitaire fournit une information déjà synthétique, idéale pour des études globales d'environnement ou de dynamique urbaine ;
- la répétitivité des acquisitions de vues permet de suivre toute évolution à court ou moyen terme, ce qui facilitera l'établissement des liens entre les différents niveaux d'analyse pour les études urbaines.
- peut aider à établir des liens entre les différents niveaux d'analyse pour les études urbaines par les données fournies à différentes résolutions.

En somme, la confluence entre les données de la télédétection et les systèmes d'information géographique, l'analyse spatiale et la modélisation dynamique, fournit des informations spatio-temporelles détaillées indispensables à la surveillance, la synthèse et la modélisation dans l'environnement urbain. Ces informations sont indispensables pour une perspective spatio-

temporelle du phénomène urbain et pour une analyse prospective de l'expansion urbaine dans le futur.

Le travail réalisé dans le cadre de notre mémoire de fin d'études nous a permis d'abord, d'approfondir les connaissances acquises durant notre cursus et de mieux connaître ensuite, les avantages offerts par l'usage et l'exploitation des systèmes d'information géographique et la télédétection pour les besoins des applications liées à l'aménagement du littoral. Néanmoins, tout travail est perfectible et son amélioration continue doit constituer une nécessité pour le faire évoluer vers d'autres perspectives.

L'axe que nous comptons développer dans le futur , c'est la combinaison de la télédétection, des SIG avec des modèles de croissance urbaine pour étudier la trajectoire urbaine de l'agglomération algéroise durant les trente ou quarante dernières années (30 ou 40 ans), c'est-à-dire depuis la disponibilité des images satellites (LANDSAT MSS) et simuler sa croissance future (faire des scenario) pour évaluer l'impact sur le milieu et sur la biodiversité m

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- ABBAD, K. (2013).** *Estimation par les systèmes d'information géographique de l'urbanisation dans le domaine littoral Algérien.* Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger: ENSSMAL, 46 p.
- ACKER, J. (2008).** *Remotely-sensed chlorophyll a observations of the northern Red Sea indicate seasonal variability and influence of coastal reefs.* USA: Journal of marine systems. 204 p.
- BENMAHIDDINE, R. (2014).** *Littoralisation, écologie urbaine et tourisme durable.* Mémoire de magister. Aménagement du territoire. Alger : USTHB, 100 p.
- CHACHA, Dj. (2013).** *Conception d'un modèle altimétrique continu terre-mer pour la mise en place d'une base de donnée SIG littoral multidimensionnelle : cas du littoral centre d'Alger: géo-risque et aménagement du littoral.* Mémoire de magister. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, 120 p.
- CHALINE, C. (2001).** *L'urbanisation et la gestion des villes dans les pays Méditerranéens : évaluation et perspectives d'un développement urbain durable.* Barcelone : Plan bleu. 250 p.
- COLE, B., CLOERN, J. (1987).** *An empirical model for estimating phytoplankton productivity in estuaries.* Londres: Progress series. 305 p.
- COLWELL, R. (1983).** *Manual of remote sensing.* 2^e éd. USA: American society of photogrammetry. 458 p.
- DATUPRHPW. (2011).** *Révision de plan directeur d'aménagement et d'urbanisme de la Wilaya d'Alger : Rapport d'activité.* Document non publié. Alger : [s.n.]. 158 p.
- DAVID, G. (2005).** *Le territoire littoral : tourisme, pêche et environnement dans l'Océan Indien.* France : Hermattan. 31 p.
- DENNISON, W. (1993).** *Assessing water quality with submersed aquatic vegetation.* Londres: Bioscience. 305 p.
- DODGE, R. (1974).** *Coral growth related to resuspension of bottom sediments.* USA: Nature. 577 p.
- FERGUSON, R. (2006).** *Automated thematic registration of NOAA, coast watch, and AVHRR images.* USA: Photogrammetric engineering. 685 p.

- Field, A. (2000).** *Discovering statistics using SPSS for windows.* Londres: sage publications. 715 p.
- GANG, P., AGATSIVA, J. (1992).** *The current status of mangroves along the Kenyan coast, a case study of Mida Creek mangroves based on remote sensing.* USA: Hydrobiologia. 247 p.
- GIRARD, C., GIRARD, M. (2010).** *Traitement des données de télédétection.* France : Dunod. 230 p.
- GOURMELON, F., ROBIN, M. (2005).** *SIG et littoral.* France: Lavoisier. 120 p.
- GRIMM, N. (2008).** *Global change and ecology of cities.* France: Science. 760 p.
- GUO, Y. (2012).** *Using remote sensing and GIS to monitor and predict urban growth.* Floride: University of Florida. 291 p.
- Hu, Z. (2007).** *Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression.* USA: Computers, environment and urban systems. 688 p.
- JONATHAN; Li. (2014).** *Monitoring and modeling global changes: geomatics prospective.* USA: Springer. 325 p.
- KACEMI, A. (2013).** *Evolution Lithostructurale Monts Ksour au cours du trias et du jurassique : géodynamique, typologie du bassin et télédétection.* Thèse de doctorat. Structurologie et sédimentologie. Tlemcen : UABBT, 150 p.
- LEFEBVRE, C., SHINE, C. (2005).** *La conservation du littoral : éléments de stratégie politique et outils réglementaires.* France : Collection planète nature. 220 p.
- MARTIN, J., WINDOM, H. (1991).** *Present and future roles of ocean margins in regulating marine biogeochemical cycles of trace elements.* Berlin: Mantoura. 67 p.
- MAYER L. (1998).** *The importance of suspended particulates in riverine delivery of bioavailable nitrogen to coastal zones.* USA: Global biogeochemical cycles. 579 p.
- MCLAUGHLIN, C. (2003).** *Rivers, runoff and reefs, global and planetary change.* USA: Hatterman. 199 p.
- MENAD, W. (2012).** *Evaluer l'influence de l'urbanisation face à un aléa météorologique remarquable : les inondations des 9-10 novembre 2001 à Bab-el-Oued (Alger, Algérie).* Géomorphologie : relief, processus, environnement. Alger : CRASC. 350 p.

