

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهئية الساحل

L'ÉCOLE NATIONALE SUPERIEURE DES SCIENCES DE LA MER ET DE
L'AMENAGEMENT DU LITTORAL



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de :

Magister en science de la mer

Spécialité : Géo-risque et Aménagement du littoral

Thème :

**Conception d'un modèle altimétrique continu terre-mer pour la mise en place d'une base de données SIG littoral multidimensionnelle
– Cas du littoral centre de l'Algérie-**

Présenté par : **CHACHA Djilali**

Mémoire soutenu le 20 décembre 2014 devant le jury composé de :

| | | |
|-------------------|-----------------------|-----------|
| M. BELKASSA Rabeh | Professeur | Président |
| M. GUERFI Mokhtar | Maitre de conférences | Encadreur |
| M. LARID Mohammed | Maitre de conférences | Examineur |
| M. HAMDANE Yacine | Maitre de conférences | Examineur |

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma profonde gratitude, mes respects et mes plus vifs remerciements à mon encadreur Monsieur GUERFI Mokhtar , Enseignant de système d'information géographique à l'ENSSMAL, d'avoir accepté la lourde tâche de rapporteur et d'avoir consacré un temps précieux à l'examen de ce manuscrit. Je le remercie aussi pour toute la confiance qu'il a su me porter, et pour la patience et pour ses encouragements. Ses conseils et remarques constructives m'ont permis d'améliorer grandement la qualité de mes travaux et de ce mémoire.

Je remercie vivement et j'exprime ma profonde reconnaissance aux membres de jurys (M.BELKASSA M.HAMDANE, et M.LARID) d'avoir examiné et évaluer ce travail.

J'adresse mes vifs et sincères remerciements à Monsieur SLIMANI Karim (Université de Batna), à Madame SALIHA (USTHB), Professeur SMATI AbdeINacer (Pegaz engineering), pour leurs précieuses aides et encouragements.

Je ne dois jamais oublier le soutien et l'aide de mes proches qui ont toujours été présents auprès de moi dans les bons comme dans les moments difficiles. Merci à tous.

Enfin, mes remerciements particuliers vont à ma femme, compagne de ma vie, qui m'encourage toujours, partage mes doutes comme mes avancées. Ses précieuses remarques et pensées me soutiennent dans mon travail.

Merci.

ملخص

نعرف أن المنطقة الساحلية هي المكان الذي يستقبل كل الضغوط الديموغرافية والاقتصادية والبيئية التي تؤدي إلى الكثير من تدهورها.

في خضم الحاجة إلى أن تؤخذ في الاعتبار كل العلاقات المعقدة بين الأنشطة البشرية والبيئة الساحلية يظهر مفهوم التسيير المتكامل للمناطق الساحلية ICZM، من أجل تحقيق هدف التنمية المستدامة في هذه المناطق. علي هذا فإن تنفيذ هذه المفاهيم يتطلب وصفا شاملا للبيئة ونظام عملها وإجراء تحليل لمشاكل التنمية وتبادل المعلومات. للقيام بذلك، من الضروري جمع وإدارة ومعالجة وتوزيع كمية كبيرة من البيانات والمعلومات الوصفية والجغرافية المرجعية

لذا فإن نظم المعلومات الجغرافية GIS هو أداة معلوماتية جغرافية تتكيف بشكل جيد نسبيا لتلبية الاحتياجات المعبر عنها أعلاه.

من خلال سعة التخزين، الصيانة، سرعه الولوج، النشر والتحليل تعتبر أداة قوية لجميع أنشطة الإدارة والبحث. بعد عرض عام للنقطين الاساسيتين (GIS و ICZM) التي تكمن وراء هذا العمل، قمنا بتطوير نموذج لقاعدة بيانات تظهر أهميته من خلال أمثلة لمؤشرات مراقبة التطبيقات ICZM وتقييم المخاطر الطبيعية والصناعية في الجزائر وسط . الجزائر ليس لديها حتى الآن قاعدة بيانات كاملة ومستمرة بين الارض و البحر علي مناطقها الساحلية وبالتالي يعتبر هذا العمل البحثي الخطوة الأولى في مجال نظم المعلومات الجغرافية للمناطق الساحلية لجعل المعلومات القارية والبحرية متاحة في نفس المصدر ونفس المرجعية الجغرافية.

في هذا السياق، فإن النتائج الرئيسية لهذه الدراسة لدينا يمكن تلخيصها:

• عرض للتسيير المتكامل للمناطق الساحلية (ICZM) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)

في هذا القسم قمنا بوصف العوائق والقيود في وجه نظم المعلومات الجغرافية GIS وأهم دور الذي يمكن أن تقوم في

ICZM .

• عرض لمنطقة نموذجية:

في هذا القسم لدينا وصفا للمناطق الثلاثة، الخلجان "بو سماعيل، الجزائر، زموري" اين قمنا بتنفيذ GIS نموذجي

• وضع منهجية لتنفيذ قاعدة بيانات نظم المعلومات الجغرافية:

من خلال دراسة احتياجات بعض الوكالات و الادارات خاصة مديريةية الاشغال العمومية DTP الجزائر العاصمة وبومرداس وتيبازة وضعنا نمودجا فيزيائيا وبعد معالجة البيانات والمعطيات ،أنشأنا قاعدة البيانات SIG_BAZ "الخلجان بو سماعيل والجزائر وزموري"

• مساهمة نظم المعلومات الجغرافية للبيئة الساحلية:

في هذا القسم أظهرنا، من خلال بعض الأمثلة الحقيقية والتطبيقات "رصد مؤشرات تسيير المناطق الساحلية (ICZM)، محاكاة بعض المخاطر الطبيعية والصناعية" ،إمكانات نظم المعلومات الجغرافية في التسيير المتكامل للمناطق الساحلية (ICZM) وكذلك الوقاية من المخاطر وحماية النظام البيئي.

Abstract

Remember that the coastal zone is where all the demographic, economic and ecological pressures that result in many of the latter deterioration.

The concept of **Integrated Coastal Zone Management (ICZM)** then appears before the need to take into account the complex relationships between human activities and the coastal environment, in order to achieve the goal of sustainable development in these areas. However, the implementation of these concepts requires a comprehensive description of the environment and its rules of operation and a disciplinary procedure for the analysis of the problems of development and information exchange. To do this, it is necessary to collect, manage, process and distribute a considerable amount of attribute data and geo-referenced. **The Geographic Information System (GIS)** is a geo-informatics tool relatively well adapted to meet the needs expressed above. Storage capacity, maintenance, consultation, dissemination and analysis make it a powerful tool for all management and research activities.

After a general presentation of the two pillars (ICZM and GIS) that underlie this work, we have developed a model of a database showing its importance by examples of monitoring applications indicators ICZM and assessment of natural and industrial hazards in the central Algeria.

Algeria does not yet have a complete database contained land-sea that can claim to approach an integrated coastal zone management.

Our research work is therefore a first step in the field of GIS for coastal areas to make information on the continent and navy available in the same source and the same reference in this context, the main results of our study can be summarized as follows:

- **A presentation of the Coastal Zone Management (ICZM) and geographic information systems (GIS)**
In this section we describe the expectations and constraints of the most important role to be played in a GIS ICZM.
- **A presentation of the pilot area:**
In this section we have a description of the three bays zone (Bou Ismail, Algiers, Zemmouri) we have implemented our prototype GIS
- **Development of a methodology for implementation of the GIS database:**
Through a study of the needs of some coastal areas management agencies including maritime services DTP Algiers, Boumerdes and Tipaza we have established a conceptual model, physics and data processing, later we set up a database SIG_BAZ (GIS bays Bou Ismail, Algiers and Zemmouri)
- **Contribution of GIS for the coastal zone:**
In this section we have shown, through some real examples of applications (monitoring of indicators of ICZM, simulation of natural and industrial risks), the potential of GIS and DBMS Data Base Management System for integrated management coastal areas as well as risk prevention and ecosystem protection.

Résumé

Rappeler que la zone côtière est le lieu de toutes les pressions démographiques, économiques et écologiques qui se traduisent par nombreux processus de détérioration de celle-ci.

Le concept de Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC) apparait alors devant la nécessité de prendre en compte les relations complexes existant entre les activités humaines et le milieu littoral, ceci afin d'atteindre le but de développement durable de ces espaces. Cependant, la mise en application de ces notions nécessite une description exhaustive du milieu et de ses règles de fonctionnement, ainsi qu'une procédure interdisciplinaire pour l'analyse des problèmes de développement et d'échanges d'information. Pour ce faire, il est nécessaire de récolter, gérer, traiter et diffuser une masse considérable des données attributaires et géo-référencées. Le Système d'Information Géographique (SIG) représente un outil géo-informatique relativement bien adapté pour répondre aux besoins exprimés ci-dessus. Ses capacités de stockage, de maintenance, de consultation, de diffusion et d'analyse en font un outil performant pour l'ensemble des activités de gestion et de recherche.

Après une présentation générale de ces deux piliers (la GIZC et les SIG) sur lesquels s'appuie ce travail, nous avons mis en place un modèle d'une base de données en montrant son importance par des exemples d'applications de suivi des indicateurs de la GIZC et d'évaluation des risques naturels et industriels dans le cadre du centre de l'Algérie.

L'Algérie ne dispose pas encore d'une base de données complète couvrant terre-mer qui puisse prétendre s'approcher d'une gestion intégrée des zones côtières.

Notre travail de recherche constitue donc un premier pas dans le domaine des SIG pour les zones côtières permettant de rendre l'information du continent ainsi que marine disponible dans la même source et avec le même référentiel dans ce contexte, les principaux résultats de notre étude peuvent se résumer comme suit :

- **Une présentation de la gestion des zones côtières (GIZC) et les systèmes d'information géographique (SIG) :**
Dans cette partie nous avons décrit les attentes et contraintes les plus importantes du rôle que devrait jouer un SIG dans un cadre de la GIZC.
- **Une présentation de la zone pilote :**
Dans cette partie nous avons une description de la zone des trois baies (Bou Ismail, Alger, Zemmouri) que nous avons mis en place notre prototype du SIG
- **Développement d'une méthodologie de mise en place de la base de données SIG :**
Grâce une étude des besoins de certains organismes de gestion des espaces côtiers notamment les services maritimes des DTP Alger, Boumerdes et Tipaza nous avons établi un modèle conceptuel, physique et de traitements de données, par la suite nous avons mis en place une base données SIG_BAZ, (SIG pour les baies de Bou Ismail, Alger et Zemmouri)
- **Apport du SIG pour le milieu littoral :**
Dans cette partie nous avons montré, à travers quelques exemples réels d'applications (le suivi des indicateurs de la GIZC, simulation des risques naturels et industriels), les potentialités des SIG et du Système de Gestion de Base des Données SGBD pour la gestion intégrée des zones côtières ainsi que les préventions des risques et la protection de l'écosystème.

Liste des figures

Chapitre I

- Figure n°1. Répartition de la population dans le Nord de l'Algérie
- Figure n°2. Répartition des entités économiques
- Figure n°3. Carte de répartition des entités économiques par région
- Figure n°4: Bandes délimitées par la loi 02-02 du 05-02-2002
- Figure n°5 : Schéma général d'un processus du SIG (Tsfazghi Ghebre Egziabeher, 2011).
- Figure n°6: Interaction entre les SIG et la GIZC (Luis Berardo BORDA, 2003)
- Figure n°7: Architecture d'un système d'information géographique (PLANTIER, 2009)
- Figure n°8: Composants d'un Système d'Information Géographique (URBANI, 2006)
- Figure n°9: Couches d'un Système d'Information géographique (URBANI, 2006).
- Figure n°10: Mise en place d'un Système d'Information Géographique (BOUVELLE & al ,2008).
- Figure n°11 : Objectif d'un SIG littoral (Tsfazghi Ghebre Egziabeher, 2011).

Chapitre II

- Figure n°1: Situation géographique et localisation de la baie de Bou Ismail
- Figure n° 2 : Carte sédimentologique de la baie de Bou-Ismaïl (LEM, 1998)
- Figure n°3: Carte des pressions naturelles et anthropiques dans la baie de Bou Ismaïl.
(Belkessa et al, 2008; AlSid ChiKh et al, 2009)
- Figure n°4 : Evolution de la population au niveau des communes de la baie de Bou Ismaïl (ONS, 1987, 1998,2008)
- Figure n°5 : Situation géographique et localisation de la baie d'Alger
- Figure n° 6: Principaux rejets d'eaux usées dans la baie d'Alger (Houma et al, 2004 (a); LEM, 1998).
- Figure n° 7 : Nature du fond de la baie d'Alger. (Maouche, 1987)
- Figure n° 8: bathymétrie de la baie d'Alger (HOUMA et al, 2006).
- Figure n° 9 : Bilan des courants de dérive et dynamique sédimentaire dans la baie d'Alger. (LEM, 1998)
- Figure n° 10 : Evolution de la population au niveau des communes de la baie d'Alger (ONS, 1987, 1998,2008)
- Figure n° 11: situation géographique de la baie de Zemmouri
- Figure n° 12 : Carte du réseau hydrographique (Source ANRH, 2005)
- Figure n°13 : Evolution de la population au niveau des communes de la baie de Zemmouri (ONS, 1987, 1998,2008)

Chapitre III

- Figure n°1 : couverture des cartes topographique 1/10000
- Figure n°2 : couverture des cartes topographique 1/25000
- Figure n°3 : couverture des cartes géologiques 1/50000
- Figure n°4 : découpage administratif (INCT)
- Figure n°5 : Communes couvertes par les tables issues du traitement
- Figure n°6 : Implantation des points de rejet dans l'algerois
- Figure n°7 : les attributs des types des formes côtières
- Figure n°8 : Exemple d'une planche du DPM d'Alger
- Figure n°9 : Manque des données dans une table attributaire
- Figure n°10: à gauche apparaît connecté, avec un zoom à droite n'est pas connecté
- Figure n°11: les problèmes de croisement dans les objets graphiques
- Figure n°12: les problèmes de chevauchement entre les objets graphiques

- Figure n°13: Schéma global de la base de données SIG littoral
- Figure n°14: Structuration de la base de données SIG littoral SIG_BAZ
- Figure n°15: Structure des volets proposés pour la base de données SIG littoral SIG_BAZ
- Figure n°16: Champs attributaires des couches du SIG_BAZ
- Figure n°17: Vectorisation des courbes bathymétriques
- Figure n°18: mosaïquage des planches du DPM d'Alger
- Figure n°19: Vectorisation des cartes sédimentaires
- Figure n°20: Vectorisation du trait de cote
- Figure n°21: ajustement du trait de côte obtenu d'une conversion d'une table MapInfo

Chapitre IV

- Figure n°01 : Littoral du lido (baie d'Alger) (Source: Sogreah mars 2009)
- Figure n° 02 : l'évolution du trait de côte des dunes à bordj El Kifane
- Figure n° 03 : Sensibilité à l'érosion dans la baie d'Alger (BRGM, 2013)
- Figure n° 04 : catégories du nombre de la population
- Figure n° 05: Nombre de population des communes de la baie de Bou Ismail entre 1987 et 2008
- Figure n° 06: Evolution de population des communes de la baie de Bou Ismail entre 1987 et 2008
- Figure n° 07: Evolution de population des communes de la baie de Bou Ismail entre 1987 et 2008
- Figure n°8 : Nombre de population des communes de la baie d'Alger entre 1987 et 2008
- Figure n°9 : Nombre de population des communes de la baie de Zemmouri entre 1987 et 2008
- Figure n°10 : Evolution de population des communes de la baie de Bou Ismail entre 1987 et 2008
- Figure n° 11: exemple Evolution de l'urbanisation des communes de la baie de Bou Ismail entre 1987 et 2014
- Figure n° 12: Classification des oueds selon les degrés du risque
- Figure n° 13: Cartographie des zones inondables
- Figure n° 14 : Imbrication du SIG avec des logiciels de simulation
- Figure n° 15 : situation du terminal carburant de Naftal
- Figure n° 16 : interface du résultat de simulation d'un feu du terminal sous PHAST
- Figure n° 17 : interface du résultat de simulation d'une explosion du terminal sous PHAST
- Figure n° 18 : Représentation spatiale des effets d'une explosion
- Figure n° 19 : Représentation spatiale des effets d'une explosion

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION GENERALE | 10 |
| CHAPITRE I : GENERALITE | 15 |
| 1. Nombreuses définitions pour un seul espace | 16 |
| 2. Le littoral algérien : un espace densément occupé et surexploité | 19 |
| 3. Gérer un espace complexe par la GIZC | 29 |
| 3.1. La Convention de Barcelone | 30 |
| 3.2. Définition de la GIZC | 30 |
| 3.3. Objectifs de la gestion intégrée des zones côtières (Article 5 du protocole)..... | 31 |
| 3.4. L'intégration dans la GIZC..... | 31 |
| 4. L'Algérie dans le cadre de la gestion intégrée des zones côtières « GIZC »..... | 32 |
| 5. La GIZC et le système d'information géographique SIG | 32 |
| 5.1. Interaction SIG et GIZC | 34 |
| 5.2. Rôle des SIG dans le cadre de la GIZC | 35 |
| 5.3. Rôle principal des SIG..... | 35 |
| 5.4. Attentes de la GIZC | 37 |
| 6. Définition du SIG..... | 38 |
| 6.1. Cadre institutionnel et législatif..... | 38 |
| 6.2. Composants du SIG | 40 |
| 6.3. Mise en place du SIG..... | 42 |
| 6.4. Les fournisseurs de données en Algérie | 43 |
| 6.5. Les principaux fournisseurs de données | 44 |
| 7. Objectifs de Recherche | 44 |
| CHAPITRE II: LA ZONE D'ETUDE | 47 |
| 1. Baie de Bou Ismail..... | 48 |
| 2. La Baie d'Alger..... | 54 |
| 3. Baie de Zemmouri..... | 63 |
| CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES | 68 |
| 1. Les Données..... | 69 |
| 2. Bases de données | 70 |
| 3. Phase 1 : Collecte de données | 71 |
| 4. Phase 2 : création d'une architecture de la base de données..... | 79 |

| | |
|---|------------|
| 4.1. Logiciels utilisés | 79 |
| 4.2. Traitement des données (géo-référencement, correction des aables, problèmes rencontrés, conversion)..... | 81 |
| 4.3. Problèmes rencontrés..... | 82 |
| 4.4. Conception de la base de données géographiques Schéma général | 85 |
| 4.5. Structuration du SIG_BAZ dans une GEODATABSE : | 85 |
| 5. Phase 3 : Vectorisation et édition..... | 88 |
| 6. Conclusion du chapitre | 91 |
| CHAPITRE IV: RESULTAT ET DISCUSSION..... | 92 |
| Introduction | 93 |
| 1. Indicateurs de suivi de la GIZC | 93 |
| 1.1. L'évolution du Trait de cote | 93 |
| 1.1.1. Etablir une carte de sensibilité | 95 |
| 1.2. Pressions anthropiques | 96 |
| 1.2.1. Démographie | 96 |
| 1.2.2. L'urbanisation | 101 |
| 2. Risques côtiers | 102 |
| 2.1. Les inondations,..... | 102 |
| 2.1.1. La cartographie du risque d'inondation..... | 102 |
| 2.1.2. Cartographie des zones inondables : | 103 |
| 2.1.3. Résultats de la cartographie : | 104 |
| 2.2. Risque industriel | 106 |
| 2.2.1. Imbrication du SIG avec des logiciels de simulation..... | 106 |
| 2.2.2. Causes des accidents au niveau d'un équipement industriel..... | 107 |
| 2.2.4. Scénarios retenu : | 108 |
| 2.2.5. Les zones d'effets | 109 |
| 2.2.6. Résultats de simulation..... | 110 |
| 2.2.7. Cartographie des résultats | 111 |
| Discussion | 114 |
| Conclusion..... | 115 |
| CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES | 116 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 120 |

INTRODUCTION GENERALE

La mise en application des notions de développement durable, d'évaluation, de surveillance et de gestion des zones côtières nécessite une description exhaustive du milieu et de ses règles de fonctionnement, ainsi que d'une procédure interdisciplinaire pour l'analyse des problèmes de développement. Pour ce faire, il est nécessaire de récolter, gérer, traiter et de diffuser une masse considérable de données. (Denis, 1997 ; Meaden et Chi, 1996 ; Loarer, 1994 ; Ifremer et Cedralmar, 1993 ; Robinson et Matthews., 1992).

Le développement remarquable de l'informatique a eu pour effet l'apparition et la diffusion d'outils aptes à répondre aux besoins de cette gestion, il s'agit des Systèmes d'Information Géographique (SIG). Leur capacité de stockage, de traitement, de consultation, d'analyse et de représentation en font des outils performants et particulièrement adaptés à l'ensemble des activités de gestion (Bartlett et al. 1998 ; Prelaz-Droux, 1995 ; Burrough, 1986).

Les zones côtières présentent une pression démographique, particulièrement la croissance des zones urbaines littorales, associée à une expansion rapide de l'industrie, du tourisme dans les régions littorales et une exploitation extensive des ressources marines, a suscité une inquiétude généralisée à l'échelle planétaire concernant le développement durable de ces espaces et leurs ressources naturelles. De plus, cette évolution démographique rapide, industrielle et touristique s'accompagnera vraisemblablement d'un accroissement significatif de l'importance économique des océans au cours des années à venir (Banque-Mondiale, 1993). Ainsi, ce modèle de développement socio-économique constitue un facteur important de pression environnementale, qui s'explique par l'exploitation excessive des ressources naturelles et Les effets provoqués par les déchets résultants de l'activité humaine. Tout cela se reflète à travers les processus de détérioration aisément mesurés avec l'augmentation de la pollution marine côtière. La majeure partie de cette pollution est d'origine tellurique et causée par les eaux usées domestiques et industrielles, les drainages agricoles, le drainage pluvial des zones urbaines, les décharges de déchets solides, les sources de pollution atmosphérique et le transport solide résultant de l'érosion ou de la mise en valeur des terres (FAO, 1998 ; Chua, 1993 ; Carter, 1988).

La détérioration de la zone côtière quelle que soit son origine naturelle ou anthropique peut alors causer des dégâts importants en affectant la santé des populations locales, en dégradant les écosystèmes marins, en réduisant les revenus tirés des ressources naturelles et en diminuant la valeur du domaine foncier littoral.

Le Rôle des SIG

Si l'utilisation et l'exploitation équilibrée de la zone côtière est un objectif irréaliste, la Gestion Intégrée de la Zone Côtière (GIZC) est l'un des programmes en réponse pour le réaliser et c'est là qu'interviennent tout particulièrement les SIG, pour aider à satisfaire cet objectif. L'imbrication SIG et GIZC répond à des nombreuses situations et plus particulièrement en rapport avec les deux types de scénarios suivants : scénario de gestion ou scénario de recherche. Dans les deux cas, le rôle principal des SIG dans la GIZC est de faciliter la mise en œuvre d'un référentiel géographique littoral pour y rassembler toutes les informations, les corrélées et les synthétisées afin de rendre l'information plus claire sur l'état des espaces. ????

Dans un scénario de gestion, les SIG viennent à l'appui de la GIZC pour parvenir particulièrement à la modélisation, l'acquisition, le stockage, l'analyse et la représentation de l'information nécessaire, de façon à montrer principalement les relations fonctionnelles entre les composantes du milieu littoral et les actions humaines (aide à la décision).

Dans un scénario de recherche en revanche, les SIG viennent à l'appui de la GIZC pour parvenir particulièrement à la modélisation et à la simulation des interactions dynamiques qui se déroulent sur le littoral (aide à la compréhension).

Principales contraintes du SIG

La mise en pratique d'un SIG pour la GIZC se heurte à des difficultés majeures. Deux obstacles ont été particulièrement évoqués de manière récurrente qui sont :

- Un manque de développement des actions politiques de la part de l'état pour la coordination des relations complexes entre les secteurs écologiques, économiques et la société sur le milieu littoral,
- Un manque d'informations scientifiques adaptées ou plutôt la difficulté de diffusion et de vulgarisation de ces informations concernant le fonctionnement des écosystèmes côtiers et les relations écologiques complexes entre les systèmes marins et terrestres.
- La divergence des bases de données SIG existantes, chaque base de données avec son propre référence,
- La discontinuité des données (la base de données terrestre côtière se limite au trait de côte)

De ce fait, les SIG trouvent ici toute leur justification et ils contribuent non seulement de représenter des cadres géographiques logiques, mais aussi à faciliter la mise en cohérence et la gestion des données alphanumériques et spatiales s'y rapportant. La gestion des données fait allusion aux processus d'acquisition, de choix, de conception, de stockage et bien évidemment

d'exploitation pour parvenir à l'élaboration d'une information qui réponde aux objectifs de gestion.

Objet et méthodologie de travail

L'objectif général de notre travail est d'établir un modèle d'une base de données SIG du littoral Algérien (centre Algérie), comme contribution à la formulation d'un référentiel de départ pour les futurs projets de recherche sur le milieu côtier.

Pour y parvenir, des objectifs spécifiques ont été fixes.

- Fournir un constat global de l'interaction des SIG et de la GIZC en Algérie.
- Mettre en place un modèle de données, un référentiel géographique de la zone côtière des trois baies (Bou Ismail, Alger et Zemmouri) et y définir des classes au sein lesquelles il est possible de structurer l'ensemble des données nécessaires pour mener des processus de description, d'analyse et de gestion de la zone côtière.
- Développer un prototype SIG afin de montrer ses potentialités pour soutenir les processus de gestion des zones côtières.
- Faire des applications pour montrer l'utilité du SIG pour le suivi des indicateurs de GIZC, les risques naturels (Inondation) et les risques industriels

A cet effet notre travail est structuré en quatre chapitres :

- Dans le premier chapitre on a les concepts et fondements de la GIZC et des SIG où on présente une définition de la zone côtière et un aperçu des notions et fondements des deux piliers sur lesquels s'appuie notre travail : la Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC) et les Systèmes d'Information Géographique (SIG), ainsi que leur interaction.
- Ensuite on a le deuxième chapitre consacré à la présentation de la zone d'étude qu'on divisé en trois unité (Baie Bou Ismail, Baie d'Alger et Baie de Zmmouri) où nous avons évoqué les descriptions générale de chaque baie ainsi que leurs caractéristiques socio-économiques.
- Dans le troisième chapitre nous présentons la méthodologie et ainsi la structuration d'une base des données pour la zone côtière. Ce chapitre expose l'approche méthodologique adoptée pour la gestion (l'acquisition, le choix, le stockage) et l'exploitation, d'un SIG, des données nécessaires pour soutenir les processus du suivi de la GIZC et les risque liés à la zone côtière.
- Dans le quatrième chapitre, il s'agit de l'élaboration du SIG_BAZ, un prototype SIG d'aide à la décision, et cela à travers des exemples d'applications du SIG_BAZ pour le suivi des indicateurs de suivi de la GIZC, les risques naturels et industriels en montrant l'importance

Introduction générale

de la mise en place d'une base de données littoral

Enfin, la conclusion générale, où nous synthétisons les résultats manquants de ce travail et nous discutons de la performance des SIG pour la gestion des zones côtières et leur cartographie automatique.

CHAPITRE I
GENERALITE

1. Nombreuses définitions pour un seul espace

La notion de littoral est communément admise par tous. Il s'agit de l'espace qui relie la terre et la mer. Il n'existe cependant pas de définition unique de ce territoire mais plusieurs et de nombreuses méthodes pour le délimiter sur terre comme en mer. Ces définitions peuvent être d'ordres biologique, physique, économique, démographique ou juridique. (*Sébastien Colas, 2008*).

Les premiers scientifiques qui ont utilisé le terme « littoral » sont les géographes. Pour Emmanuel de Martonne (*Traité de géographie physique, 1909*), "le domaine des formes littorales n'est pas seulement la ligne idéale qui sépare sur les atlas et les cartes à petite échelle, la terre ferme de la mer ... Sur le terrain, il apparaît clairement que le domaine littoral comprend tout ce qui, soit au-dessous, soit au-dessus du niveau moyen des eaux, est soumis à l'action des forces responsables du tracé de la côte et de ses changements".

Dans les années 1960, les océanographes et géomorphologues, alors que leur science était surtout descriptive, l'employèrent pour préciser des formes topographiques ou pour formuler l'étagement des peuplements marins. En géomorphologie sont ainsi définis les flèches littorales, les cordons littoraux, les dunes littorales, la dérive littorale (*Michel Houdart, 2003*)

Pour les biologistes marins (« *Le système littoral est l'ensemble des fonds marins (domaine benthique) du plateau continental, depuis le niveau le plus élevé, où peuvent vivre les espèces marines qui se contentent d'une humectation par les embruns ou d'immersions exceptionnelles, jusqu'à la profondeur limite correspondant aux possibilités de vie des algues multicellulaires les plus tolérantes.* » (*Jean-Marie Péres, 1993*), le système littoral (appelé également système phytal) dépend de la pénétration de la lumière dans la mer. Il est subdivisé en mésolittoral, supralittoral et infralittoral, il s'étend de la laisse de haute mer jusqu'à des profondeurs d'une trentaine de mètres dans des eaux riches en matières en suspension, et pouvant atteindre plus de 100 mètres dans des eaux très transparentes.

Pour le législateur, « Le littoral est une entité géographique qui appelle une politique spécifique d'aménagement, de protection et de mise en valeur ». C'est une zone de contact entre la terre et la mer qui constitue aujourd'hui un espace de plus en plus sollicité, ce qui accentue sa fragilité (*Becet, 2002*).

En Algérie, et selon la **loi 02-02 du 5 février 2002**, Le littoral englobe l'ensemble des îles et îlots, le plateau continental ainsi qu'une bande de terre d'une largeur minimale de huit cents mètres (800m), longeant la mer et incluant :

- Les versants de collines et montagnes, visibles de la mer et n'étant pas séparés du rivage par une plaine littoral
- Les plaines littorales de moins de trois kilomètres (3 km) de profondeur à partir des plus hautes eaux maritimes ;
- L'intégralité des massifs forestiers ;
- Les terres à vocation agricole ;
- L'intégralité des zones humides et leurs rivages dont une partie se situe dans le littoral à partir des plus hautes eaux maritimes tel que défini ci-dessus ;
- Les sites présentant un caractère paysager, culturel ou historique.

Le littoral comprend une zone spécifique qui fait l'objet de mesures de protection et de valorisation, dénommée zone côtière, qui comprend :

- Le rivage naturel ;
- les îles et les îlots ;
- les eaux intérieures maritimes ;
- le sol et le sous-sol de la mer territoriale.

Le littoral algérien s'étend de Oued Kiss de la commune Marsa Ben M'hidi (wilaya de Tlemcen) à la frontière Algéro-Marocaine et par Oued Souani Es Sebaa de la commune Souarekh (wilaya d'El Tarf) à la frontière Algéro-Tunisienne. Il s'étend sur un linéaire côtier de **1622,48 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**. (*Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2014*)

Il représente un écosystème fragile et constamment menacé de dégradation en raison de la concentration de la population, des activités économiques et des infrastructures le long de la bande côtière.

Au niveau international, de nombreuses organisations et pays ont proposé des définitions du littoral. Pour la conférence mondiale sur la zone côtière (*World Coast Conference*), le littoral correspond à une région géographiquement délimitée. Elle se distingue nettement par l'agrégation d'environnements côtiers interagissant entre eux et de systèmes structurels naturels ou humains correspondants. (*Olivier LOZACHMEUR, 2004*).

Pour la Commission Européenne, la zone côtière se délimite comme une zone comprenant à la fois de la mer et de terre, elle est de largeur variable selon la nature de l'environnement et les besoins en matière de gestion. Elle correspond rarement à des subdivisions administratives ou des zones de planification existantes. Dans le domaine des pêches, il est courant de limiter la zone côtière aux eaux territoriales telles que définies dans la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer, bien que cette délimitation ne corresponde à aucune zone biologique ou unité de gestion distincte. Les systèmes côtiers naturels et les activités de l'homme impliquant l'utilisation de ressources côtières peuvent par conséquent s'étendre bien au-delà des eaux territoriales, de même que sur plusieurs kilomètres à l'intérieur des terres. (*Françoise GOURMELON, 2003*)

Pour la Banque Mondiale, La zone côtière désigne l'interface où la terre rencontre la mer, et englobe les milieux littoraux ainsi que les eaux côtières adjacentes. Elle peut inclure les rivières, les deltas, les plaines côtières, les zones humides, les plages et les dunes, les récifs, les mangroves, les forêts, les lagons et les autres spécificités côtières. World Bank, 1996 (*Julien Rochette, 2010*).

Le Protocole Méditerranéen sur la GIZC définit la "Zone côtière"; comme l'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 systèmes de ressources complexes comprenant des composantes biotiques et abiotiques coexistant et interagissant avec les communautés humaines et les activités socioéconomiques pertinentes. *Mediterranean ICZM Protocol, 2008*. (*Julien Rochette, 2010*).

Pour le législateur américain (*US Coastal Zone Management Act, 1972*), la zone côtière désigne les eaux côtières (y compris les eaux de surfaces et souterraines) et les terres adjacentes (y compris le sol et le sous-sol) fortement influencées les unes par les autres, incluant les îles, les zones de transition et intertidales, les marais salants, les zones humides et les plages. Pour la commission américaine des ressources marines (*US Commission on marine, engineering and resources, 1986*), « Le littoral peut être défini comme la zone d'interaction entre la terre et la mer, dont la frontière terrestre est fixe par la limite des influences de l'océan sur la terre et la frontière marine par la limite des influences de la terre et de l'eau douce sur l'océan côtier ou, en d'autres termes la partie de la terre affectée par la proximité de la mer et la partie de l'océan affectée par la proximité de la terre. Les limites terrestres et océaniques ne sont cependant pas fixes dans l'espace (UICN).

Dans la loi Sud-Africaine *South Africa's Integrated Coastal Management Act, 2008*: La zone côtière désigne l'espace comprenant la propriété publique côtière, la zone côtière de protection, la zone d'accès à la côte et les aires côtières protégées, le bord de mer, les eaux côtières et la zone économique exclusive et inclut tous les environnements sur, dans et sous cet espace.

2. Le littoral algérien : un espace densément occupé et surexploité

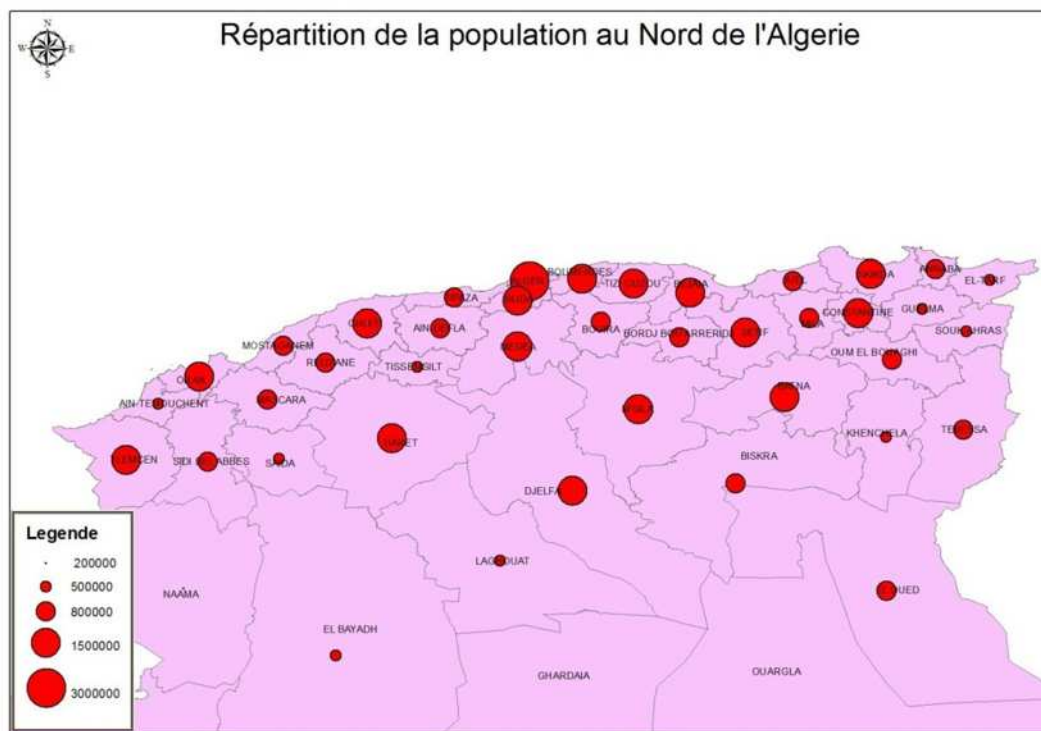
La zone côtière est historiquement un lieu privilégié pour l'installation humaine. Plus de 60 % de la population mondiale vit dans la grande zone côtière ; 3,8 milliards de personnes résident à moins de 150 km du rivage d'après l'UICN (**Union internationale pour la conservation de la nature**). Dans certains secteurs, les concentrations humaines sont extrêmement élevées, formant parfois de vastes conurbations. Actuellement huit des dix plus grandes agglomérations du globe se situent sur le littoral. Selon de récentes estimations (carte de l'évolution estimée de la population sur l'ensemble de la planète entre 1995 et 2025), la population mondiale vivant à moins de 100 km augmenterait à l'horizon 2025 de 35 % par rapport au niveau de 1995, passant de 1,21 milliards à 2,75 milliards d'habitants (*Small et Nicholls, 2003*). Les activités humaines sur le littoral font parfois peser de lourdes menaces sur sa sauvegarde. 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 (*George et Verger, 2009*).

2.1. Un grand déséquilibre démographique

La population est caractérisée par une répartition déséquilibrée sur le territoire national. Environ les deux tiers de la population algérienne sont concentrés au nord qui représente 13% du territoire seulement, tandis que 8% de la population est dispersée à travers le Sahara qui s'étend sur 87% du territoire national.

En 2008, la population des wilayas littorales est estimée à 12 860 613 habitants soit 34% de la population nationale, résidant en permanence sur une bande du littoral de 50 kilomètres de profondeur (*Source : ONS RGPH, 2008*). Carte 01.

Les communes littorales (soit 158 communes sur 1500) accueillent 5509142 d'habitants d'une population totale estimée en janvier 2014 de 38.7 million soit un pourcentage de 14,21% dans une bande de 10km du trait de côte soit une superficie de 15785Km² qui représente 0.66% de la superficie totale nationale, (*Source : ONS RGPH, 2008*).



Carte n°1. Répartition de la population dans le Nord de l'Algérie

2.2. Une urbanisation galopante

La forte concentration démographique a entraîné une urbanisation démesurée. Le taux d'urbanisation est passé de 26% en 1962 à 61,4% en 2010. Cette urbanisation s'est développée au détriment du foncier agricole, les surfaces concédées par l'agriculture ont été évaluées à 8 790 hectares à la Mitidja, 2 850 hectares dans les collines du Sahel, 1 010 hectares dans les plateaux côtiers du centre et 5 470 dans la région oranaise. A elles seules ces régions littorales autour des trois principales villes côtières ont perdu 17% du total de leurs terres agricoles. Les sites naturels (plages, dunes...) autour des grandes agglomérations et périmètres industriels côtiers (Alger, Oran, Annaba, ...) n'ont pas été épargnés non plus.

2.3. Les activités économiques et industrielles

Le littoral Algérien est par ailleurs, 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, 2003*).

L'activité pétrolière est une activité positive et souhaitable, essentielle pour le développement social et économique du pays. Cependant, elle s'est accaparée des meilleurs sites littoraux 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 et générer des déchets, des émissions de gaz toxiques et d’eaux usées polluées. La zone compte deux zones pétrochimiques importantes, la première située à Arzew à l’ouest d’Algérie et la seconde à Skikda à l’est.

La répartition régionale indique que 617 552 entités économiques sont concentrées au niveau de la région nord du pays, soit deux tiers de l’ensemble des entités économiques (*Office National des Statistiques, 2012*) Figure n°1

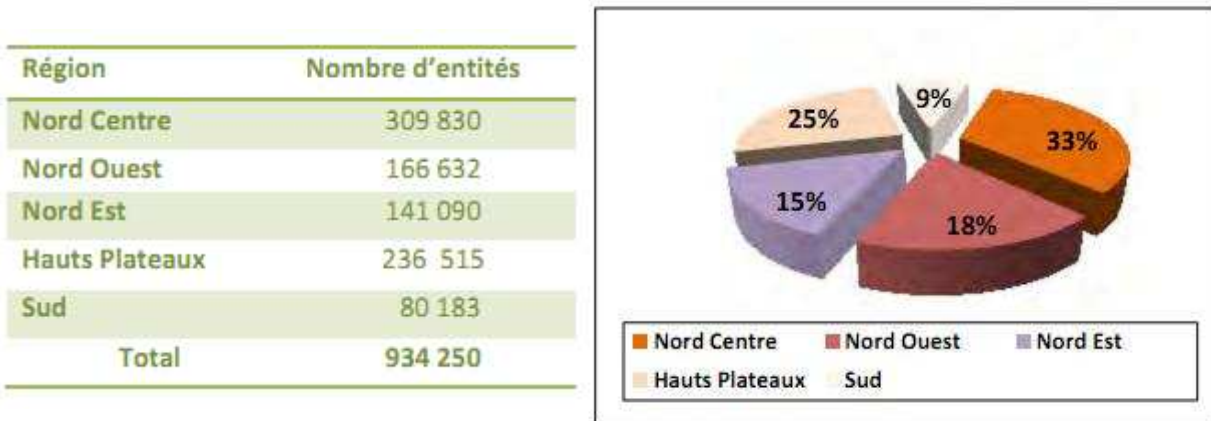
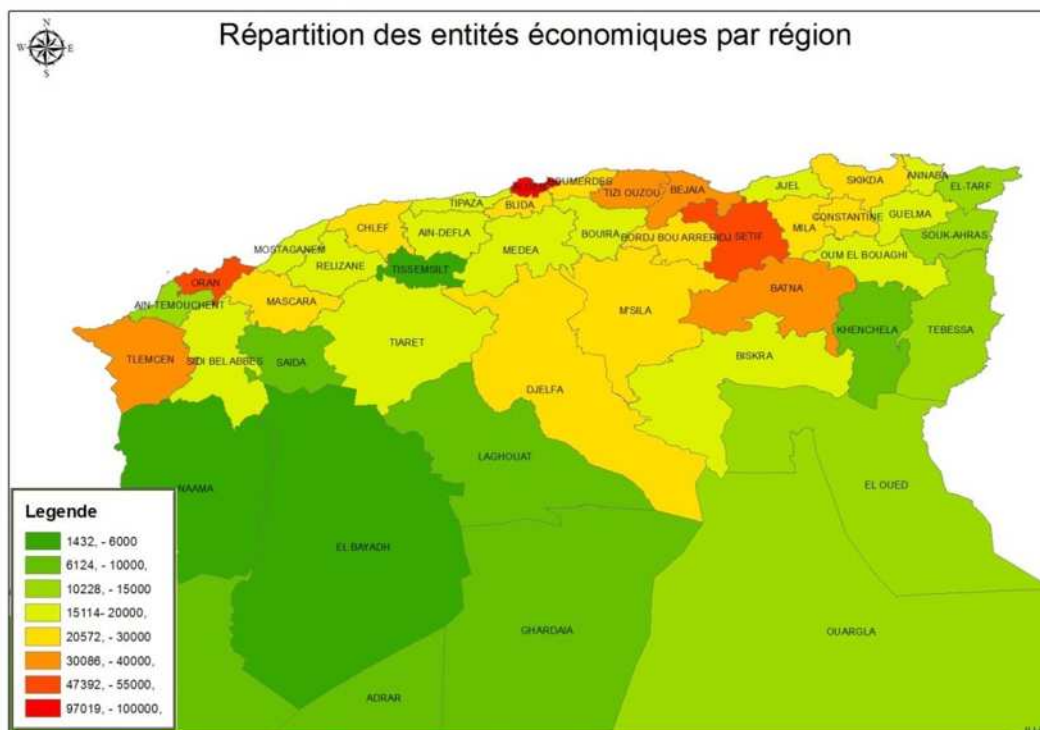


Figure n°1. Répartition des entités économiques



Carte n°2. Carte de répartition des entités économiques par région

2.4. Le tourisme :

Le tourisme est une industrie d'importance vitale pour des nombreuses zones côtières. Les indicateurs mesurés pour la fréquentation touristique indiquent que l'essentiel du tourisme actuel en Algérie est un tourisme côtier du fait de l'implantation des principales installations touristiques dans la bande littorale. En effet, l'essentiel de ces infrastructures est installé sur une bande qui représente moins de 5% de la surface nationale. Cette situation produit une pression intense sur l'espace côtier et sur les ressources vivantes qu'il héberge.

Le chiffre de 31 millions de visiteurs qui ont fréquenté le territoire de la wilaya de Tipaza en 2008 doit être relativisé. En réalité, une personne qui a un séjour de 10 jours au lieu d'être comptabilisée une seule fois, elle est mentionnée 10 fois. Si l'on considère un séjour touristique moyen de 10 jours, le chiffre baisse à 3 millions de personnes. Il faut également considérer que les plaisanciers des wilayas limitrophes, principalement ceux d'Alger et de Blida séjournent seulement la journée dans le territoire de la destination. Par contre, y'a lieu de considérer l'affluence touristique qui est en 2009 de 66.699 hébergés et 584.239 nuitées dont 207.208 nuitées dans les hôtels. Ce chiffre est également biaisé car ne il considère la fraction importante de touristes optant pour la formule "chez l'habitant". (*Stratégie de développement du tourisme durable, Samir Grimes*)

2.5. Facteurs d'attraction des littoraux

De manière générale, le littoral fait l'objet d'un « investissement affectif et symbolique » (*DATAR, 2004*) et attire les résidents permanents pour le cadre de vie agréable qu'il offre même si l'importance de cette dimension varie en fonction des littoraux.

Le dynamisme économique du littoral n'est pas lié aux activités maritimes (pêche, aquaculture, ports...) qui sont en perte de vitesse, mais à l'émergence d'une économie de services et d'une économie résidentielle« La sphère de l'économie résidentielle regroupe les services aux particuliers, la construction, la santé, l'action sociale, le commerce de détail, les activités financières et le transport de voyageurs. Ces activités s'adressent à un marché local, alimenté par les besoins de la population résidente ou de passage (touristes, déplacements professionnels journaliers) » (*Observatoire du Littoral - INSEE – SOeS, 2009*) fortement créatrices d'emplois, ainsi que par le développement de l'activité touristique (*DIACT, 2007 ; Béoutis et al., 2009*).. Cet « investissement » se traduit par une attractivité croissante

2.6. Les pressions posées par cette forte occupation

Les territoires littoraux sont des milieux complexes et fragiles, particulièrement sensibles aux effets du changement climatique et des activités anthropiques, et soumis à des enjeux économiques, écologiques et patrimoniaux importants. Parmi ses composantes spatiales, la frange côtière est la plus convoitée, la plus fragile, la plus exposée et la plus rare. De sorte que sa gestion quotidienne et son avenir cristallisent toutes les craintes et toutes les attentes, et il convient ici plus qu'ailleurs d'y *protéger les hommes et contenir la ville*. (Jacques Daligaux, 2010).