- MENARD, S. (1995).** *Applied logistic regression analysis*. Londres: Thousand oaks. 639 p.
- MILLER, R., CRUISE, J. (1995).** *Effects of suspended sediments on coral growth: evidence from remote sensing and hydrologic modelling*. USA: Remote sensing of environment. 187 p.
- MITTELBACH, F., SCHNEIDER, M. (2005).** *Remote sensing: with special reference to urban and regional transportation*. USA: Annuals of regional science. 72 p.
- MUNDAY, J., AIFOLDI, T. (1979).** *Landsat test of diffuse reflectance models for aquatic suspended solids measurements*. USA: Remote sensing of environment. 183 p.
- OLIVIER, D. (2010).** *La population mondiale : répartition, dynamique et mobilité*. France : Campus. 200 p.
- ONS. (1988).** *RGPH 1987 : résultats du recensement général de la population et de l'habitat 1987 : Rapport d'activité*. Document non publié. Alger : Coll statistiques.
- ONS. (1999).** *RGPH 1998 : résultats du recensement général de la population et de l'habitat 1998 : Rapport d'activité*. Document non publié. Alger : Coll statistiques.
- ONS. (2009).** *RGPH 2008 : résultats du recensement général de la population et de l'habitat 2008 : Rapport d'activité*. Document non publié. Alger : Coll statistiques.
- PAULET, J. (2008).** *Géographie urbaine*. Paris : Armand Colin. 150 p.
- PEEK, A. (2008).** *Stennis space center uses NASA remote sensing assets to address coastal gulf of Mexico Issue*. USA: Photogrammetric engineering and remote sensing. 1453 p.
- PERNETTA, J., MILLIMAN, J. (1995).** *Land Ocean interactions in the coastal zone: Rapport d'activité*. Document non publié. USA: Implimentation plan.
- PERRIN, C. (2013).** *Un littoral sans nature : l'avenir de la méditerranée face à l'urbanisation*. Italie: Ecole nationale de Rome. 460 p.
- TORRES, J., MORELOCK, J. (2002).** *Effect of terrigenous sediment influx on coral cover and linear extension rates of three Caribbean massive coral species*. USA: Caribbean journal of science. 229 p.
- TURNER, M. (1990).** *Spatial and temporal analysis of landscape patterns*. USA: Landscape ecology. 30 p.

VILMIN, T. (2008). *L'aménagement urbain en France : une approche systémique.* Paris: CERTU. 200 p.

VIVIENS, F. (2005). *Le développement soutenable.* France: La découverte. 150 p.

WANG, Y., MOSKOVITS, D. (2001). *Tracking fragmentation of natural communities and changes in land cover: applications of Landsat data for conservation in an urban landscape.* Chicago: Conservation biology. 843 p.

YANG, X. (2003). *Remote sensing and GIS for urban analysis: an introduction.* USA: Photogrammetrical engineering and remote sensing. 939 p.

« Apport de la télédétection et des SIG pour surveiller la trajectoire urbaine des communes côtières de la Baie d'Alger »

RESUME

L'objectif global de ce travail de recherche est le suivi de l'urbanisation massive du littoral algérois, en particulier par l'intégration de la télédétection, des SIG et donc de l'analyse spatiale et des modèles spatio-temporels pour la surveillance, l'analyse, et la simulation de la croissance urbaine de l'agglomération algéroise. Il s'agit d'un travail d'observation, et d'analyse à la fois rétrospective et prospective (la trajectoire de l'expansion urbaine) de l'urbanisation dans la Baie d'Alger, ce qui permettrait de comprendre les tendances futures et les impacts de l'expansion urbaine sur le littoral algérois.

Mots clés : Télédétection-SIG-Urbanisation-surveillance

ABSTRACT

The main objective of this research work is the monitoring of the massive urbanisation of Algiers' coast, in particular by the integration of remote sensing, GIS and therefore of spatial analysis and spatial-temporal models for monitoring, analysis, and simulation of urban growth in the Algiers agglomeration . It is a work of observation and analysis of both retrospective and prospective (the path of urban expansion) of urbanization in the Bay of Algiers , which would include future trends and the impacts of urban development on the coast of Algiers.

Keywords: Remote-sensing-GIS-Urbanization- monitoring

الملخص

الهدف العام من هذا البحث هو تتبع التوسع العمراني الكثيف على سواحل الجزائر العاصمة وخاصة من خلال إدماج الاستشعار عن بعد، نظام المعلومات الجغرافية وبالتالي التحليل المكاني والنماذج المكانية والزمانية لأغراض الرصد، تحليل ومحاكاة النمو الحضري في ضواحي العاصمة الجزائرية. يتعلق بعمل المراقبة، وتحليل المعرض الاستعادي من جهة والمعرض المحتمل من جهة اخرى) مسار التوسع العمراني (لتوسع الحضري في خليج الجزائر العاصمة، التي من شأنها أن تسمح بفهم الاتجاهات المستقبلية وتأثيرات التوسع العمراني على ساحل الجزائر العاصمة

المصطلحات: الاستشعار عن بعد -نظام المعلومات الجغرافية -التمدن - المراقبة.