2.7. L'érosion

L'Algérie, qui a un important linéaire côtier est pratiquement touchée par le phénomène d'érosion et le recul du trait de côte sur toute l'étendue de sa façade maritime (orientale, centrale et occidentale). A titre d'exemple dans la Baie de Jijèl (M.Boutiba 2006) a trouvé un taux de recul de (-0.2 à -0.5m/an) entre 1865 et 1960 et (-0.7 à -1.7m/an) entre 1960 et 2003. Dans l'algérois, entre Cap Djenat et Cap Chanoua, le même chercheur, dans le cadre des projets (PAC, 2006 et AMIS SMAP III, 2006), a trouvé des taux de recul très inquiétants (-0.8 à -1.6m/an) entre 1959 et 2003, ainsi que les travaux de l'APPL sur l'évolution du trait de Côte de la wilaya d'Alger entre 1959 et 2011 ont montré un recule de trait de côte atteint (-0,83m/an) au niveau de la cote de Surcouf à Ain Taya.

2.8. La pollution

La côte et le littoral algériens et à l'instar de la majorité des zones côtières méditerranéennes, sont sensibles aux changements environnementaux, aux changements créés par le développement économique et aux changements d'utilisation du sol. La région algéroise est certainement l'une des zones où l'altération de la qualité des eaux marines côtières est la plus perceptible. De 75 à 80% des pollutions marines sont d'origine terrestre, notamment agricole, parmi lesquelles environ 30% sont apportées par l'atmosphère. Le littoral Algérien est pratiquement touché par diverses pollutions, on constate une densité urbaine importante sur la côte qui déverse ses rejets dans les eaux marines et des usines qui rejettent leurs déchets industriels et contribuent à polluer le milieu sous l'effet des substances toxiques et corrosives (BACHARI HOUMA Fouzia, 2009).

2.9. La politique d'aménagement du territoire

Le Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT)

Qui traduit, pour l'ensemble du territoire national, les orientations et prescriptions stratégiques fondamentales de la politique nationale d'aménagement et de développement durable du territoire.

Le SNAT fixe les modalités de conservation, de sauvegarde et de valorisation des zones littorales et du plateau continental liées :

- au respect des conditions d'urbanisation et d'occupation des zones littorales ;
- au développement des activités de pêche et des autres activités ;
- à la protection des zones littorales, du plateau continental et des eaux marines, contre les risques de pollution ;
- à la protection des zones humides ;
- à la protection du patrimoine archéologique aquatique.

Dans la mise en œuvre du SNAT il est institué des schémas directeurs des grandes infrastructures et des services collectifs d'intérêt national qui sont les instruments privilégiés du développement harmonieux du territoire national et de ses régions.

L'élaboration et la révision des schémas directeurs sectoriels des grandes infrastructures et services collectifs d'intérêt national font l'objet d'une coordination intersectorielle au titre de l'aménagement du territoire et de l'environnement. Le SNAT est approuvé par voie législative pour une période de vingt (20) ans. Il fait l'objet d'évaluations périodiques et d'une actualisation tous les cinq (5) ans selon les mêmes formes. (*PAP-PAC.ALG/GIZC/101/2003*)

Le Schéma Directeur d'Aménagement du Littoral (SDAL)

Qui, en conformité avec le SNAT, traduit, pour les zones littorales et côtières du pays, les prescriptions spécifiques de conservation et de valorisation de ces espaces fragiles et convoités. Les espaces littoraux font l'objet d'un schéma directeur, sur la base des orientations fixées par le SNAT. (*PAP-PAC.ALG/GIZC/101/2003*)

2.10. Le cadre réglementaire

En Algérie, les espaces en contact avec la mer sont réglementées, à la fois, par la loi littorale (02-02) du 5 février 2002, la loi d'urbanisme et d'aménagement du territoire (90-29) du 1er décembre 1990 et la loi domaniale (91-454) du 23 novembre 1991.

- La loi 90-29 du 1er 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». En outre, «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»¹². Les restrictions énoncées par ces instruments juridiques devraient normalement assurer une occupation équilibrée et maîtrisée du rivage.

- La loi 02-02 du 5 février 2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral a pour objet l'élaboration et la mise en œuvre d'une politique nationale spécifique d'aménagement et de protection du littoral. L'article premier stipule que «la présente loi a pour objet de fixer les dispositions particulières relatives à la protection et à la valorisation du littoral».

Cette loi délimite trois bandes dans le littoral tel que défini à l'article (07), dans lesquelles sont édictées des restrictions relatives à l'urbanisation (figure 4).

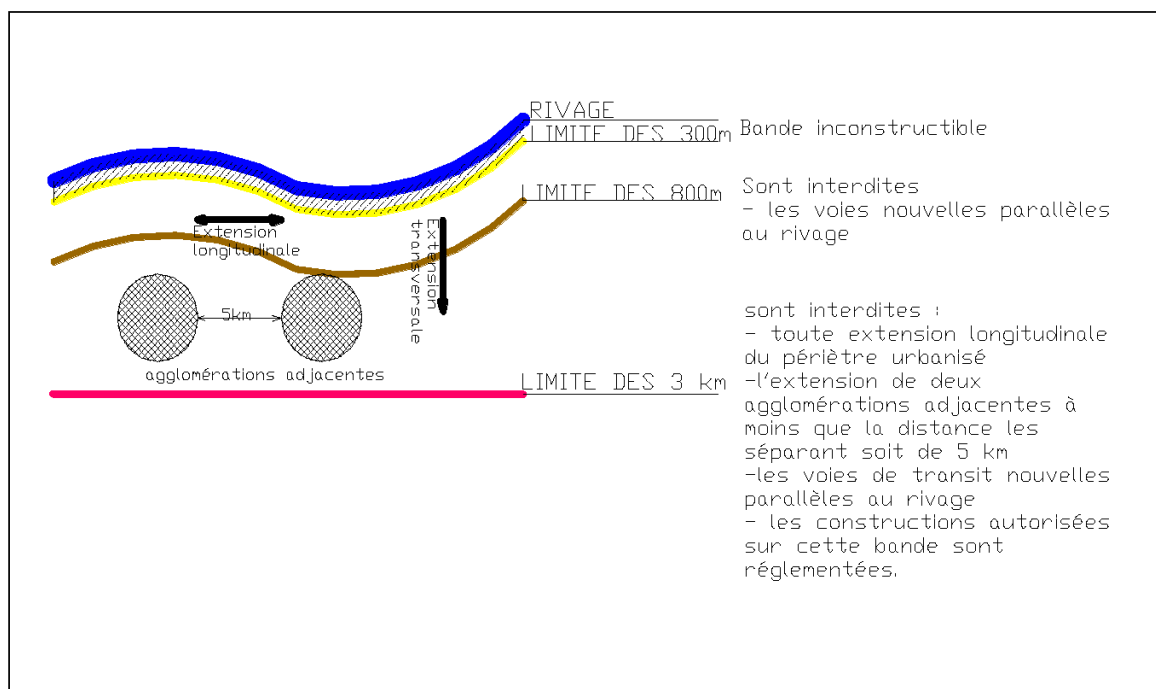


Figure n°2: Bandes délimitées par la loi 02-02 du 05-02-2002 (Malika Kacemi, (2013).

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 : 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 sont interdites :

- 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.

Les constructions et les occupations du sol directement liées aux fonctions des activités économiques autorisées par les instruments d'urbanisme dans la bande des trois kilomètres sont réglementées (*Kacemi, 2004*).

En application de cette loi plusieurs programmes et plans d'actions ont été élaborés avec les différents centres d'activités du Plan d'Action pour la Méditerranée. Il s'agit notamment :

- du Plan d'Aménagement Côtier (PAC) de la région algéroise,
- du Plan Stratégique pour la Méditerranée (PAS MED),
- du programme d'évaluation et de maîtrise de la pollution marine (MED POL),
- du Plan d'Action Stratégique pour la conservation de la Biodiversité marine de la Méditerranée (PAS BIO). (*MATE*)

2.11. Structures de protection du littoral

Pour mettre en place les mesures de protection et de suivi de la politique d'aménagement et de valorisation du littoral, l'Algérie a mis en place des structures nationales et régionales chargées de ces tâches

2.11.1. Le Commissariat National du Littoral (CNL)

La loi littorale a conduit à la création d'un établissement public administratif spécialisé, le Commissariat National du Littoral, dont le décret exécutif le 13 avril 2004 (**Commission européenne, Soutien à la DG Environnement pour la mise au point de l'Initiative de Dépollution de la Méditerranée «Horizon 2020» No 70201/2006/436133/MAR/E3**).

Le CNL joue un rôle central dans la protection et la valorisation durable du littoral algérien, il sera confronté à des multiples pressions qui s'y exercent. Il a mis en place des mécanismes de pédagogie au sein même de l'administration, aussi bien les populations élues (**Commission européenne, Soutien à la DG Environnement pour la mise au point de l'Initiative de Dépollution de la Méditerranée «Horizon 2020» No 70201/2006/436133/MAR/E3**).

Le CNL a également mis en application des cadres réglementaires à titre d'exemple en trouve le Schéma ou Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU), ainsi que les plus classiques Plans d'Occupation des Sols (POS) ont été insaturés par la loi 90-29 du 01-12-1990, relative à 'aménagement et à l'urbanisme et ses décrets d'application 91-177 du 28-05-1991, et 91-178 du 28-05-1991

2.11.2. Le Plans Tel Bahr

Le plan Tel Bahr crée par le décret exécutif n° 94-279 du 17 septembre 1994 national vise notamment:

- la mise en œuvre et le développement d'un système rigoureux de prévention, de détection, de surveillance, de contrôle et de lutte contre toute forme de pollution marine;
- la définition d'une organisation opérationnelle efficace reposant sur le coordination entre les autorités civiles et militaires ainsi que les organismes nationaux concernés, susceptibles de contribuer, en cas d'intervention d'urgence, par les moyens dont ils disposent à la lutte contre la pollution marine;
- la constitution, au nom de l'Etat, d'un cadre de concertation, de réflexion, de suivi, de contrôle et de détermination des responsabilités dans la lutte contre les pollutions marines.

2.11.3. L'Agence urbaine chargée de la Protection et de la Promotion du Littoral Algérois (APPL)

Est une Entreprise Publique créée en 1998 pour missions :

- De participer à la stratégie du développement du littoral par la définition d'une stratégie de gestion intégrée du littoral en liaison avec les administrations et les organismes concernés.
- De participer aussi aux études concernant l'orientation et le contrôle de l'aménagement des zones côtières et des plans d'eau.
- De Traiter les activités préjudiciables à l'environnement

- D'apporter toute l'assistance technique nécessaire aux communes dans la gestion des plages et notamment la gestion de la saison estivale.
- De contribuer à la préservation de l'état environnemental des communes par l'élaboration de rapports illustrés de photos et commentés, sur l'état des lieux en matière d'hygiène, de décharges sauvages, de rejets d'eaux usées, de constructions illicites, de pillage de sable, etc.
- De suivre et de contrôler, la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de baignade du littoral Algérois et des eaux des piscines publiques et d'actualiser la banque de données de la qualité des eaux de mer mise en place
- D'actualiser la banque de données des rejets industriels qui déversent en mer mise en place par le contrôle et le suivi des unités industrielles jugées polluantes
- De suivre et de contrôler, la qualité physico-chimique des eaux de mer causée par les métaux lourds qui affectent presque de façon systématique les sédiments portuaires,
- De contribuer à la conception et à la mise en place avec les organismes concernés, de plans d'urgence pour prévenir ou lutter contre les pollutions ordinaires ou accidentelles.
- De suggérer des avis sur tous projets relatifs au développement du littoral et des zones touristiques de la wilaya d'Alger.
- De veiller au respect de l'application des dispositions de la loi littoral et notamment :
 - 1- A l'application des dispositifs réglementaires en matière de protection du littoral par le renforcement et l'enrichissement du dispositif législatif et réglementaire relatif à l'aménagement, la préservation et la protection du littoral.
 - 2- De procéder à la surveillance de la pollution causée par les déchets solides, les rejets liquides et gazeux, les constructions illicites, le pillage de sable, l'aménagement côtier, etc.
- D'assurer la surveillance de la pollution du littoral par le suivi des réseaux de surveillance environnementaux :
 - Le niveau de recul ou de l'avancée des plages de la wilaya d'Alger depuis 1956 à ce jour (érosion côtière).
 - Le phénomène de phytoplancton toxique (eaux colorées)
 - L'évaluation de la pollution marine par l'utilisation d'indicateurs de pollution appelés bios marqueurs.
 - Le suivi des herbiers de Posidonie indispensables à l'activité biologique marine et au maintien des stocks de poissons en mer.

- Le suivi des macro-algues invasives et toxiques
- L'actualisation de la banque de données dynamique, relative au littoral de la wilaya mise en place avec le Système d'Information Géographique (SIG).
- De participer à la sensibilisation des populations à la protection de l'environnement et en particulier au milieu marin

2.11.4. Le conseil de coordination côtière.

Décret exécutif n°06-424 du 22 Novembre 2006 fixant la composition et le fonctionnement du conseil de coordination côtière. Ce décret a pour objet de fixer la composition et le fonctionnement du conseil de coordination côtière dénommé ci-après "le conseil".

Le conseil a pour objet de mobiliser l'ensemble des moyens requis pour la protection des zones littorales ou côtières sensibles ou exposées à des risques environnementaux particuliers. Sur la base des résultats d'études initiées par le ministre chargé de l'environnement, la délimitation des zones littorales ou côtières sensibles ou exposées à des risques environnementaux particuliers est fixée par arrêté du wali territorialement compétent.

3. Gérer un espace complexe par la GIZC

La multiplicité des situations littorales et leur singularité amène à une grande diversité des usages, et donc des enjeux de gestion et de protection des zones côtières. La gestion de l'espace côtier est par nature complexe, et les mécanismes de cette gestion sont très souvent le produit de processus multiples visant à répondre à des problèmes et à des enjeux particuliers apparus les uns après les autres. Cette caractéristique conduit à un empilement de moyens de gestion cloisonnés et à un enchevêtrement des instances décisionnelles associées (*Pennanguer, 2005*). Les politiques publiques « traditionnelles » d'aménagement des territoires littoraux reposant sur une logique de planification spatiale (*Miossec, 1998*) ou les projets de sanctuarisation sous formes de protections strictes d'espaces littoraux (*Cormier-Salem, 2003*), apparaissent aujourd'hui largement dépassées. Depuis plusieurs décennies, une vision de plus en plus intégrée et holistique de la zone côtière s'impose dans la réflexion relative à la gestion des espaces littoraux (*Gourmelon et al., 2005a*).

La GIZC est un processus en gestation depuis le début des années 1970, et les américains furent les premiers à la conceptualiser dès 1972 dans le Coastal Zone Management Act (http://coastalmanagement.noaa.gov/czm/czm_act.html)

Ce programme partait du constat qu'aucun des cadres réglementaires alors existants ne fournissait les outils pertinents pour résoudre les problèmes posés par la croissance de la demande comme par la nécessaire protection des espaces sensibles. Devenu une loi, le Coastal Zone Management Act impose aux états côtiers américains de mettre en œuvre des programmes de gestion dont les buts sont :

- d'utiliser de façon raisonnée des ressources naturelles dans une perspective de développement durable ;
- d'accorder une attention spécifique à l'écologie, la culture, l'histoire, l'esthétique tout comme aux besoins de développement économique ;
- de préparer des plans de gestion spécifiques pour les zones à risques ;
- d'encourager la coordination des divers acteurs et autorités compétentes dans un même objectif de gestion.

Depuis cette date, la GIZC s'est diffusée à l'ensemble des littoraux du globe, et de nombreuses expérimentations à des échelles très diverses ont lieu sur tous les continents. A partir de l'analyse de ces expérimentations ont été rédigés de multiples guides de bonnes pratiques qui marqueraient la première phase de maturité de la GIZC, son adoption étant devenue une base centrale du développement durable des littoraux du monde (*Billé, 2006*).

3.1. La Convention de Barcelone

La Convention de Barcelone est à l'origine des sept protocoles relatifs aux aspects spécifiques de la conservation de l'environnement méditerranéen dont nous allons baser sur le septième protocole relatif à la gestion intégrée des zones côtières de la Méditerranée.

3.2. Définition de la GIZC

L'un des instruments juridiques conventionnels à proposer une définition de la gestion intégrée des zones côtières (ci-après désignée la GIZC) est le Protocole à la Convention de Barcelone sur la gestion intégrée des zones côtières de la Méditerranée, signé à Madrid le 21 janvier 2008. La GIZC y est décrite en ces termes :

un processus dynamique de gestion et d'utilisation durables des zones côtières, prenant en compte simultanément la fragilité des écosystèmes et des paysages côtiers, la diversité des activités et des usages, leurs interactions, la vocation maritime de certains d'entre eux, ainsi que leurs impacts à la fois sur la partie marine et la partie terrestre. (*article 2 alinéa F dudit Protocole*).

3.3. Objectifs de la gestion intégrée des zones côtières (Article 5 du protocole)

La gestion intégrée des zones côtières a pour but:

- a. 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;
- b. de préserver les zones côtières pour le bénéfice des générations présentes et futures;
- c. de garantir l'utilisation durable des ressources naturelles, en particulier en ce qui concerne l'usage de l'eau;
- d. de garantir la préservation de l'intégrité des écosystèmes côtiers ainsi que des paysages côtiers et de la géomorphologie côtière;
- e. de prévenir et/ou de réduire les effets des aléas naturels et en particulier des changements climatiques, qui peuvent être imputables à des activités naturelles ou humaines;
- f. d'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.

3.4. L'intégration dans la GIZC

Dans le cadre d'un programme de la GIZC « gestion intégrée des zones côtières », l'intégration doit ainsi idéalement être à la fois spatiale, administrative, temporelle, sectorielle et environnementale

- l'intégration « spatiale », destinée « à combiner les éléments physiques, biologiques et humains pour former un cadre unique de gestion englobant les zones terrestres et marines du littoral ». Cela implique notamment « l'intégration de l'aménagement et de la gestion des différentes composantes géographiques de la zone littorale, englobant les zones terrestres et maritimes, ainsi que les zones à l'intérieur des terres », qui ont une influence importante sur l'environnement côtier, tels que les bassins versants (*Conseil de l'Europe, 1999b*) ;
- l'intégration « sectorielle » (ou intégration « entre les différentes activités présentes ou pratiquées dans les zones côtières »), l'objectif étant de faire cohabiter les différentes activités à l'intérieur d'un territoire donné, de telle sorte que chacune d'entre elles

puisse se développer normalement sans subir éventuellement le ou les préjudices d'une autre activité avec laquelle elle partage le même espace ;

4. L'Algérie dans le cadre de la gestion intégrée des zones côtières « GIZC »

Selon le rapport OUTARCHA Fahima, Mohand Chrif Aïnouche sur L'apport de la politique environnementale algérienne, *La gestion intégrée des zones côtières dans les plans d'aménagement côtier*. La GIZC résulte de la gestion, dénommée intégrée, on ne peut pas changer aux programmes de planification ou de gestion globaux ou sectoriels existants. Mais protéger à leur pertinence et cohérence, en appelant à des outils dédiés et en impliquant l'ensemble des acteurs concernés de près ou de loin par cette gestion. Les PACS, dont la mission est de promouvoir la GIZC pour le développement des zones côtières méditerranéennes. (OUTARCHA Fahima, Mohand Chrif Aïnouche, 2011)

Le Plan d'Aménagement Côtier du littoral Algérien

Le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et du Tourisme a prévu des instruments dont la mise en application des dispositions de la loi n° 02-02 du 5 février 2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral, et de la loi n° 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 des Plans d'Aménagement côtiers (PAC) au niveau des 14 wilayas côtières. La gestion intégrée des zones côtières dans le cadre de développement écologiquement durables est considérée comme un protocole de protection et de valorisation des zones côtières, avec la protection des ressources marines.

La gestion intégrée des zones côtières et littorales en Algérie

La GIZC s'est intéressée à une prise de conscience plus active des décideurs, élus, acteurs socio-économiques et citoyens, en vers la mise en œuvre réussie et diligente de la récente (loi sur la protection et la valorisation du littoral), et fait des efforts pour exécuter le plan d'Aménagement Côtier ce classement est selon la protection des nouvelles aires riches et sensibles, la réalisation des zones de développement durable.

5. La GIZC et le système d'information géographique SIG

Le concept de Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC) apparaît alors devant la nécessité de prendre en compte les relations complexes existant entre les activités humaines et le milieu littoral, ceci afin d'atteindre le but de développement durable de ces espaces. Cependant, la mise en application de ces notions nécessite une description exhaustive du milieu et de ses

règles de fonctionnement, ainsi qu'une procédure interdisciplinaire pour l'analyse des problèmes de développement et d'échanges d'information. Pour ce faire, il est nécessaire de récolter, gérer, traiter et diffuser une masse considérable de données attributaires et géo-référencées. Le Système d'Information Géographique (SIG) représente un outil géo-informatique relativement bien adapté pour répondre aux besoins exprimés ci-dessus. Ses capacités de stockage, de maintenance, de consultation, de diffusion et d'analyse en font un outil performant pour l'ensemble des activités de gestion et de recherche. (*Luis Berardo BORDA, 2003*)

Les potentialités offertes par ces technologies, et notamment par les Systèmes d'Information Géographique, se sont accrues depuis les années 1990, de par l'augmentation des données d'observation produites, la capacité des outils de stockage et de traitement et la banalisation de leur utilisation par un vaste public (*Gourmelon et al. 2005a*).

Le Système d'Information Géographique (SIG) doit tenir en compte de toutes les données et de tous les processus du système côtier pour faire face aux phénomènes environnementaux anormaux le schéma général est indiqué sur la Figure n°5.

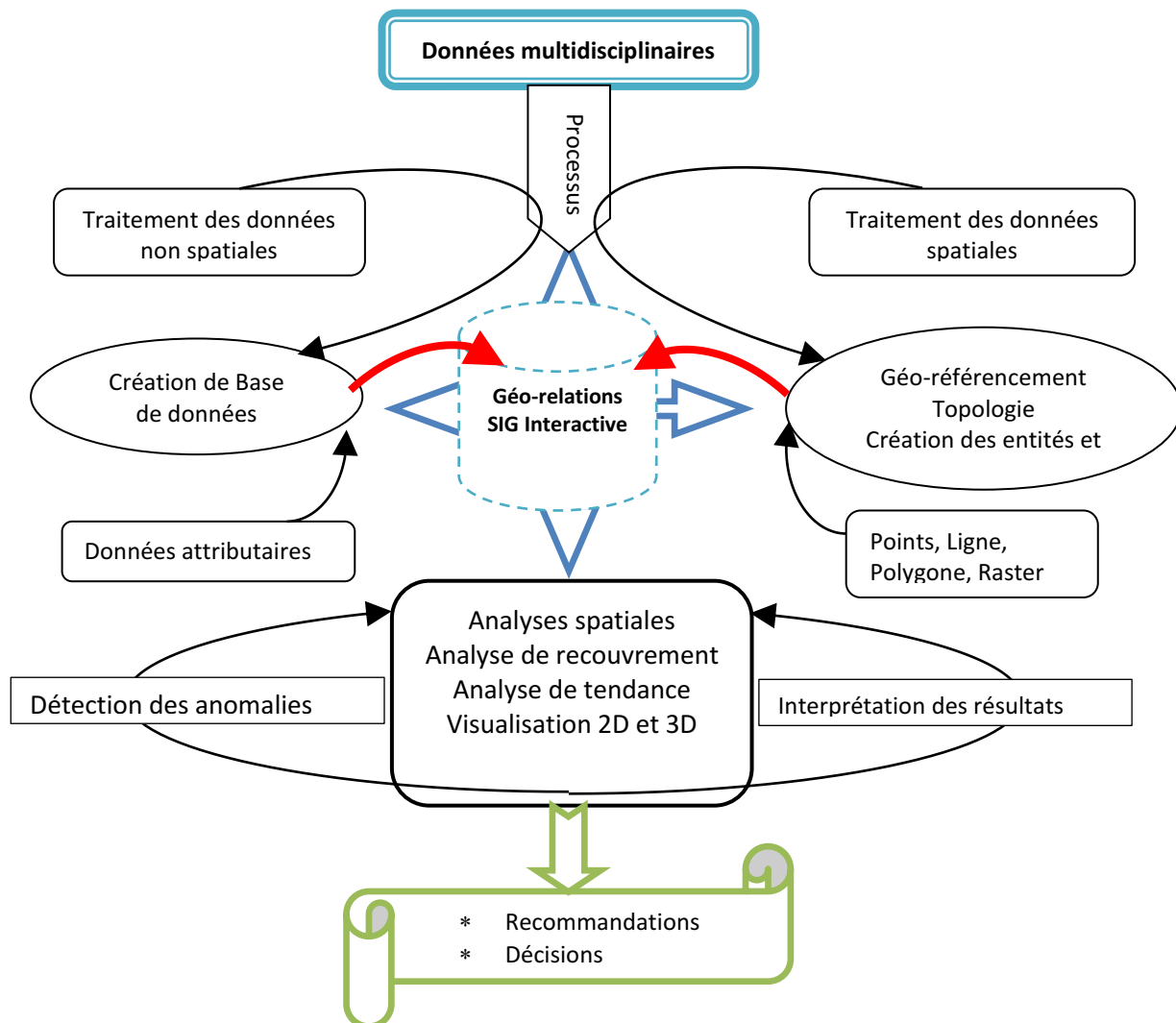


Figure n°3 : Schéma général d'un processus du SIG (Tesfazghi Ghebre Egziabeher, 2011).

5.1. Interaction SIG et GIZC

Longhorn (1999) affirme qu'il est impossible de garder les zones côtières sans "utilisation des SIG, en faisant allusion à ses capacités d'accueil et d'analyse des données géographiques nécessaires pour soutenir des processus de gestion. Cependant, l'apparition des SIG dans la GIZC ne date que du début des années nonante.

De nombreuses applications SIG pour la GIZC existent à l'heure actuelle, accessibles dans la littérature et de plus en plus par Internet. En effet, réaliser un inventaire approfondi serait une tâche aussi difficile qu'inutile. Il est préférable d'en analyser quelques-unes pour évaluer l'importance et les capacités qu'ont pris les SIG dans ce domaine. On peut classer ces applications soit par leur objectif, soit par leur thématique, voire par leur démarche (type d'analyse).

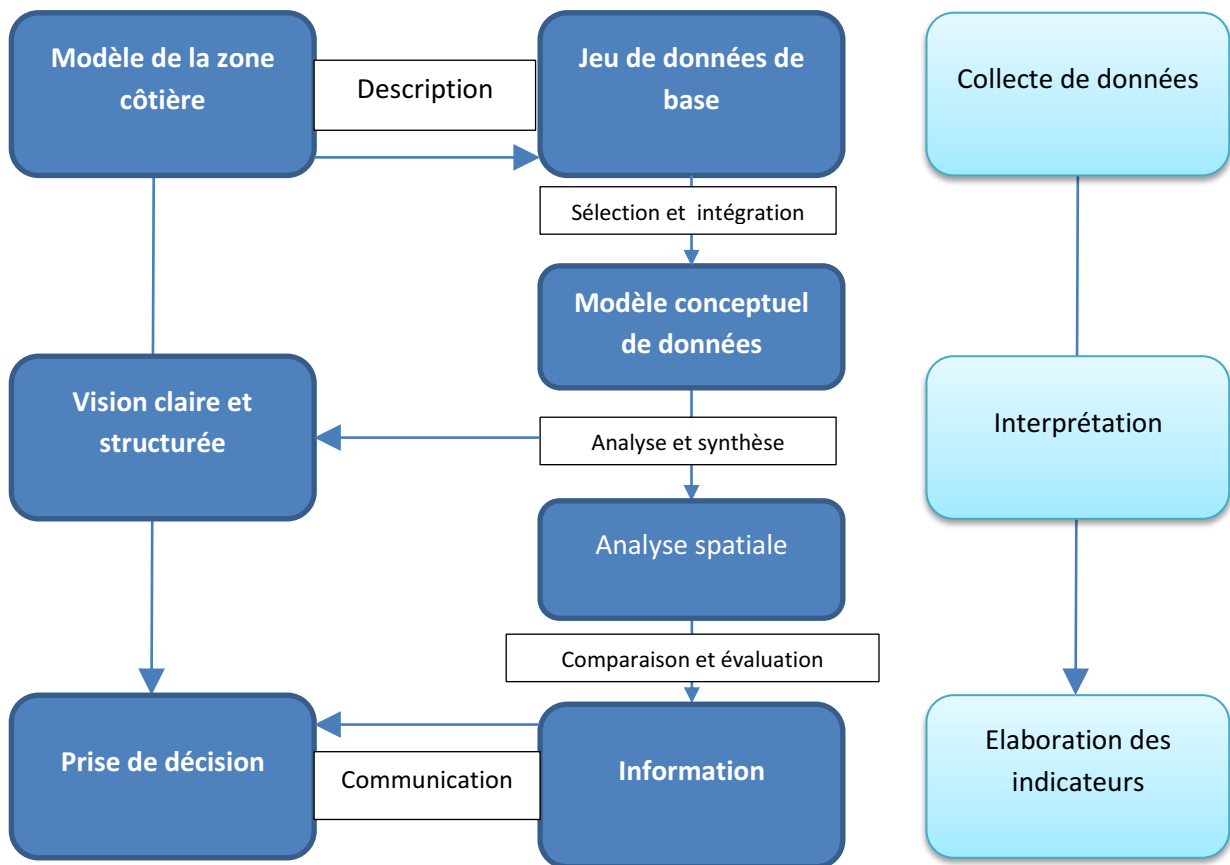


Figure n°4: Interaction entre les SIG et la GIZC (*Luis Berardo BORDA, 2003*)

5.2. Rôle des SIG dans le cadre de la GIZC

Dans un cadre de gestion, les SIG viennent en appui à la GIZC pour parvenir à :

- a. délimiter et décrire la part du monde réel à gérer et
- b. représenter l'information de façon à montrer les relations fonctionnelles entre les composantes du milieu et les actions humaines

Dans un cadre de recherche, les SIG viennent en appui la GIZC pour parvenir à :

- a. délimiter la zone d'étude, et
- b. la modéliser afin de pouvoir simuler les interactions dynamiques du littoral qui s'y déroulent.

5.3. Rôle principal des SIG

Nous pouvons constater que le rôle principal des SIG dans la GIZC (dans les deux types de scenarios) est de faciliter la mise en œuvre d'un référentiel géographique littoral. En effet, la délimitation et la définition des cadres géographiques sont nécessaires afin de

pouvoir rassembler toutes les informations, les corrélérer et les synthétiser. La mise en place de ce référentiel géographique répond à une nécessité de :

- ***Mise en cohérence des données (normalisation).***
- ***Gestion des données géographiques, de leurs attributs et de leurs données descriptives (métadonnées).***

Cela signifie que la gestion de cet espace implique, avant tout, la gestion de toute information qui est nécessaire à la description et en conséquence à la compréhension des phénomènes qui s'y déroulent dans un espace bien délimité, La gestion de l'information implique aussi que les données utiles aux besoins des gestionnaires et des chercheurs de la zone côtière soient collectées selon des protocoles spécifiques, établis en rapport avec les problématiques traitées et restituées sous une forme compréhensible et utilisable.

- ***Modélisation et représentation spatiale.***

Concernant la représentation de cette information, on pourrait penser a priori que l'utilisation d'un SIG comme outil d'aide à la gestion et à l'analyse impose l'emploi d'une forme de représentation commune à l'ensemble des agents dynamiques, afin de pouvoir décrire leurs interactions. Dans cette perspective, *Cuq (1999)* mentionne que le mode vectoriel est le plus approprié pour soutenir les processus de gestion, tandis que pour les processus d'analyse, l'une des solutions prônées au début des années nonante était le recours à la représentation de l'information en mode maille, la résolution variable de la maille devant permettre de compenser les différences d'emprise spatiale des objets à une échelle d'analyse donnée.

Au-delà du problème de la représentation de l'information, se pose aussi celui de la multiplicité des perceptions d'un même modèle de réalité selon le point de vue adopté, Ces différentes perceptions conduisent à admettre plusieurs représentations d'une même information suivant l'échelle, le pas de temps ou l'angle thématique considéré.

- ***Actualisation et mises à jour.***
- ***Evolution et adaptation du développement des connaissances aussi bien scientifiques que technologiques.***
- ***Croisement et analyse spatiale entre couches d'information et création de nouvelle information géographique.***

5.4. Attentes de la GIZC

De la même façon, nous pouvons constater que la GIZC demande des développements particuliers en SIG, en particulier du côté de l'assistance aux démarches de découpage du littoral afin de définir des cadres cohérents de gestion. Ils doivent soutenir des tâches bien définies telles que :

- *La localisation*
 - des zones ou des variables risquant d'être exposées aux pressions du développement urbain et littoral dans l'avenir,
 - des sites les plus appropriés pour les services publics de base, minimisant l'atteinte l'environnement, par exemple pour les centres d'enfouissement des déchets,
 - des zones naturelles hautement sensibles aux impacts du déversement des produits polluants, notamment des hydrocarbures, pour la formulation de politiques de protection.
- *La définition :*
 - des priorités en matière de conservation de la nature, partout où les ressources écologiques sensibles se trouvent dans des zones menacées à la pollution,
 - des instruments politiques appropriés,
 - des scénarios ou des projets de développement alternatifs,
 - des méthodologies de planification du développement touristique, en tenant compte de la capacité de charge des ressources littorales.
- *Le suivi :*
 - des impacts des changements dans un bassin versant sur la qualité de l'eau, les mouvements d'eau et les habitats écologiques dans les estuaires,
 - le suivi et la rétroaction,
 - de la simulation de tests d'options (solution) alternatives.
- *L'identification :*
 - des ressources littorales exposées aux pressions ou aux risques majeurs, de leur niveau de vulnérabilité ou de risque de dégradation,
 - des zones d'opportunité, en utilisant des critères d'aptitude et d'exclusion,
- *La prévision :*
 - des impacts possibles de tendances alternatives de développement sur les ressources sensibles.
- *L'exploration :*

- d'informations et de scénarios alternatifs disponibles, en utilisant un outil interactif de recherche de données.

6. Définition du SIG

Comment définir un système d'information géographique ?

La plupart des auteurs privilégient un des critères suivants : les composants d'un SIG, ses fonctionnalités ou sa finalité (objectifs). Devant la multiplicité des définitions ayant cours dans des disciplines scientifiques et des secteurs d'activité différents (*LAKHOUA, 2007*). Dans le présent travail, nous avons retenu la définition qui répond le mieux aux objectifs de notre problématique : « Un SIG est un ensemble de principes, de méthodes, d'instruments et de données à référence spatiale utilisé pour saisir, conserver, transformer, analyser, modéliser, simuler et cartographier les phénomènes et processus distribués dans l'espace géographique. Les données sont analysées afin de produire l'information nécessaire pour aider les décideurs » (*UMBEHR, 2001*). **Fig. 07**

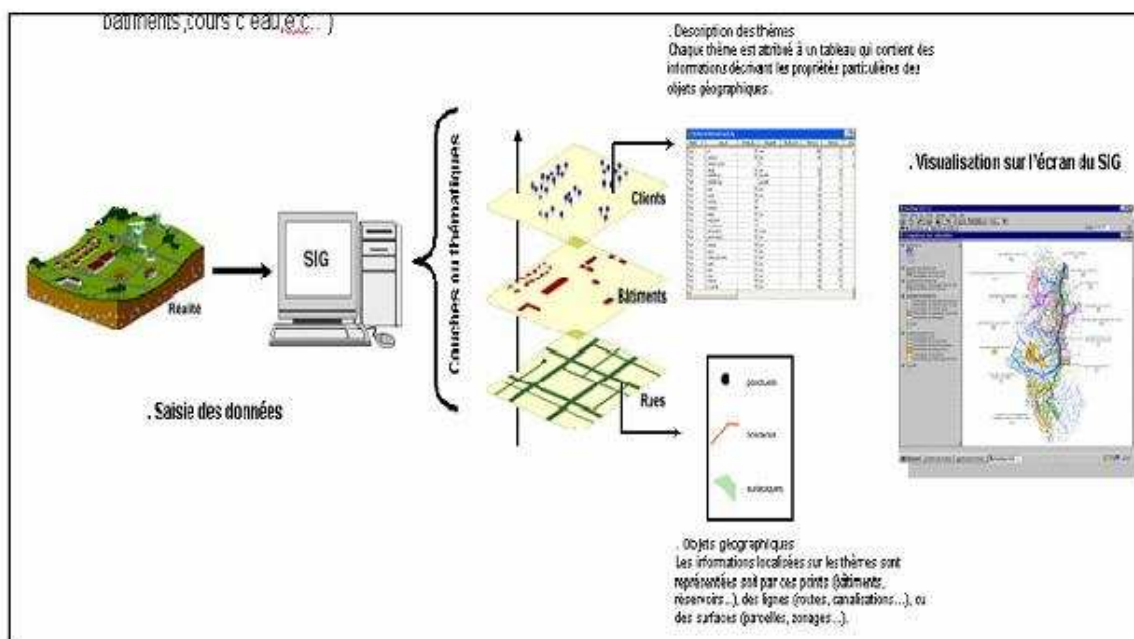


Figure n°5: Architecture d'un système d'information géographique (*PLANTIER, 2009*)

6.1. Cadre institutionnel et législatif

Pour structurer les domaines de l'information géographique, l'Algérie a créé par le *décret présidentiel n° 96-405 du 8 Rajab 1417 correspondant au 19 novembre 1996*, Le conseil national de l'information géographique, désigné par abréviation "CNIG" qui est un organe consultatif,

d'études, d'orientation, de coordination, de propositions et d'information placé auprès du ministre de la défense nationale.

Il est entendu par information géographique, au sens du présent décret, toutes les activités, les disciplines et les actions de recherche et développement qui concourent la collecte, l'acquisition, l'analyse et la diffusion des données liées la gestion multidimensionnelle de l'espace géographique national.

Le conseil sous la tutelle de l'armée nationale comprend un président un secrétaire général et des représentants des ministres en charge : (l'intérieur et des collectivités locales ; l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique ; l'agriculture ; l'énergie et des mines ; la poste et des technologies de l'information et de la communication ; l'aménagement du territoire et de l'environnement ; l'urbanisme ; des transports ; des travaux publics ; des finances ; des ressources en eau ; de la prospective, des statistiques et de la planification).

Il comprend aussi des représentants des institutions nationales productrices de l'information géographique de base tel que : INCT, ASAL, les domaines, SHFN, ANC, CRAAG, ONM, ANAAT, ENAGEO, ANRH)

Le conseil a pour missions :

- de proposer les éléments de la politique nationale en matière d'information géographique et d'assurer le suivi de sa mise en œuvre ;
- d'assurer la coordination de l'ensemble des activités liées à la production de l'information géographique et de proposer les voies et moyens nécessaires à sa mise en œuvre ;
- de veiller à un développement cohérent de l'information géographique par l'élaboration de spécifications communes, de standards et de normes ;
- de proposer toute mesure juridique, économique, organisationnelle et/ou institutionnelle susceptible d'encadrer l'usage, la diffusion, la commercialisation et l'utilisation des données géographiques, même d'assurer leur intégrité et leur sécurité.
- de promouvoir la formation, le développement technologique et la recherche scientifique dans l'ensemble des disciplines liées à l'information géographique ;
- d'évaluer, d'étudier, de traiter et de faire des propositions et des recommandations sur les diverses questions d'intérêt national, entrant dans le champ de ses compétences ;
- de promouvoir toutes les actions visant la mise en place d'une infrastructure nationale de l'information géographique (INDG) et de veiller à l'adoption des technologies assurant l'échange entre les différents intervenants ;
- de se prononcer sur tout projet et programme de coopération avec les organismes étrangers et suivre leur évolution ;
- d'émettre des avis et des propositions concernant la représentation de l'état auprès des instances internationales ayant trait aux domaines de l'information géographique. Il peut recevoir, le cas échéant, mission d'assurer cette représentation et de diffuser les informations correspondantes ;
- d'élaborer et de publier dans un cadre réglementaire, les rapports, les avis, les recommandations et les synthèses sur les questions et les sujets liés à son domaine de compétence ;

- de concevoir et d'éditer un bulletin d'information et de réflexion sur les questions d'intérêt, entrant dans le champ de ses compétences ;
- de donner un avis sur tout projet de texte législatif ou réglementaire, rentrant dans son champ de compétence ;
- d'assurer la veille dans son champ de compétence.

6.2. Composants du SIG

Un système d'information géographique est constitué de cinq composants majeurs, représentés au niveau du schéma de la figure n° 8 ci-dessous :

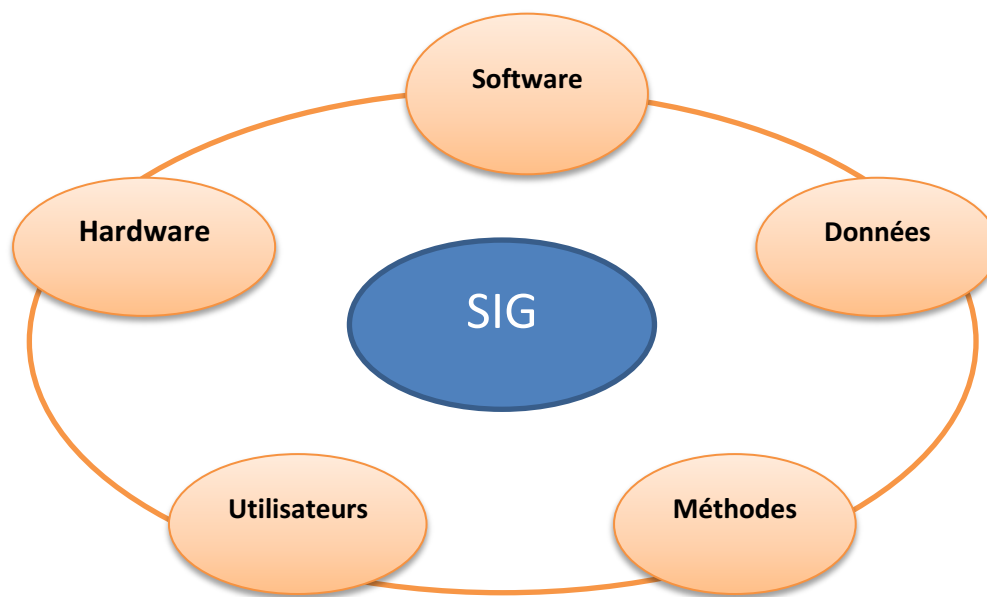


Figure n°6: Composants d'un Système d'Information Géographique (*URBANI, 2006*)

- **Les logiciels** : les logiciels qui offrent les fonctions élémentaires suivantes :
 - Acquisition : saisie, intégration et échanges des informations géographiques sous forme numérique.
 - Archivage : structuration et stockage de l'information géographique sous forme numérique.
 - Analyse : manipulation et interrogation des données géographiques (calculs liés à la géométrie des objets, croisement de données thématiques ...)
 - Affichage : représentation et mise en forme, notamment sous forme cartographique avec la notion d'ergonomie et de convivialité.
 - Abstraction : représentation du monde réel. (*RAVALET & PANET, 2001*)
- **Les données** : constituent la partie la plus importante du SIG. Elles se composent de:

- *Données attributaires* : décrivent un objet géographique : nom d'une route, type d'un bâtiment, nombre d'habitants d'un immeuble, type de côte (rocheuse ou sableuse), tension d'une ligne de transport,

- *Les objets géographiques* : sont organisés en couches. Chaque couche fait référence à un thème, par exemple, couverture végétale, ou réseau routier, limite littoral...etc.

Trois types d'entités géographiques peuvent être représentés :

- Le point (y).exemple : unité de protection civile, unité des centres médicaux
- La ligne ((x1, y1)... (xn,yn)).Exemple : réseau routier, tracé d'une canalisation.
- Le polygone. Exemple : villes, forêts...
- Deux modes de représentations des données sont possibles :
 - Vectoriel (format vecteur) : les objets sont représentés par des points, des lignes, des polygones ou des polygones à trous ;
 - Matriciel (format raster) : il s'agit d'une image, d'un plan ou d'une photo numérisés et affichés dans le SIG en tant qu'image. (*MARTIN, 2004*).

Dans un SIG, un système de coordonnées terrestres (sphérique ou projectif) permet de référencer les objets dans l'espace et de positionner l'ensemble des objets les uns par rapport aux autres. Les objets sont généralement organisés en couches, chaque couche rassemblant l'ensemble des informations se rapportant à un même thème donné.

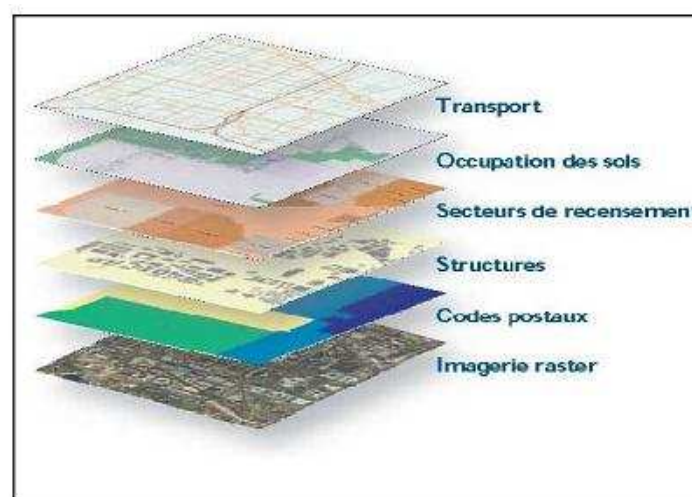


Figure n°7: Couches d'un Système d'Information géographique (*URBANI, 2006*).

Avec un SIG, les relations entre les objets peuvent être calculées et donner naissance à des points d'intersection afin d'éviter la répétition d'objets superposés. Ainsi, une parcelle bordant une route aura les mêmes sommets que ceux définis pour la route.

Les métadonnées : un SIG manipule des données provenant de différentes sources. Celles-ci sont, aussi, accompagnées d'informations caractérisant la source elle-même, soit encore de données sur les données : des métadonnées.

Ces dernières apportent, par exemple, des informations sur la nature des données, le système de projection, l'étendue géographique, et la date de saisie. (*MARTIN, 2004*).

- **Les matériels** : le traitement des données à l'aide des logiciels se fait en utilisant un ordinateur. Pour faciliter la diffusion des résultats produits par un SIG, de plus en plus de systèmes adoptent une architecture client-serveur (*MARTIN, 2004*).
- **Les savoir-faire** : un SIG fait appel aux connaissances, savoirs, savoir-faire de nombreux domaines: géographie, cartographie, analyse des données et des processus (analyse Merise, Unified Modeling Language), informatiques, statistique, urbanisme, hydrologie... Cette approche pluridisciplinaire impose la collaboration d'experts appartenant à des domaines très différents (*MARTIN, 2004*).
- **Les utilisateurs** : les utilisateurs des systèmes d'information géographiques ne sont pas forcément des spécialistes. Un tel système propose une série de boîtes à outils que l'utilisateur assemble pour réaliser son projet. N'importe qui peut, un jour ou l'autre, être amené à utiliser un SIG. Le niveau de compétences requis pour la conduite des opérations les plus basiques est, généralement, celui du technicien supérieur. Mais afin d'assurer une bonne qualité d'interprétation des résultats de l'analyse des données et des opérations avancées, celles-ci sont généralement confiées à un ingénieur disposant d'une bonne connaissance des données manipulées et de la nature des traitements effectués par les logiciels. Enfin, des spécialistes sont parfois amenés à intervenir sur des aspects techniques précis (*MARTIN, 2004*).

6.3. Mise en place du SIG

La mise en place d'un SIG requiert une méthodologie définie, ci-dessous, en quatre étapes de travail. Celle-ci est représentée au niveau du schéma de la Fig. (8).

- 1- Etape avant-projet : se base sur l'étude des différents enjeux de la gestion de la zone côtière notamment le volet réglementaire, elle consiste à analyser les besoins et se finalise par l'identification des objectifs.
- 2- Etape de conception : elle se base sur la mise en place d'architecture des bases de données et l'élaboration du modèle de donnée et finalement le choix du logiciel à utiliser.

- 3- Etape de mise en œuvre : c'est l'exécution de l'architecture, la collecte des données dont on a besoin au modèle, et enfin l'implémentation dans la base de données.
- 4- Etape d'exploitation l'utilisation du SIG : pour la simulation des scénarii de gestion de la zone côtière et la réintégration des résultats dans les considérations des objectifs de l'étude.

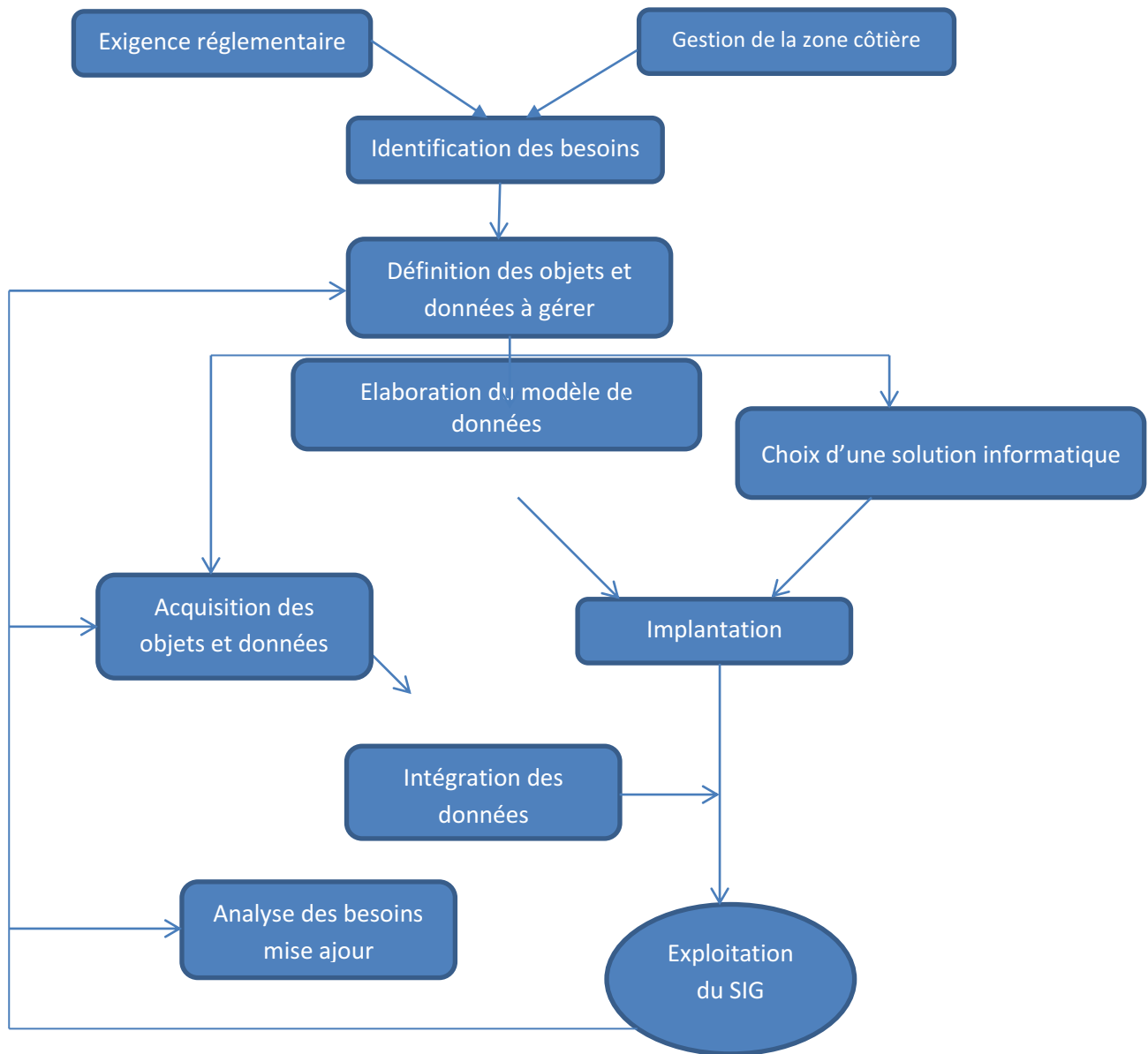


Figure n°8: Mise en place d'un Système d'Information Géographique (BOUVELLE & al ,2008).

6.4. Les fournisseurs de données en Algérie

L'Algérie dispose de plusieurs institutions et organisme peuvent fournir les données pour mettre en place un système d'information géographique (SIG) pour la gestion intégrée des

zones côtières (GIZC) on cite : INCT, SHFN, CNRDP, ONS, service maritime du DTP,....etc.

6.5. Les principaux fournisseurs de données

1. L'INCT, Institut National de la Cartographie et la Télédétection

Il peut fournir :

- Les cartes au format numérique (raster géo référencées) à l'échelle 1/25000;
- Les cartes au format numérique (raster géo référencées) à l'échelle 1/50 000 ;
- Des ortho images numériques à l'aide de la prise de vue réalisée et des points GPS observés.

2. Le SHFN, Service Hydrographique des Forces Navale

Il peut fournir :

- Les Cartes bathymétriques à différentes bandes de profondeurs (0-50 m, 50-200 m et 200-1000 m) ;
- La Carte de la Nature du fond de la bande des profondeurs 0-200 m ;
- Les Plans hydrographiques à l'échelle 1/1 000 des ports et abris de pêche ;
- Les Plans hydrographiques à l'échelle 1/2 500 des ports de pêche situés au niveau des ports mixtes ;
- Les Plans hydrographiques à l'échelle 1/1 000 des plages d'échouage ;
- La topographie du trait de côte (1600 km) ;
- Les Informations disponibles sur les obstructions sous-marines ;
- La carte de prédiction de la marée sur une année pour les 03 façades maritimes ;
- Les cartes marines à l'échelle 1/120 000 et 1/ 600 000 avec surcharge des données halieutiques ;

3. L'ASAL: Agence Spatiale Algérienne

Elle peut fournir :

- Des ortho-images du satellite Alsat-1et Alsat-2A

4. Le CNRDPA : Centre National de Recherche et Développement de Pêche et Aquaculture

Il peut fournir :

- La représentation cartographique des différentes composantes de l'activité de la pêche (paramètres du milieu, état de la ressource exploitée, l'outil de production, et données socioéconomiques) ;
- La présentation du plan d'aménagement géographique des activités de la pêche ;

7. Objectifs de Recherche

Notre travail a pour objectifs de :

- Modeler, concevoir et mettre en application une base de données multidisciplinaire SIG pour l'application de l'environnement marin/côtier à travers différentes applications SIG
- Concevoir une définition et une méthodologie réalisable et conceptuellement structurés pour les objets multidisciplinaires.
- Intégrer et lier dans l'espace les données diverses en mesures de (biologie, Sédimentologie, socio-économique... etc...) et élaborer des cartes côtières géo-référencées avec une topologie correcte qui sont applicables dans les différents moteurs de SIG.
- Valider et évaluer la fiabilité des sorties graphiques et tabulaires utilisant les opérateurs appropriés.
- Renforcer l'analyse spatiale associée aux zones tampons, recouvrement et zones d'anomalies spatiales délimitées, statistiques sur les objets côtiers reliés ensemble par Géo-Relation.

L'établissement d'un référentiel continu et précis de notre littoral est indispensable pour l'aménagement du territoire, le développement des projets et la prévention des risques Figure n°9.

La base de données SIG littoral vise à fournir un socle de données de référence partagées par tous les acteurs pour les principales applications du littoral

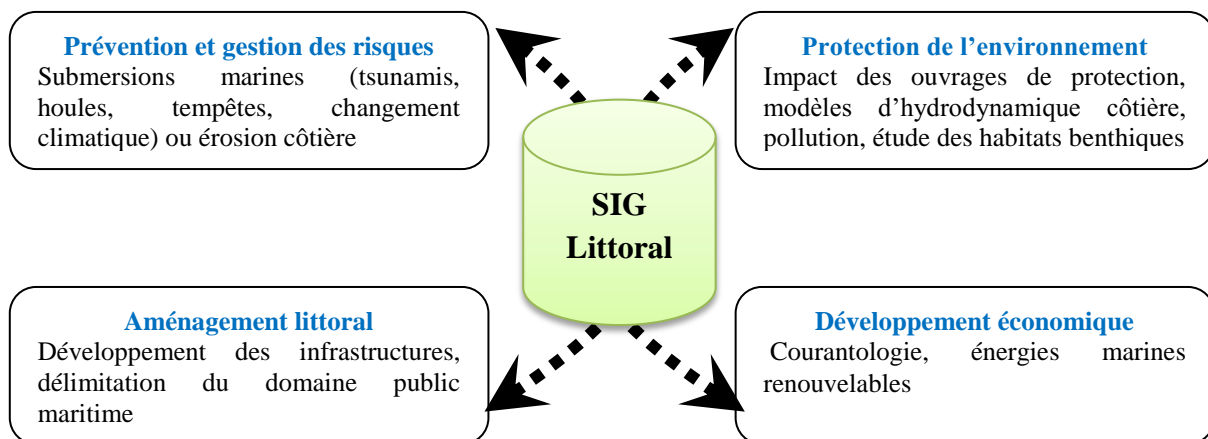


Figure n°9 : Objectif d'un SIG littoral (*Tesfazghi Ghebre Egziabeher, 2011*).

Par ailleurs dans notre pays, la mise en œuvre d'un SIG pour la GIZC se heurte à de nombreuses difficultés, dont l'absence d'un référentiel géographique sur le littoral national, le manque de coordination, l'absence de standards, etc., ceci a amené les acteurs nationaux du littoral à entreprendre séparément la collecte de données et la production de cartes pour les études et projets Ceci a résulté en une collection de produits cartographiques qui se

chevauchent, à la redondance, à la non compréhension des processus côtiers [courantologiques, géomorphologiques, etc.] et a eu de graves conséquences sur le littoral [choix et dimensionnement des ouvrages].

8. Conclusion

Ce premier chapitre a permis d'effectuer un éclairage des concepts fondamentaux de la GIZC et des SIG ainsi que leur imbrication.

Concernant les SIG, bien qu'il n'y ait plus besoin de démontrer qu'ils offrent un cadre conceptuel, méthodologique et opérationnel adapté aux besoins de la gestion, nous avons voulu mettre en évidence qu'ils ne constituent pas une fin en soi, mais un ensemble de concepts et des procédures informatisées qui prennent une place importante pour soutenir et accompagner les démarches de GIZC et contribuent de plus en plus aux prises de décisions en matière de gestion.

Dans l'imbrication GIZC–SIG, nous avons constaté que : d'une part, les réflexions sur la GIZC sont loin d'être achevées et se poursuivent à tous niveaux (global, national, régional et local) ; d'autre part, les SIG suivent un développement si rapide que leurs concepts et principalement leurs capacités techniques actuelles sont fort susceptibles d'évoluer considérablement à l'avenir.

L'éclairage de ces concepts a cependant permis d'identifier les aspects concernant la description et la définition d'un référentiel géographique de la zone côtière, ainsi que la définition des indicateurs de sa qualité, comme des étapes importantes à développer pour la suite de notre travail. En effet, notre réflexion ne porte pas sur la problématique globale de la zone côtière, mais plus spécifiquement sur une zone centrale du pays la présentation de laquelle constitue le sujet du chapitre suivant.

CHAPITRE II

LA ZONE D'ETUDE

1.2. Réseau hydrographique/apports terrigènes

La baie de Bou-Ismaïl est le réceptacle d'oueds à régime irrégulier, avec un apport des particules dissoutes très importantes, trois oueds se déversent dans cette baie :

- L'oued Mazafran : avec un bassin versant de 1850 km², c'est le plus important des oueds qui débouchent dans la baie. Son débit solide est estimé entre 1400 et 1800 t/km², tandis que le débit liquide à 43.8 millions m³/an. Le débit solide à l'embouchure de l'oued est d'environ trois millions t/an. Ces apports dépendent étroitement du régime hydrologique de l'oued : marqué par un long étiage de Juin à début Décembre avec des débits représentant 17,38% du débit liquide annuel. Entre Décembre et Avril, ces débits sont 82,61%, débouchant au niveau d'une plage sablonneuse entre Douaouda et Zéralda avec un débit de 7.566 m³/s (*Houma, 2010*)
- L'oued Nador : Présente un bassin versant d'une superficie de 200 à 300 Km². Son débit liquide est de 28 millions m³/an (0,89 m³/s). Il regroupe trois oueds qui jouent un rôle important dans les apports en eaux usées et sédiments.
- L'oued de Beni-Messous : Est situé entre El-Djamila et « club des pins » à 18 Km à l'ouest d'Alger. Son débit est faible par rapport au débit des oueds précédemment cités, il est estimé à 7.7 millions m³/an (0.245 m³/s). (*Benzohra, 1993*)

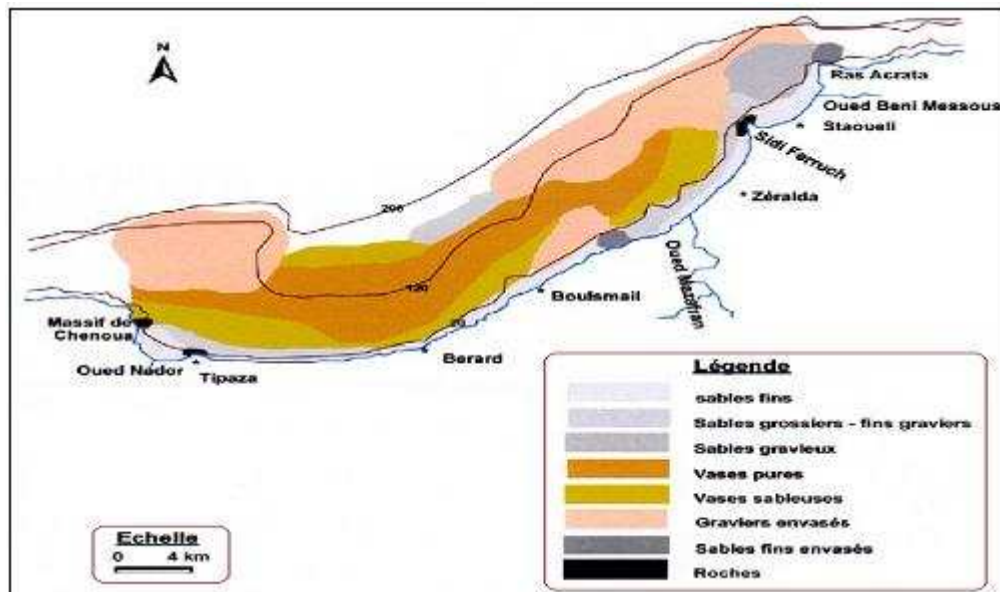
1.3. Sédimentologie de la Baie de Bous Ismail.

Vers l'embouchure de oued Mazafran et jusqu'à une profondeur de 25m, les sables grossiers caractérisent la baie. Au-delà de ce dépôt fluviaux marin et jusqu'à une profondeur de 10 à 15m, les sables moyens ne réapparaissent qu'au niveau de Khemisti sur une zone étroite continue jusqu'à Tipaza. (*Al Sid Chikh et al., 2009*)

Une bande de sable fin apparaît au large de Sidi-Fredj et Palm Beach à moins de 2 m de profondeur et tapisse le fond de 15m à 25m tout le long de la baie. Parallèlement à ces faciès, les sables fins vaseux longent la côte entre 25 à 40m de profondeur. Au large de Sidi-Fredj (2 à 3Km), un dépôt de sable moyen et gravier. (*LEM, 1998*).

L'analyse des sédiments de la baie de Bou Ismaïl a permis de mettre en évidence la grande diversité sur le plan sédimentaire des fonds de cette baie, neuf faciès, identifiés : les sables fins, les sables envasés, les vases sableuses, les sables graveleux, les graviers envasés, les sables grossiers et fins graviers, les vases pures et le faciès rocheux.

La répartition de ces faciès n'est pas identique, ainsi deux régions apparaissent : la région est ou orientale et la région ouest ou occidentale. Chaque région présente des caractéristiques sédimentologiques propres (*Belkessa, 1999*). Les vases pures sont très développées dans la région Ouest et forment ainsi une importante vase à littorale, tandis que les graviers envasés sont dans la région est. Le faciès des sables grossiers et des fins graviers, le faciès des sables graveleux n'est présent que dans la région orientale ; les sables graveleux se limitent au secteur oriental. (Carte n° 2) (*LEM, 1998*).



Carte n° 2 : Carte sédimentologique de la baie de Bou-Ismaïl (*LEM, 1998*)

1.4. La Dynamique Sédimentaire

Dans la baie de Chenoua est régie par un transport de sédiments dans le profil, la répartition spatiale des sédiments obéit au schéma classique de la répartition de matériau sédimentaire en mer, par la diminution graduelle de la taille des particules de la côte vers le large. Cette baie connaît un système sédimentologique fermé.

L'étude de la dynamique sédimentaire de la région de Tipaza – Bou-Ismaïl confirme la prédominance de ce type de transit perpendiculaire à la côte.

Cette variation résulte d'une distribution des sédiments montrant une granulométrie décroissante de rivage vers le large, l'action à la houle s'estompant en large à partir de 25 m ou l'envasement s'accroît.

1.5. Bathymétrie de la baie de Bou Ismail.

La courbe bathymétrique 200m est considérée généralement comme la limite de la marge continentale algérienne et le domaine des plaines abyssales, sa largeur moyenne est de 24km, elle atteint 55km au maximum dans la baie de Bou-Ismaïl (*Houma, 2010*).

L'analyse des fonds marins jusqu'à -20m a montré que la côte de Tipaza présente une morphologie sous-marine ayant une pente moyenne (de la côte vers le large) de l'ordre de 1, 5%. De la côte à la profondeur de -5 à -7m essentiellement la partie composée entre Tipaza et Daououda marine les pentes des fonds sont plus importantes (jusqu'à 3,5%) (*PAC, 2003*).

1.6. Géomorphologie du littoral :

Le littoral est composé à 80% de côtes rocheuses et de falaises entrecoupées par des anses à cailloutis ou des sables grossiers. Les plages se situent dans la région de Douaouda et Sidi - Fredj.

- a)- Les Falaises

Les falaises sont des formes abruptes dénivelées variables à lithologie dure au meuble, leurs amplitudes et leurs ampleurs sont liées à la tectonique qui les a mises en valeur.

Pour la côte ouest de la baie d'Alger, le linéaire côtier représente une partie importante de falaises de la morphologie côtière. Elles se sont développées dans les roches gréseuses ou métamorphiques du tertiaire. La béotectonique est active et met en surrection ces falaises.

- b)- Les côtes rocheuses

Il s'agit de formes rocheuses quelconques où le passage vers la mer ne s'effectue pas par une nivelée mais par une continuité. Les formes rocheuses sont retrouvées entre Tipaza (Rocher plat, Bou-Haroun, les différentes anses de Tipaza) et Douaouda Marine.

- c)- Les Plages

Sur l'ensemble de la côte algérienne, les plages ne sont constituées que de sédiments d'origine terrigène. Les plages se trouvent surtout au fond des baies séparées par des passages rocheux. Baie de Bou-ismaïl, Tipaza

- d)- Les Dunes

Ce sont des formations qu'on retrouve immédiatement sur la continuité de plages puisque se sont-elles qui les fournissent.

1.7. Facteurs hydrodynamiques

Les courants généraux

Ces courants, sont le résultat d'un déplacement des masses d'eaux atlantiques qui traversent le détroit de Gibraltar. Ils se dirigent vers l'Est au large des côtes algériennes avec une vitesse variant entre 0.5 à 2.5 nœuds. Ces courants n'interviennent pas d'une façon importante dans le phénomène d'érosion, mais ils jouent un grand rôle dans le transport en suspension et en flottement des particules fines. (LADJIMI, 2006)

1.8. Ouvrages portuaires existants :

- Port de Pêche de Bouharoun
- Port de Pêche de Khemisti
- Port de plaisance de Tipaza.
- Port de Sidi Fredj
- Port d'El Djemila

1.9. Mouvement dynamique

- *Erosion côtière*

Les interventions humaines telles que la réalisation d'ouvrages portuaires maritimes, de protection ou d'aménagement touristique du littoral, de dragage, de destruction d'agrégats, d'édification de barrages en amont, des débouchés d'oueds etc., peuvent créer ou accentuer certains phénomènes d'érosion et/ou de sédimentation du littoral. Les facteurs d'érosion sont dus aux aménagements portuaires et maritimes, à une urbanisation massive près de la côte à une extraction abusive du sable et à une réduction des apports solides des oueds, par la construction des barrages et aux effets de la pollution. (CNERU, PAC.2003)

- *Évolution de Trait de côte (APPL, 2011)*

Le secteur de la baie d'El Djemila :

Sur ce secteur, la plage d'El Bahdja de la commune d'Aïn Bénian et les deux plages Sidi Fredj Est et El-Riad de la commune de Staouéli sont concernées. Au niveau de la plage El Bahdja, située sur la rive droite de l'embouchure de l'oued Beni Messous, l'érosion est constatée durant la période allant de 1980 à 1999 avec un taux net moyen de -0,99m/an. Sur les autres périodes on constate l'engraissement de la plage favorisée par les apports de l'oued Beni Messous. Cependant, sur toute la période allant de 1959 à 2011, un taux de +0,13m/an a été enregistré. Concernant les plages de Sidi Fredj et El Riad, et pour la même période (1959-2011), nous avons enregistré un taux net moyen positif, estimé à +0,92 m/an.

Le secteur de la baie de Bou-Ismaïl :

Sur ce secteur, le suivi a couvert le linéaire sableux qui s'étale entre la presqu'île de Sidi Fredj et l'embouchure de l'oued Mazafran. Ce linéaire comprend les plages de la commune de Staouéli et celles de la commune de Zeralda.

Commune de Staouéli : Entre 1959 et 2011, les trois plages de cette commune qui appartiennent à ce secteur ont montré des taux nets moyens très modérés. Un taux de +0,12m/an a été enregistré au niveau de la plage de Thalassothérapie, -0,11m/an c'est le taux qui a été évalué pour les deux plages ; Azur plage et Palm Beach. Cependant, durant ces deux dernières décennies, soit de 1980 à 2011 le recul du trait de côte a été estimé à -2,16m/an pour la plage de Palm Beach et à -2,01 m/an pour Azur Plage.

Commune de Zeralda : sur les plages de cette commune, durant la période allant de 1959 à 2008, le trait de côte est variable d'un site à un autre. Un léger recul d'un taux de -0,13m/an a été observé au lieu-dit CRF. Sur le site du Complexe Touristique nous avons évalué un engraissement à +0,49 m/an. Pour le reste des plages, la ligne de rivage a marqué des taux nets moyens négatifs synonymes d'un recul en perpétuelle évolution. (*APPL, 2011*)

1.10. Démographie et urbanisme:

La baie de Bou Ismail comprend 11 communes qui abritent une population de 422131 d'habitants avec une densité moyenne de 1391h/km² (*ONS, 2008*), cette augmentation du nombre de la population d'une année et une autre provoque automatiquement un taux d'urbanisation de plus en plus important.

Tableau 02 : population des communes de la baie de bou Ismail (ONS, 1987, 1998,2008)

| COMMUNE | POP 1987 | POP 1998 | Pop 2008 | Superficie Km ² | Densité |
|---------------|----------|----------|----------|----------------------------|---------|
| DOUAOUDA | 12815 | 17283 | 22408 | 15,701 | 1427 |
| FOUKA | 26766 | 39549 | 48959 | 24,621 | 1988 |
| BOU ISMAIL | 27075 | 38445 | 41684 | 21,685 | 1922 |
| TIPAZA | 15795 | 21915 | 25225 | 103,348 | 244 |
| KHEMISTI | 9127 | 12622 | 15128 | 13,554 | 1116 |
| BOUHAROUN | 6107 | 8613 | 9922 | 13,924 | 713 |
| AIN TAGOURAIT | 6693 | 9075 | 10411 | 40,838 | 255 |
| AIN BENIAN | 35752 | 52343 | 68354 | 21,361 | 3200 |
| CHERAGA | 36619 | 60374 | 80824 | 43,400 | 1862 |
| STAOUELI | 23681 | 38915 | 47664 | 32,638 | 1460 |

| | | | | | |
|---------|-------|-------|-------|--------|------|
| ZERALDA | 20481 | 33047 | 51552 | 46,195 | 1116 |
|---------|-------|-------|-------|--------|------|

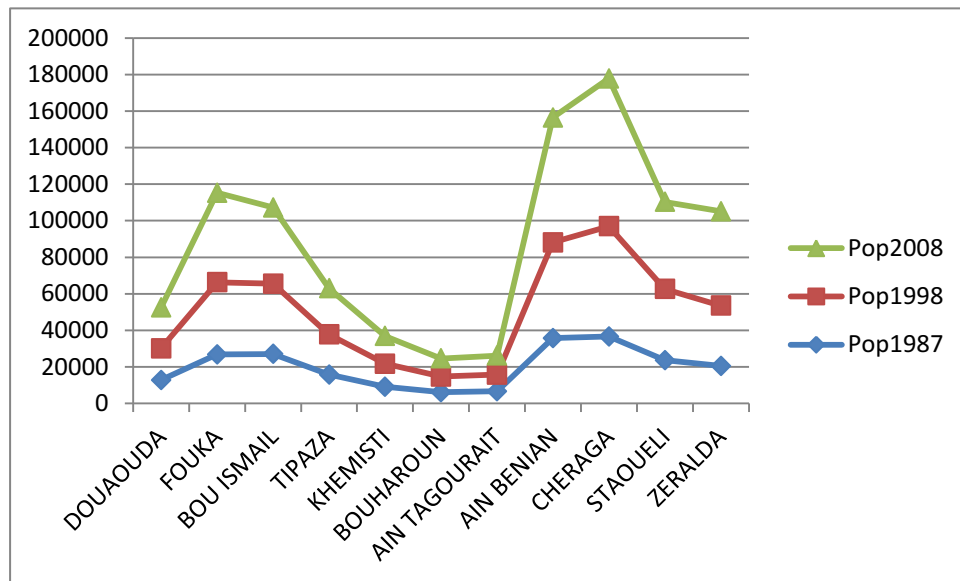


Figure n°1 : Evolution de la population au niveau des communes de la baie de Bou Ismail (ONS, 1987, 1998,2008)

1.11. Les activités touristiques

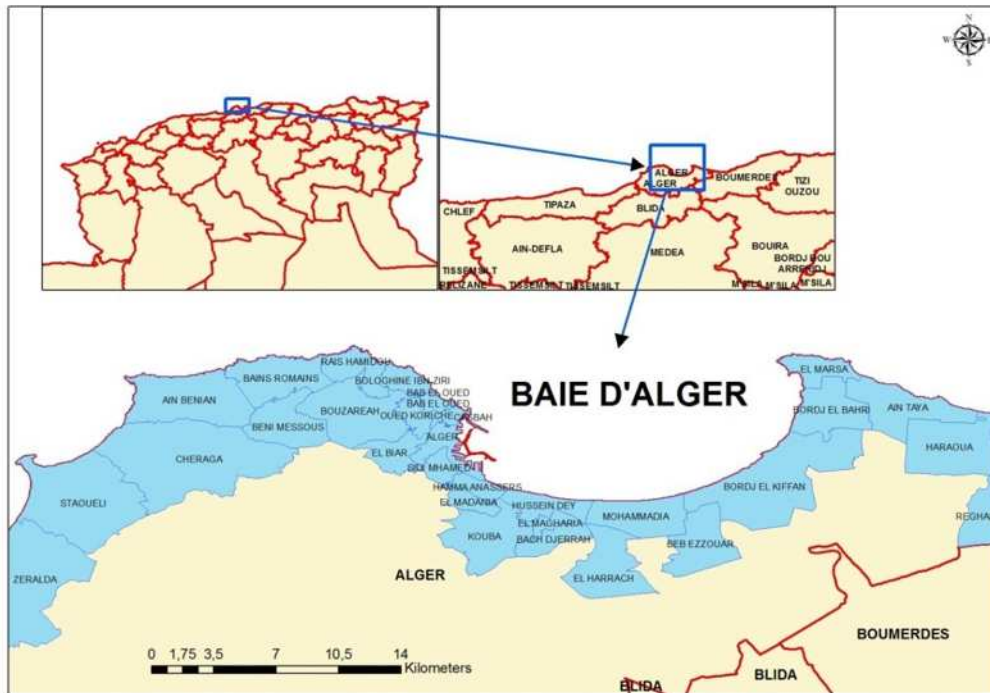
La baie de Bou Ismail dispose d'une infrastructure touristique et d'un patrimoine historique important. L'existence des belles plages dont les majorités sont ouvertes à la baignade en plus de nombreuses criques, baies et autres falaises offrant d'indéniables possibilités touristiques. La wilaya de Tipaza enregistre chaque année une affluence considérable qui dépasse les 31 millions de visiteurs durant la saison estivale. (Ministère de l'intérieur 2013).

2. La Baie d'Alger

2.1. Description géographique et présentation du site.

La baie d'Alger est située dans la partie centrale de la côte algérienne. Elle s'inscrit en creux dans la plaine de Mitidja de forme semi-circulaire d'une superficie approximative de l'ordre de 180 Km², délimitée par deux caps, le Rais Hamidou à l'ouest et Bordj El- Bahri à l'est. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée avec une longitude Est 03°.14'.50 à 03°.00'.40 et une latitude nord 36°.49'.35 à 36°.49'.50. (Carte n° 4)

La ville d'Alger est très urbanisée et la majorité des unités sont concentrées dans les zones industrielles, le 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.



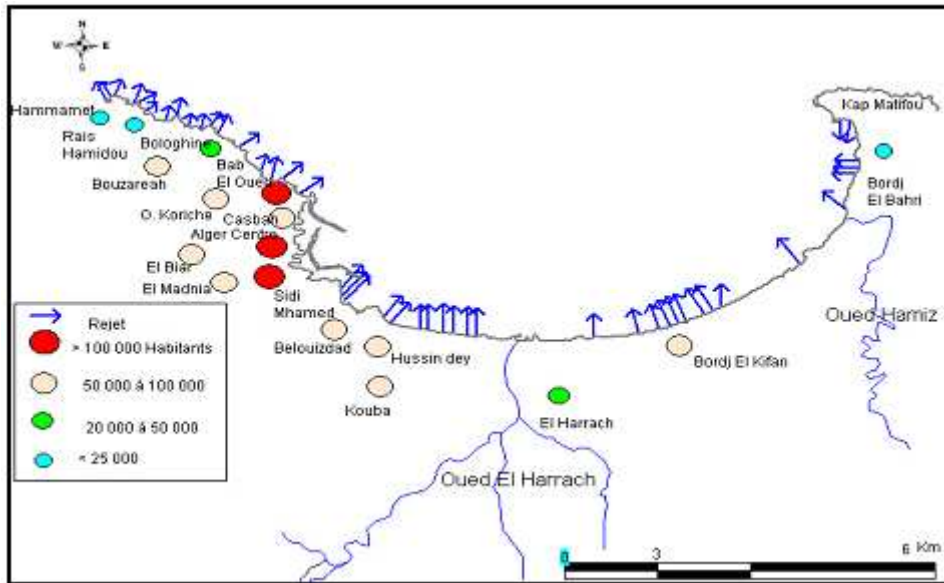
Carte n°3: Situation géographique et localisation de la baie d'Alger

2.2. Réseau hydrographique/apports terrigènes

- Oued El Harrach : Son bassin versant couvre une superficie 970 km^2 , son débit en période de pluie est de $1000 \text{ m}^3/\text{seconde}$. C'est un bassin difficile d'accès caractérisé par de fortes dénivelées, une végétation peu dense et une pluviométrie importante. A ces facteurs d'érosion s'ajoute le caractère torrentiel de l'oued, qui accentue une forte érosion et un alluvionnement important (LEM, 1998).

Le bilan des écoulements moyens annuels 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, ainsi il provoque la rupture de l'équilibre du milieu naturel.

- El Hamiz : se déverse 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 n° 6) (LEM, 1998).



Carte n° 4: Principaux rejets d'eaux usées dans la baie d'Alger (Houma et al, 2004 (a); *LEM, 1998*).

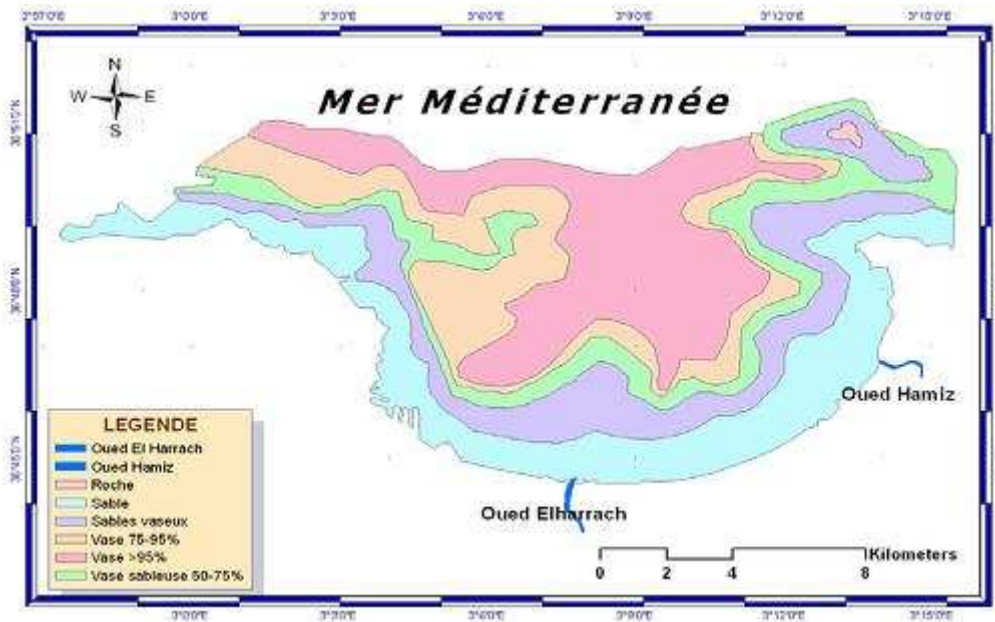
2.3. Sédimentologie de la Baie d'Alger.

Trois faciès sédimentaires existent dans la sédimentologie de la baie d'Alger. (Figure n° 6)

1. Faciès sableux.

Ils se limitent à la bordure littorale entre 10 et 35 m de profondeur au droit des émissaires, et en prolongement des caps où ils s'étendent à des profondeurs plus élevées, et ceci en direction du centre de la baie. (*Belkessa, 1999; Maouche, 1987*)

- Les sables fins : sont essentiellement d'origine terrigène occupant les petits fonds.
- Les sables moyens : sont limités au secteur littoral de la bordure rocheuse occidentale, ils représentent une bande étroite parallèle au rivage.
- Les sables grossiers : sont prédominants dans le secteur est où ils sont mélangés aux faciès pélitiques (du Cap Matifou vers l'embouchure de Oued El Hamiz).



Carte n° 5 : Nature du fond de la baie d'Alger. (*Maouche, 1987*)

2. Faciès carbonatés.

On les retrouve dans la bordure ouest jusqu'à des profondeurs de 35 à 50m, et dans la bordure est à des profondeurs plus élevées, au droit du Cap Matifou. Ils sont limités aux bordures rocheuses, ainsi qu'aux hauts-fonds rocheux de la baie

3. Faciès pélitiques.

Ils occupent la partie centrale et septentrionale de la baie, on observe un ensablement central avec 75 à 95% de fraction pélitique, avec deux invaginations de part et d'autre des oueds. Les faciès vase sableux à vaseux constituent 70 % des dépôts superficiels de la baie d'Alger. La fraction pélitique apparaît à partir de -10m de profondeur où elle représente 10 %, son pourcentage augmente pour atteindre plus de 50 % dès -25 m (-35m au droit des oueds), à -30m (-50 m au droit des oueds) cette fraction représente 75 % et plus souvent 95 %. (*Bachari et al. 2004; LEM, 1998*).

2.4. La Dynamique Sédimentaire

Du point de vue morphologique, sédimentologique et d'évolution du littoral, la zone d'étude à la baie d'Alger allant de Zéralda jusqu'au lac de Réghaï peut-être subdivisé en deux provinces sédimentologique :

- Une zone à falaise constituée de roches dures incrustées de petites baies successives révélant l'action érosive importante de la mer, cette zone s'étend entre Aïn -Benian et le port d'Alger, la baie d'Alger qui forme le débouché de la plaine de la Mitidja, limitée à l'ouest par le port d'Alger et à l'est par le Cap Matifou.

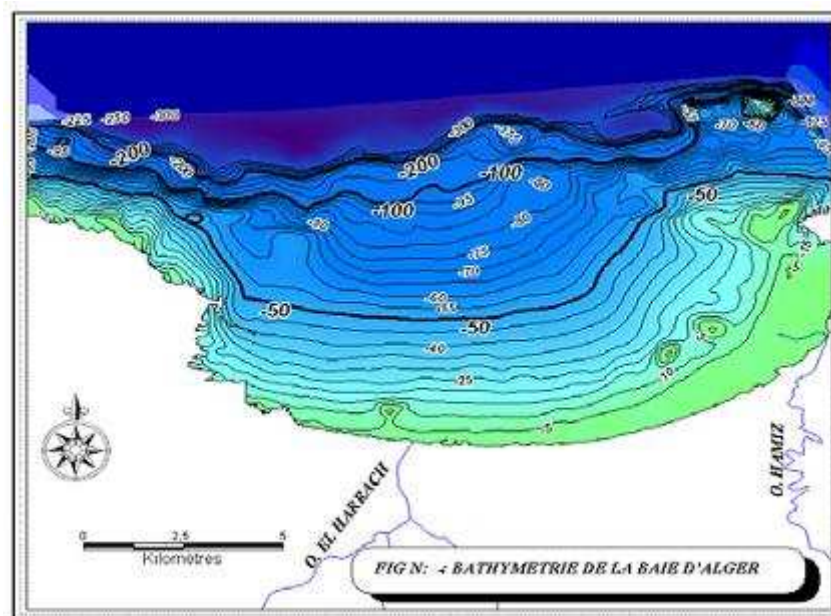
Le transit sédimentaire résultant se fait par les sites considérés de l'est vers l'ouest. Le rapport quantitatif de 07 fois plus important pour la baie d'Alger, peut s'expliquer par les apports de l'oued El Harrach et Hamiz dans la baie et l'exposition aux houles frontales dans la seconde partie, qui de ce fait est perpétuellement soumise à l'érosion. Ce qui explique sa morphologie côtière chahutée. Dans la baie d'Alger, la dynamique sédimentaire est régie par les houles des secteurs Ouest et Est ainsi que par les houles du secteur nord. Dans le secteur de Aïn -Benian - port d'Alger, le transit sédimentaire est négligeable. Le transport des sédiments se fait essentiellement dans le profil grâce aux houles du nord frontales qui créent un courant de retour assurant le transport des sédiments de la côte vers le large. (PAC. 2003).

2.5. Bathymétrie de la baie d'Alger.

L'analyse des fonds jusqu'à 30 m, montre une morphologie sous -marine régulière sans accident majeure avec une pente moyenne de 1% dans la baie d'Alger et 2% pour la partie ouest de la zone. (PAC, 2003).

Le plateau continental est très étroit mais s'élargi au centre de la baie. Ce dernier ne dépasse pas l'isobathe 120 m. En effet, l'isobathe 50m est à 4,1Km de la côte, celui de 100m est à 7,6Km quant à celui 1000 m il ne se trouve qu'à 12,1Km de la côte. (Houma, 2010)

Une carte bathymétrique (Carte n° 6) est créée en utilisant l'appui de 200 mesures et l'interpolation spatiale des données satellitaires des images SPOT (HOUMA *et al.*, 2006).



Carte n° 6: bathymétrie de la baie d'Alger (HOUMA *et al.*, 2006).

2.6. Géomorphologie du littoral :

- a)- Falaise

Les falaises sont moins développées et ne constituent que 30% du linéaire côtier.

- b)- Côtes rocheuses

Les formes rocheuses apparaissent dans la région Ain Benian.

- c)- Plages

Les plages sont surtout retrouvées au fond des baies séparées par des passages rocheux :

- Baie d'Alger, Sablette, Tamenfoust.

- d)- Dunes

Dans la partie centrale d'Alger, l'espace dunaire a disparu naturellement par manque de sédiments. Aucun amas dunaire n'existe entre Alger et Cap-Matifou.

2.7. Facteurs hydrodynamiques

- *la Houle*

C'est le facteur le plus important dans la dynamique sédimentaire des petits fonds, sa direction de propagation est liée à celle du vent et de la profondeur, tant que la profondeur est plus grande que la longueur d'onde de la houle. Ainsi la houle de la baie d'Alger suit le régime des vents, qui est un régime saisonnier comme pour le reste de la marge algérienne (*Leclaire, 1972*).

En hiver, les houles sont de direction W-NW (300°) et, en été, elles sont de direction N-NE (20°-40). (*Benzohra, 1993; Belkessa et al, 2008; LEM, 1998*)

Au contact des irrégularités du fond, les houles donnent lieu à des rouleaux qui provoquent la mise en suspension des particules favorisent leur déplacement. Le sens et l'intensité de ce courant sont fonction de l'amplitude, de l'incidence de la houle par rapport à la côte, de la topographie de la plage sous-marine et de la granulométrie des sédiments. (*Millot, 1989*)

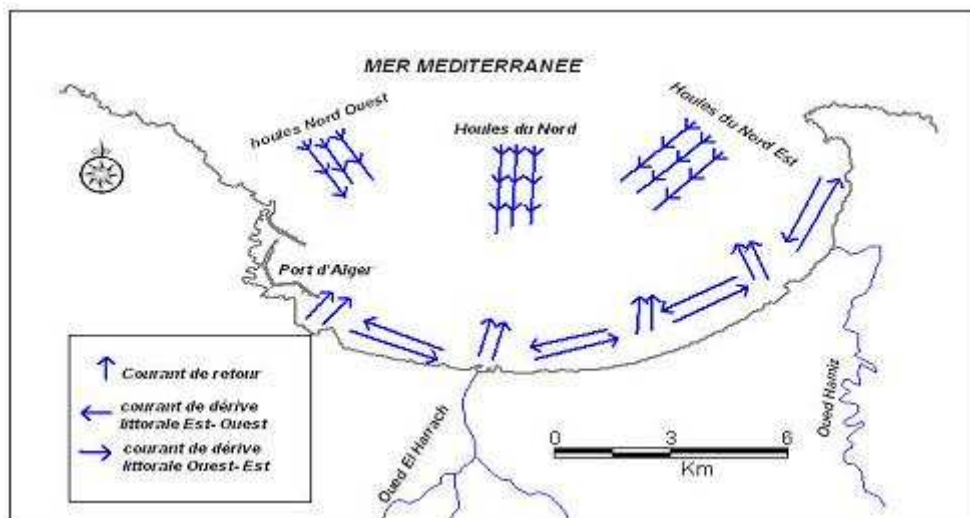
Dans le cas général de houles de petites et moyennes amplitudes, les courants ne sont notables que dans les zones de déferlement et n'affectent donc que le triage des sables et des graviers de la frange littorale "fond -10 m". Ils assurent le transport latéral par dérive littorale et la dispersion. Par contre les houles de fortes amplitudes pourraient agir jusqu'à des fonds de "-40 m à -60 m".

- *Les courants généraux*

La mer Méditerranée est connue par son excès d'évaporation par rapport aux apports fluviaux et aux précipitations, ceci est responsable d'une baisse de niveau de la mer estimée à 1m/an,

ce déficit est compensé par un flux entrant (de 31600 Km³ /an d'eau atlantique, par le détroit de Gibraltar. Ces eaux de salinité ($S < 36,5$ PSU), au fur et à mesure de leur progression vers l'est, elles se « méditerranisent » le long des côtes algériennes, d'où l'appellation du courant algérien.

Les côtes algériennes sont plus ou moins influencées par ce courant, qui agit sur la distribution des facteurs physico-chimiques, nutritifs, biologiques voire sur la dispersion des polluants. La vitesse du courant général des eaux atlantiques de Gibraltar vers l'est reste généralement dans un ordre de grandeur de 0,5 à 1 m/s, au large des côtes algériennes. Ce courant général crée dans la plupart des baies un contre-courant littoral vers l'ouest (Carte n° 7) (LEM, 1998; Benzohra, 1993)



Carte n° 7: Bilan des courants de dérive et dynamique sédimentaire dans la baie d'Alger.
(LEM, 1998)

D'une façon générale, l'hydrologie de la baie est caractéristique des eaux atlantiques dont la circulation varie en fonction du régime des vents. La baie largement ouverte à l'ouest reçoit les eaux océaniques qui s'écouleraient à vitesse moyenne de trois nœuds avec un maximum en décembre et un minimum en juillet-août où les vents d'Est sont dominants (Gaumer, 1981).

2.8. Ouvrages portuaires existants :

- Port d'Alger
- Port de Tamenfoust

2.9. Dynamique générale

- *Erosion côtière*

Les sédiments infralittoraux de la baie d'Alger sont organo-terrigènes, leur constituant terrigène semblent provenir en partie de l'érosion de séries calcaires et marneuses crétacées à éocènes à l'Atlas de Blida drainées par les affluents de l'oued El Harrach qui constituerait la principale source d'apports en baie d'Alger.

Les houles du secteur Est et Ouest ainsi que le secteur nord peuvent atteindre la côte par endroit avec une incidence frontale en créant un courant de retour assurant le transport de sédiments dans le profil. Ces houles d'incidences frontales sont à l'origine de l'érosion de la côte.

- **Évolution du Trait de côte (APPL, 2011)**

Le suivi concerne les plages des communes de Bordj el Kiffan et de Bordj El Bahri. Le reste de la côte de ce secteur demeure soit inaccessible ou aménagé en cordons en enrochement.

Commune de Bordj el Bahri : Durant la période allant de 1959 et 2008 la plage des Ondines Nord a gagné la mer d'un taux net moyen de +0,21m/an. Au cours la même période, les deux plages Ondines Sud et Alger Plage n'ont pas montré des variations notables. Les taux moyens nets d'évolution sont insignifiants devant la marge d'erreur estimée à 0,19m/an. En ce qui concerne Coco Plage, la ligne de rivage se manifeste de la même manière que les plages précédentes.

Commune de Bordj el Kiffan : Sur les deux plages de l'extrémité Est de cette commune à savoir Stamboul et Bateau Cassé, l'érosion constatée entre 1959 et 2011 a été évalué à - 0,56m/an au niveau de la plage Bateau Cassé, et à - 0,69m/an au niveau de la plage de Stamboul.

- **Risque d'érosion et de submersion**

Linéaire de littoral de la wilaya d'Alger concerné par classe de risques (en %) sont :

| | Fort (Km) | Moyen (Km) | Faible (Km) |
|--------------------------|-----------|------------|-------------|
| Risque érosion | 22.4% | 62.2% | 15.4% |
| Risque submersion | 13.1% | 73.6% | 13.3% |

(Erosion et submersion marine BRGM, 2013)

Linéaire de littoral à l'horizon 2030 de la wilaya d'Alger concerné par classe de risques (en %) sont :

| | Fort (Km) | Moyen (Km) | Faible (Km) |
|--------------------------|-----------|------------|-------------|
| Risque érosion | 29.5% | 56.6% | 13.9% |
| Risque submersion | 15.2% | 71.5% | 13.3% |

(Erosion et submersion marine BRGM, 2013)

2.10. Démographie et urbanisme:

La baie d'Alger contient 12 communes qui habitent une population de 637468 d'habitants avec une densité moyenne de 11951h/km² (ONS, 2008), on note que sur certain communes le nombre de population diminue tel que la CASBAH à cause de ses bâtis vétustes.

Tableau 05 : population des communes de la baie d'Alger (ONS, 1987, 1998,2008)

| COMMUNE | POP 1987 | POP 1998 | Pop 2008 | Densité |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|
| RAIS HAMIDOU | 22127 | 21518 | 28451 | 3807,96 |
| EL MARSA | 6580 | 8784 | 12100 | 2060,07 |
| BAINS ROMAINS | 12090 | 19651 | 23990 | 1776,07 |
| BOLOGHINE IBN ZIRI | 39587 | 43283 | 43835 | 10353,41 |
| BORDJ EL BAHRI | 19017 | 27905 | 52816 | 4349,89 |
| BAB EL OUED | 102246 | 87557 | 64732 | 35067,34 |
| CASBAH | 60657 | 50453 | 36762 | 20941,89 |
| ALGER | 104959 | 96329 | 75541 | 13084,71 |
| BORDJ EL KIFFAN | 61035 | 103690 | 151950 | 4415,19 |
| HAMMA ANASSERS | 67115 | 59248 | 44050 | 13230,65 |
| HUSSEIN DEY | 54872 | 49921 | 40698 | 6191,32 |
| MOHAMMADIA | 30859 | 42079 | 62543 | 5017,41 |

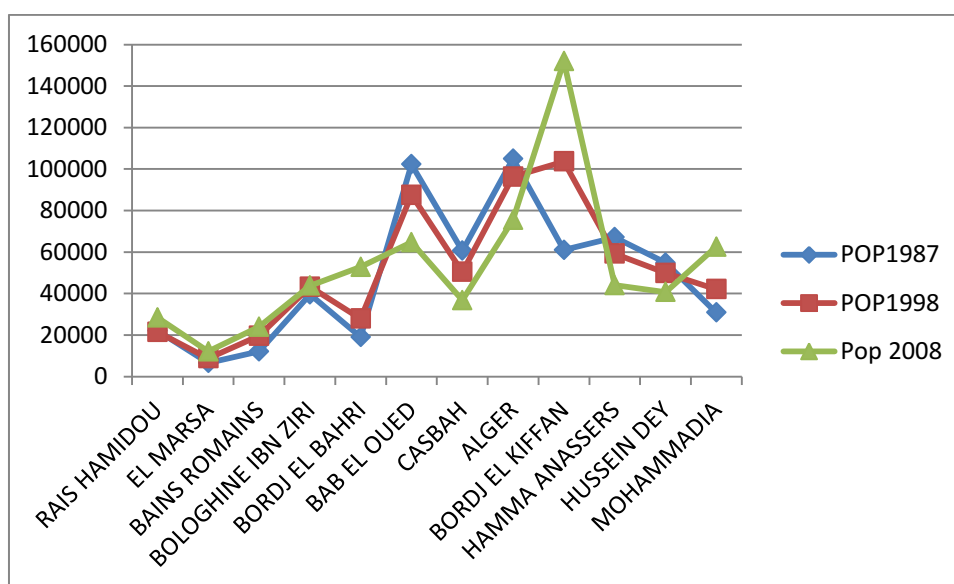


Figure n° 2 : Evolution de la population au niveau des communes de la baie d'Alger (ONS, 1987, 1998,2008)

2.11. Activités touristiques

La wilaya d'Alger compte 126 hôtels, dont la capacité est de 17.740 lits, 2.777 restaurants, une station thermale et une dizaine de monuments classés. C'est un lieu d'attraction des touristes. (*Ministère de l'intérieure, 2011*).

3. Baie de Zemmouri

3.1. Description géographique et présentation du site.

Le littoral à la Wilaya de Boumerdès s'étale sur environ 85km.

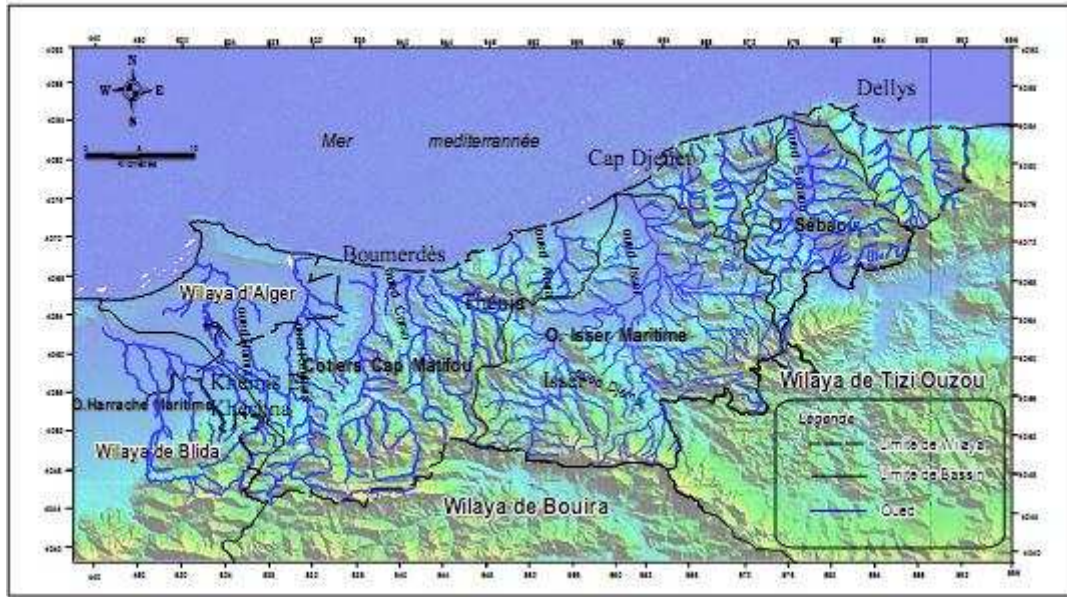
Dans notre travail on focalise sur la baie de Zemmouri qui s'étale entre Cap Matifou à Cap - Djinet ainsi que la partie saillante de Cap-Djinet à Dellys. (Carte n°9). Sur un distance liniaire de 63 Km avec une longitude Est $03^{\circ}.14'.50$ à $03^{\circ}.55'.75$ et une latitude nord $36^{\circ}.49'.35$ à $36^{\circ}.55'.39$.



Carte n° 8: situation géographique de la baie de Zemmouri

3.2. Réseau hydrographique/apports terrigènes

Le réseau hydrographique est partagé entre trois grands bassins versants : Cap Matifou à l'Ouest, Oued Isser maritime au centre et le Sebaou à l'Est (carte n° 9). Les autres bassins ne sont en réalité que des sous bassins versants (Oueds Boudouaou, , Réghaïa, Corso, Tatareg et Oued Boumerdès).



Carte n° 9 : Carte du réseau hydrographique (Source ANRH, 2005)

3.3. La Dynamique Sédimentaire

A partir des oueds (Réghaïa, Boudouaou, Corso, les Issers et Sebaou) source principale de l'alimentation en sédiment dans la province de Boumerdès, les sables et les pelites sont distribués sur plate-forme continentale, par l'action des vents et des houles soit par transit sur le fond, soit par le transport en suspension.

3.4. Bathymétrie de la baie de Zemmouri.

La bathymétrie au niveau de la province révèle une morphologie régulière avec une évolution douce de la pente moyenne (1,5 à 2%) sauf au niveau de certains endroits tel que El-Marsa et l'oued Réghaïa où l'on note des accidents topographiques majeurs.

3.5. Géomorphologie du littoral :

50 % du linéaire côtier est constitué de falaises : cap Matifou, rocher noir et cap Djinet. Le reste est occupé essentiellement par des plages, bien développées en longueur et en largeur (cap Djinet, Zemmouri El Bahri)

- a)- Les Falaises

Les falaises sont moins développées et ne constituent que 30% du linéaire côtier. La technique sinusoidale (Cap-Djinet et Dellys) a développé un secteur de falaise réduit.

- b)- Les côtes rocheuses

La dominance des falaises interrompue par des plages laisse peu de place à des formes rocheuses.

Les côtes rocheuses n'existent pratiquement pas sauf pour former des promontoires rocheux très réduit (Cap blanc, Figuier, Cap-Djinet).

- c)- Les Plages

Les sédiments de plage peuvent avoir deux origines, ils peuvent provenir du continent par l'intermédiaire des cours d'eau l'ampleur des plages dépendra de l'importance des cours d'eau et de la quantité des sédiments transportés, l'autre origine peut être autochtone l'érosion de la mer effectuée sur les roches littoral (notamment les roches dures) contribue à la formation des sables et galets. C'est toujours aux fonds des baies entre les caps que se forme les plages

La côte de la Wilaya de Boumerdès est constituée essentiellement de côte basse sableuse, elle compose 95% de la côte de Boumerdès, les plus développés sont celle de Zemmouri où la longueur dépasse 18km, le deuxième secteur c'est celui de Figuier et Boudouaou-El-Bahri en passant par Boumerdès avec une longueur de plage de 15km, le troisième secteur c'est celui entre Cap Djinet et l'oued Sebaou avec une longueur de 12km. (PAC, 2003)

- d)- Les Dunes

Dans la région de Zemmouri les énormes dunes, sur la partie ouest de la baie ont disparu en grande partie. Quelque placage éolien se reforme de temps à autres pour redisp paraître après leur exploitation.

La Wilaya de Boumerdès est l'une des wilayates où les dunes se sont les plus développées grâce au développement des plages. On peut les retrouver de Cap-Djinet jusqu'à Zemmouri, Boumerdès et Boudouaou El Bahri. L'extension abusive du sédiment a réduit leur extension.

3.6. Ouvrages portuaires existants :

- Port de Zemmouri

Le port de Zemmouri El Bahri est un port de pêche qui a été construit en 1987, il a 365 ml de quai et une capacité de production de 12 904,07 T/an.

- Port de Dellys

C'est un port mixte (commerce et pêche) il a été réalisé en 1946, avec 808 ml de quai et une Capacité de production annuelle de 4532,28 T

3.7. Dynamique générale

- **Erosion côtière**

En période hivernal, les terrains constitués de matériaux limoneux, sable et galets constituant des affleurements sédimentaires subissent le phénomène d'érosion et de glissement. Ces terrains sont emportés par les eaux et ruissellement en fonction de la pluviométrie et des pentes qui sont éjectées en mer.

- **Extraction de sable et graviers :**

Des extractions abusives de sable des plages, de dunes et de lits d'oueds ont été constatés sur toute la zone littorale de Boumerdès. D'énormes quantités de sable sont en effet prélevées, chaque zone, à l'embouchure des oueds et au niveau des sablières littorales et de nombreuses ballastières situées en amont des oueds. Cette exploitation abusive des agrégats (sable et graviers) réduit considérablement le volume des apports solides aboutissant en mer, elle devrait être réglementée ou interdite afin de préserver la pérennité des plages, dans le cas contraire on verrait disparaître ces plages à cours ou à moyen terme.

- **Évolution de Trait de côte (APPL, 2011)**

L'étude du trait de côte entre 1959 et 2008, a couvert les plages des communes de Réghaia, Heuraoua et Aïn Taya. La situation du trait de côte a connu une érosion généralisée. Le taux net moyen d'évolution est variable, il est de -0,61m/an au lieu-dit Réghaia plage, passé à -0,63m/an à Déca Plage, à -0,66 à la plage de Tarfaia, à -0,70m/an à la plage d'El Kadous pour atteindre le maximum de recul au niveau de la plage Surcouf soit un taux net de -0,83m/an

3.8. Démographie et urbanisme:

La baie de Zemmouri contient 12 communes qui habitent une population de 357476 d'habitants avec une densité moyenne de 828 h/km² (ONS, 2008), on note une augmentation nette du nombre de population sur la plupart des commune notamment Réghaia.

| COMMUNE | POP1987 | POP1998 | POP2008 | Densité |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| DELLYS | 24908 | 28229 | 32954 | 412 |
| SIDI DAOUD | 12582 | 14889 | 16900 | 171 |
| DJINET | 16395 | 20022 | 21966 | 199 |
| LAGHATA | 9433 | 11884 | 13692 | 176 |
| ZEMMOURI | 15606 | 21012 | 26408 | 309 |
| THENIA | 18851 | 19078 | 21439 | 316 |
| BOUDOUAOU EL BAHRI | 6600 | 10512 | 14209 | 630 |
| BOUMERDES | 22338 | 33646 | 41685 | 1401 |
| CORSO | 8822 | 13118 | 20705 | 593 |
| AIN TAYA | 21602 | 29515 | 34501 | 2283 |

| | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|------|
| HARAOUA | 11552 | 18167 | 27565 | 1418 |
| REGHAIA | 45226 | 66215 | 85452 | 2037 |

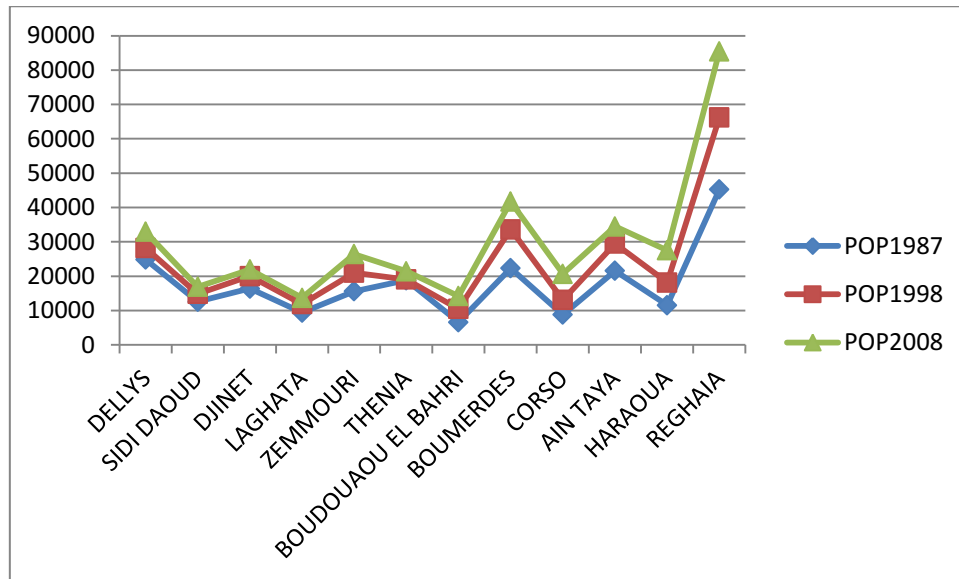


Figure n°03 : Evolution de la population au niveau des communes de la baie de Zemmouri (ONS, 1987, 1998, 2008)

3.9. Activités touristiques

La wilaya de Boumerdes est caractérisée par :

Une variété de reliefs alternant plaines côtières, vallées encaissées, montagne, massif boisés et hautes plaines.

- L'existence de 10 zones d'expansions touristiques qui totalisent une superficie de 4 512 ha.
- Daïra de Boudouaou : 01 ZET de 419 ha.
- Daïra Boumerdes – Thénia : 03 ZET de 542 ha.
- Daïra de Bordj Ménaïel : 03 ZET de 2 731 ha.
- Daïra de Baghlia : 01 ZET de 520 ha.
- Daïra de Dellys : 02 ZET de 300 ha.

Conclusion

Nous avons parcouru dans ce chapitre la description et la délimitation de la zone côtière centrale de l'Algérie.

Nous allons donc continuer notre recherche en réalisant, dans le chapitre 3, une méthodologie pour la mise en place des applications SIG pour la gestion de la zone côtière dans le cadre spécifique de la zone centrale de l'Algérie.

CHAPITRE III

MATERIELS ET METHODES

Les Systèmes d'Information Géographique s'inscrivent dans un ensemble d'approches, de méthodes et d'outils désigné par le terme générique de "Géomatique". Si l'intérêt des SIG pour l'environnement littoral est reconnu depuis plusieurs décennies, c'est seulement à partir du début des années 1990 que les applications se sont diversifiées et multipliées (GOURMELON & ROBIN, 2005). La mise en œuvre d'un Système d'Information Géographique Côtier, surtout avec l'apport des données satellitaires de moyenne et haute résolution, a pour objectif la gestion intégrée et contenue terre-mer de la zone côtière.

La méthodologie de travail s'articule autour de 3 grandes phases :

- **Phase 1** : Collecte de données géographiques et documentaires qui concernent le domaine côtier (images satellitaires, photographies aériennes, levés GPS, démographique, administrative, économique, sociale et commerciale, etc.) ;
- **Phase 2** : création d'une architecture de la base de données (Organisation, normalisation, traitement et analyse des données) ;
- **Phase 3** : Création d'une base de données géographiques composée des données alphanumériques et géographiques ;

Cette approche méthodologique sera accompagnée par une analyse visant à produire une liste d'indicateurs de suivi et d'évaluation de la pertinence de la gestion intégrée de la zone côtière de la zone côtière algérienne.

1. Les Données

Furness (1994 ; cité dans Cuq, 1999) note qu'au risque de sembler paradoxal, un SIG n'a pas besoin de données, du moins pas directement. Il a besoin d'informations, c'est-à-dire d'ensembles de données mises en forme, prétraitées et normalisées, renseignées et de qualité connue. Il est donc important de préciser, tout spécialement dans le contexte des systèmes d'information, la distinction entre "donnée" et "information". Nous reprendrons les propos de Chevalier (1983) à ce sujet :

- *"L'information est un élément de savoir, ayant une signification propre, et susceptible d'être représentée par des données pour pouvoir être stockée, traitée ou transmise... tandis que la donnée est un phénomène physique porteur d'information et représentée sous forme codée" (Chevalier, 1983).*
- *"One of the main functions of a Geographic Information System (GIS) is to help manipulate and to present the raw data in ways which translate the "data" into "information" (Longhorn, 1999).*

La donnée devient donc information lorsqu'elle est porteuse de connaissance. L'information est une notion plus abstraite et sujette à interprétation par rapport au concept de donnée qui est plus concret ou tangible, car il oblige la présence d'un support de codage ou de stockage. Les caractéristiques des données sont diverses. Elles présentent des niveaux d'abstraction et d'élaboration variés et peuvent être décrites par un ensemble de caractéristiques thématiques, spatiales et temporelles. Elles se distinguent principalement par les caractéristiques de leur mesure, codage et transformation.

De façon générale, on peut distinguer deux types de données : les données spatiales et les données thématiques. Les deux sont inter-reliées mais décrivent deux aspects complémentaires de la réalité : le territoire et ses attributs thématiques (*Theriault, 1996*).

2. Bases de données

Les données constituent la base indispensable et le cœur même du SIG. Ainsi, le composant fondamental du SIG correspond à sa base de données (BD) et à son système de gestion associée (SGBD). Des nombreuses définitions sont disponibles sur les thèmes des BD et SGBD,

On a retenu les définitions suivantes :

- *Une base de données (BD) est un ensemble de données modélisant les objets d'une partie du monde réel et servant de support à une application informatique (Gardarin, 1999).*
- *Une base de données (BD) est une collection partagée de données logiquement liées entre elles, qui est conçue de manière à répondre aux besoins des différents membres d'une organisation en matière d'informations (McFadden et al, 1999).*
- *Un SGBD peut être perçu comme l'ensemble des logiciels systèmes permettant aux utilisateurs d'insérer, de modifier et de rechercher efficacement des données spécifiques dans une grande masse d'informations (pouvant atteindre quelques milliards d'octets) partagées par de multiples utilisateurs (Gardarin, 1999).*

Comme nous l'avons mentionné dans le chapitre 1, les données sont de deux types : les données attributaires et les données à référence spatiale. La gestion des premières est relativement bien connue et maîtrisée par les SGBD commerciaux. Par contre, la gestion des données géoréférencées renferme certaines particularités qui font référence aux propriétés topologiques (Bergeron, 1992) et géométriques du système. D'une part, l'extension topologique s'appuie sur les relations de voisinage et permet d'explicitier les composantes structurales, les jonctions et les connections entre les entités. Ces relations peuvent être caractérisées par les concepts de proximité, d'adjacence, d'intersection et d'appartenance. D'autre part, l'extension géométrique fait référence à la position, la forme,

la taille et l'orientation de la caractéristique. Pouliot (1999) signale que certaines gestions sont complexes mais réalisables dans les SGBD, telles que la représentation sur un plan en utilisant un système de projection, la gestion de la dépendance spatiale et des relations de voisinage entre les phénomènes (la topologie) et l'indexage spatial, l'échange des données et la gestion des données temporelles. En réalité, la vraie difficulté réside dans la modélisation du monde réel par la logique SIG.

Dans le cadre de notre travail, nous avons adopté la solution SGBD pour le développement de notre prototype SIG.

3. Phase 1 : Collecte de données

Une masse considérable d'informations concernant la zone d'étude est sensée être disponible vu le nombre d'études réalisées dans le cadre des projets nationaux, régionaux et dans le cadre de recherches scientifique. Mais cette information est en réalité très fragmentaire et donc pas exploitable sans mise en forme et traitements préalables. Cette situation est due à divers facteurs :

- souvent les données réunies durant ces études ne sont pas mémorisées et se trouvent dispersées dans les rapports,
- les bases de données n'ont pas été suffisamment bien conçues pour prendre en charge les traitements de modélisation.

Dans le cadre de notre travail, plusieurs structures et établissements ont été visités et plusieurs sources de données ont été utilisées et cela pour chaque thème on cite :

3.1. Topographie

L'INCT publie les cartes topographiques à plusieurs échelles. On a utilisé les cartes aux échelles de 1:10 000 et 1 :25 000 :

1) Échelle 1:10 000 :

- année de publication inconnue (plus ancienne que la carte à l'échelle de 1:25 000)
- L'équidistance des courbes de niveau : 5 m ou 2.5 m

Il n'existe que quatre (4) planches qui ne couvrent pratiquement que la baie d'Alger. (Carte n°1)

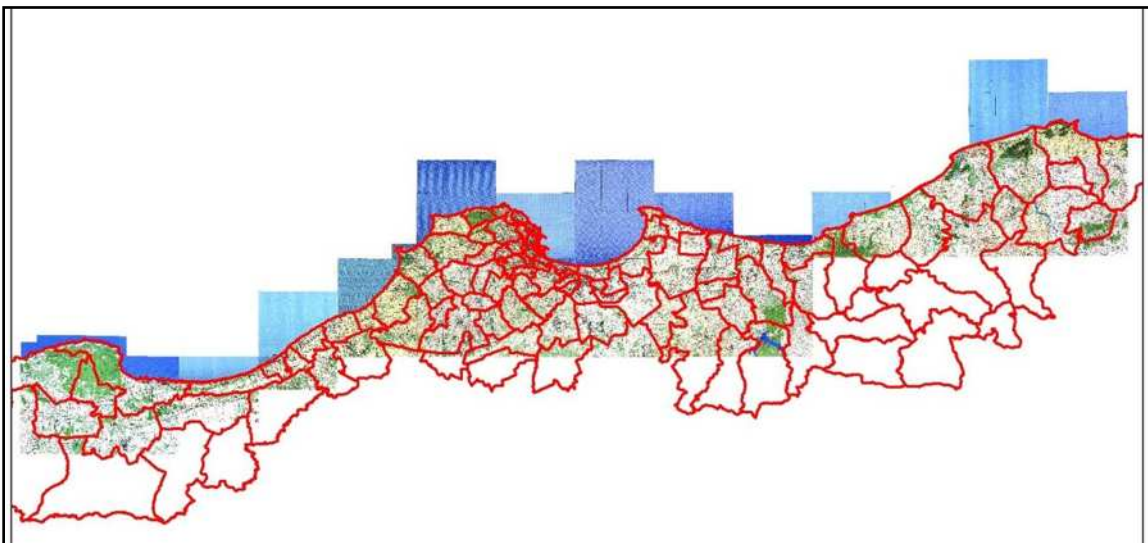


Carte n°1 : couverture des cartes topographiques 1/10000

2) Échelle 1:25 000

- année de publication : 1986, 1987
- intervalle des courbes de niveau : 5 m

Pour couvrir la zone d'étude et les communes côtières des trois baies Alger, Bou Ismail et Zemmouri, on a acheté les cartes qui sont fournies en (21) planches qui sont par la suite scannées et géo-référenciées. (Carte n°2).



Carte n°2 : couverture des cartes topographiques 1/25000

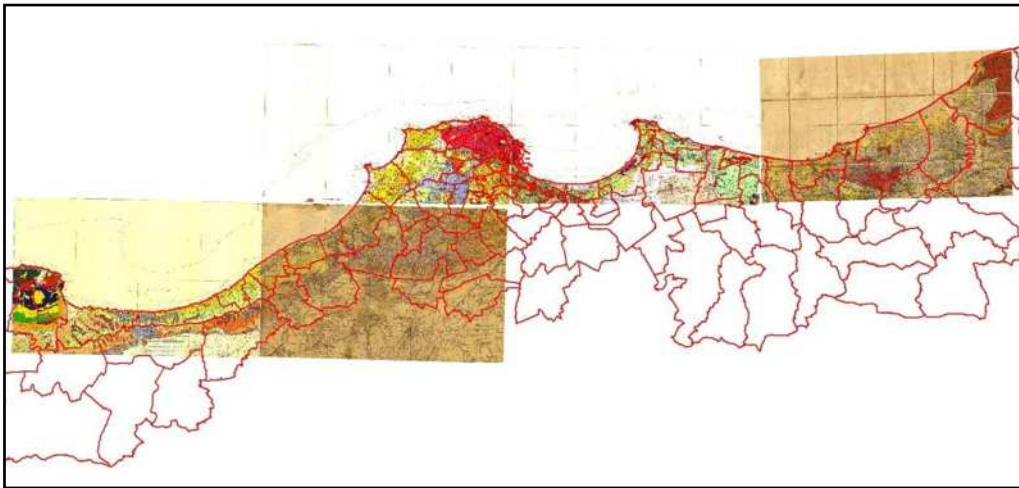
3.2. Géologie

Grâce au centre de génie parasismique CGS, on a pu récupérer les cartes imprimées à l'échelle de 1 : 50 000 suivantes couvrant la zone d'étude.

Cependant, plusieurs d'entre elles sont très anciennes :

- No.20 CHERAGA, publiée en 1963
- No.21 ALGER, publiée en 1964
- No.41 TIPAZA, publiée en (inconnue)
- No.41 KOLEA, publiée en (inconnue)
- No.22 THENIA, publiée en (inconnue)

Parmi elles, les cartes imprimées de « CHERAGA » et de « ALGER » sont disponibles et pour les autres très anciennes il n'y a que de copies de basse résolution. Les définitions des classifications géologiques ne sont pas uniformes dans ces cartes dont les limites ne correspondent pas aux nombreuses limites géologiques. (Carte n°03).



Carte n°3 : couverture des cartes géologiques 1/50000

3.3. Bathymétrie

Les données bathymétriques utilisées proviennent de la base de données internationale GEBCO General Bathymetric Chart of the Oceans, est soutenu par l'Organisation Hydrographique Internationale (IHO), par les Nations Unies (UNESCO) ainsi que par la Commission Océanographique Intergouvernementale (IOC). Les informations bathymétriques résultent d'une compilation à l'échelle du globe de sondages bathymétriques et de données issues de l'altimétrie satellitaire. Elles sont délivrées gratuitement et sont accessibles à l'adresse suivante <http://www.gebco.net/>.

Ces données sont organisées Par:

- la résidence des ménages selon la Wilaya
- la résidence des ménages selon la commune,
- le sexe
- le taux d'accroissement annuel moyen
- l'âge

Ces données sont fourni en format papiers et Word, nous avons les structurées et les organisées en format des table Excel.

3.8. Urbanisme et bâtiment

3.8.1. Office National des Statistique :

Grâce au document armature urbaine issu de l'ONS basé sur l'RGPH 2008 on a pu avoir les taux d'urbanisation (le nombre de population urbanise entre 1998 et 2008) par commune pour chaque baie

3.8.2. Agence URBANIS :

Les données fournies par URBANIS correspondent à une base de données cartographique sur certaines communes de la zone d'étude : il s'agit des bâtiments, des arbres et forêts, des rues, des équipements urbains, d'éléments de toponymie... Ces données, dont une partie provient d'un travail sous Autocad se présentent sous différents formats d'objets : soit du texte, soit des polygones, soit des polylignes. Elles étaient réparties en plus de (396) tables sous format MapInfo.

Un travail spécifique a d'abord été réalisé de façon à caler ces données par rapport aux découpages administratifs et les fonds topographique: les fichiers de projection de (221) tables ont été modifiés. (175) autres tables ont pu être directement utilisées.

Les communes récupérées de l'agence sont :

- | | |
|--------------------|------------------|
| 1. AIN BENIAN | 8. EL MARSА |
| 2. ALGER CENTRE | 9. HAMMAMET |
| 3. BAB EL OUED | 10. HUSSEIN DEY |
| 4. BELOUZDED | 11. LA CASBAH |
| 5. BOLOGHINE | 12. RAIS HAMIDOU |
| 6. BORDJ EL BAHRI | 13. SIDI M'HAMED |
| 7. BORDJ EL KIFFAN | 14. MOHAMADIA |

- ✓ type (falaise, plage, dune..etc.)
- ✓ granulométrie
- ✓ longueur
- ✓ largeur
- ✓ type de substrat

| COMMUNE | TYPE | NOM | LONGEUR | LARGEUR | GRANULOMET |
|----------------|----------------|----------------------|---------------------------|---------|------------|
| | plage | BELVADERE | rocheuse | 20 | 1 |
| | plage sableuse | CAMPINO | sable moyen | 60 | 5 |
| | plage | CAP MALYPOU | sable grossier | 50 | 50 |
| | plage | CHAMP DE TR | sable fin | | |
| | plage | CLUB DES PINS | sable fin | 420 | 40 |
| bordj el bahri | plage | COCO PLAGE | | | |
| 1 | plage | COMPLEXE TOURISTIQUE | sable fin | | |
| | plage | DAURIN | sable fin à grossier | 400 | 30 |
| Ain Taya | plage | DECA PLAGE | 1450 | 45 | sable fin |
| | | DEUX CHAMEAUX | | 150 | 30 |
| | | DEUX MOULIN | | 40 | 5 |
| | plage | DUNE | Sable moyen à sable gross | 1000 | 40 |
| | dune | DUNE HERAOUA | 0 | | |
| | | EDEN | sable moyen | 150 | 15 |
| | plage | EL DJERF | sable grossier | 240 | 50 |
| | plage sableuse | FAYETTE | sable grossier | 200 | 40 |
| | plage sableuse | FONTAINE | sable moyen et galets | | |
| bordj el bahri | plage | FREGATE | | | |
| | plage sableuse | FRONCO | sable moyen | 150 | 10 |
| | plage sableuse | JURELLES | sable grossier | 70 | 15 |
| | plage | KALOUFI 1 | sable fin | | |
| | plage | KALOUFI 2 | sable fin | | |
| BAB EL OUED | plage | KETTANI | sable grossier-moyen | 100 | 20 |
| | plage sableuse | L'LOT | sable moyen et gravier | | |
| | plage sableuse | LA JEUNESSE | sable moyen | | |
| | | LA RESERVE | sable moyen | 120 | 10 |
| | | LA VIGIE | sable moyen | 50 | 10 |
| | | LA VIGIE LA GRANDE | sable moyen | 150 | 10 |
| | | LE BAR | sable moyen | 80 | 10 |
| Mohammadia | Plage sableuse | LIDO | | | |
| Mohammadia | Plage sableuse | LIDO | | | |
| | | MARTIN | sable grossier | 150 | 10 |

Figure n°1 : les attributs des types des formes côtières

3.8.4. Les données du Bureau CNERU

Auprès de bureau d'étude CNERU et à travers le CGS on a pu récupérer certain données sous plusieurs formats

- Le PDAU (plan d'aménagement urbain) au niveau de la commune de Tipaza (chef-lieu)
- Les plans de secteurs issus du PDAU des communes FOUKA et Bou ISMAIL

3.8.5. Les données personnelles et autres

Suite à mon parcours professionnel dans le domaine du SIG je possède certain données hydrographique, ilots et districts du RGPH2008, les courbe de niveau à l'échelle 1/250 000 d'une interligne de 100 mètres d'altitudes

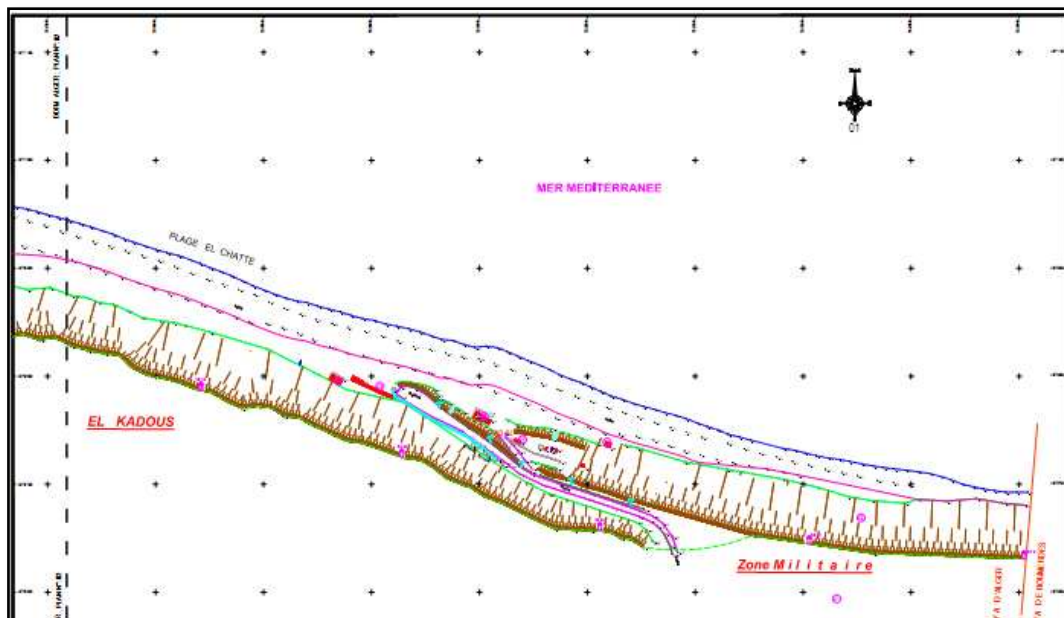
3.9. Hydrographie

Le réseau hydrographique Obtenu grâce à la vectorisation des cartes topographiques au 1/25000, la carte hydrogéologique à l'échelle 1/200 000 et des cartes topographiques à l'échelle 1/500 000.

3.10. Domain public maritime (DPM)

Grace au contact avec la direction des travaux publique DTP de la wilaya d'Alger on a pu obtenir les cartes du domaine public maritime DPM en (77) planches avec un système de projection WGS84 elles sont classées par commune comme suite :

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| 01-Commune de REGHAIA | 11-Commune de CASBAH |
| 02-Commune de HEURAOUA | 12-Commune de BAB EL OUED |
| 03-Commune d'AIN TAYA | 13-Commune de BOLOGHINE |
| 04-Commune d'EL MARSA | 14-Commune de RAIS HAMIDOU |
| 05-Commune de BORDJ EL BAHRI | 15-Commune de HAMMAMET |
| 06-Commune de BORDJ EL KIFAN | 16-Commune d'AIN BENIAN |
| 07-Commune d'EL MOHAMADIA | 17-Commune de CHERAGA |
| 08-Commune d'HUSSEIN-DEY | 18-Commune de STAOUELI |
| 09-Commune de BELOUIZDAD | 19-Commune de ZERALDA |
| 10-Commune d'ALGER CENTRE | |



Carte n°7 : Exemple d'une planche du DPM d'Alger

Ces planches font l'objet de plusieurs opérations

- D'un Scanning
- D'une Gé-référencement
- D'une Vectorisation

3.11. Les zones industrielles

Malheureusement il n'y a pas beaucoup d'installations industrielles qui ont fournis leurs plans d'implantation ainsi que leurs données techniques sur ses installations, la plus part des implantations des zones industrielles au niveau de la zone d'études ont été récupérée auprès de la protection civil et la direction de Naftal (zone industrielle port d'Alger)

3.12. La sédimentologie

Après plusieurs recherches dans les travaux sur la carte sédimentaire au niveau de la cotes algérienne nous n'avons trouvé que :

- la Carte sédimentologique de la baie de Bou-Ismaïl (LEM, 1998)
- la carte de la Nature du fond de la baie d'Alger. (Maouche, 1987)
- la carte de répartition sédimentologique de la baie d'El Djamila (Campagne 2006)

Ces cartes ont été traitées, géoréférencée et vectorisées.

3.13. La qualité de l'eau

L'APPL a fait un réseau de points de suivi de la qualité de l'eau au niveau de la côte algéroise.

4. Phase 2 : création d'une architecture de la base de données

4.1. Logiciels utilisés

Dans ce chapitre, nous avons évoqué un certain nombre de logiciels dont les droits d'auteurs sont indiqués ci-après :

4.1.1. Environnement informatique :

- Windows est une marque déposée de Microsoft Corporation (www.microsoft.com)
- Microsoft Access pour la gestion des bases de données .MDB

4.1.2. Systèmes d'Information Géographique :

- ArcInfo est une marque déposée de « Environmental Systems Research Institute, Inc (ESRI) (www.esri.com) ». ses modules permis de de faire :

Cartographie et visualisation

Produire des cartes de haute qualité, sans les tracas associés à des logiciels de conception complexe. Avec ArcGIS for Desktop, vous pouvez profiter :

- D'une grande bibliothèque de symboles
- D'assistants et de modèles de carte prédéfinis
- D'un vaste ensemble d'outils de cartographie et d'éléments graphiques

Gestion des données

Grâce à la prise en charge de plus de 70 formats de données, ArcGIS for Desktop peut intégrer une grande variété de types de données pour les afficher et les analyser. Les différents outils de création et d'organisation vous permettent de :

- Parcourir et trouver de l'information géographique
- Créer et gérer vos bases de données géographiques
- Visualiser, mettre à jour et gérer vos métadonnées

Analyse spatiale

Des centaines d'outils pour réaliser de l'analyse spatiale sont inclus dans ArcGIS for Desktop. Ces outils vous permettent de transformer les données en informations pertinentes et d'automatiser la plupart de vos tâches SIG. Par exemple, vous pouvez :

- Calculer des densités et réaliser des mesures
- Effectuer des analyses statistiques avancées
- Mener une analyse de superposition ou de proximité

Edition avancée

Manipuler des données avec un nombre minimum de clics et automatiser votre processus de création avec des outils d'édition puissants. Les outils avancés d'édition simplifient votre conception et la modification des données. La prise en charge de l'édition multi-utilisateurs permet à plusieurs collaborateurs de modifier votre géodatabase en même temps, ce qui facilite le partage des données entre les services, les organisations ou les agents de terrain.

Geostatistical Analyst (GA).

Ce module permet de réaliser l'interpolation par les méthodes suivantes : Inverse Distance Weighting (IDW), Global Polynomial Interpolation, Local Polynomial Interpolation, Radial Basis fonctions, Kriging (simple, ordinaire et universel).

- Mapinfo est une marque déposée de Mapinfo Corporation (www.mapinfo.com). MapInfo Professional est un logiciel puissant de cartographie et d'analyse géographique. Il est le leader des SIG bureautique et des applications cartographiques.

La pluparts des données récupérées sous format vecteurs sont des tables MapInfo on est obligé de les visualiser sous MapInfo et les convertir avec le même logiciel pour une meilleur translation vers d'autre format.

4.1.3. Logiciels d'Analyse des conséquences des risques industriels

L'analyse des conséquences relatives aux scénarii retenus pour la simulation des risques industriels sera effectuée à l'aide du logiciel PHAST (version 6.54).

Le logiciel PHAST est un outil informatique de modélisation des risques industriels il a été rigoureusement validé et vérifié. La théorie et la performance du modèle unifié de dispersion (UDM) développé par DNV ont également été analysées de façon indépendante dans le cadre des projets financés par la Communauté Européenne. Le modèle a excellé sur les plans de la théorie et de la performance et représente le standard pour l'évaluation des conséquences d'accidents (DNV, 2005).

Le calcul des conséquences par le logiciel PHAST nécessite l'introduction des données qui passe par plusieurs étapes.

4.2. Traitement des données (géo-référencement, correction des ables, problèmes rencontrés, conversion)

Pour pouvoir utiliser les donnée collectées dans la phase précédente nous avons procédé à plusieurs étapes de traitements, d'organisations et conversions

4.2.1. Traitement

On a procéder scanning sous un scanner A0 :

- 25 cartes topographiques 21 cartes 1/25000 et 4 cartes de 1/10000
- 5 cartes géologiques 1/50000
- 77 planches du DPM

Toutes ces cartes et planches ont été traitées sous le logiciel Photoshop CS4 pour les aligner en cas d'inclinaison lors de l'opération de scanning.

4.2.2. Le géo référencement

Dans cette étape on a travaillé sur le Géo référencement des fonds cartographique de base :

- 25 cartes topographiques 21 cartes 1/25000 et 4 cartes de 1/10000
- 5 cartes géologiques 1/50000
- 77 planches du DPM

- Les cartes de secteurs issues des PDAU de Fouka, Bou Ismail et Tipaza
- Les cartes sédimentaires de la baie d'Alger et la Baie de Bou Ismail

Ce travail consiste à déclarer les ces cartes et planches dans un système de référence (projection, DATUM, fuseau).

Nous avons opté pour le système UTM (Nord Sahara 1959 Zone 31), car c'est la projection de la pluparts des fonds topo de l'INCT

4.2.3. Conversion des tables

La plupart des données que nous avons collectées sous format vecteur sont des tables MapInfo et des fichiers autocad

Ces vecteurs sont convertis grâce au logiciel Global Mapper ou MapInfo en format shapefile (Shp) ou fichier de forme lisible par ArcGIS, les données concernées par la conversion sont :

- les données d'URBANIS sous format MapInfo 396 fichiers
- les données du cadastre sous format MapInfo 26 fichiers
- les du PDAU sous format Autocad 4 fichiers

4.2.4. L'ajustement spatial

Les données proviennent des table MapInfo et Autocad présentent des incohérences et des décalages, à cause de la conversion ou bien les erreurs originales lors de leur création (la projection n'a pas été affecté à la table) parmi nous données 180 tables a été ajuster par rapport au système de référence choisi (UTM Nord Sahara 1959 zone 31).

4.3. Problèmes rencontrés

Les informations collectées ont été évaluées et les mesures suivantes ont été prises pour les utiliser au maximum :

4.3.1. Manquement des informations

La fonction la plus importante et avantageuse du SIG relève à mettre en place une plate-forme de différents types d'informations permettant de comprendre des informations dispersées et différemment développées. Pour disposer de cette fonctionnalité, il est essentiel d'avoir des informations descriptives de base telles que les conditions de projection géographique, les données descriptives des objets géographiques, etc.

Bien qu'elles soient essentielles, les informations obtenues des matériels existants de la présente étude n'ont pas pu être suffisantes.

Après avoir précisément évalué les informations fournies, nous avons opté pour que les cartes topographiques fournies par INCT soient la référence de base, et les tables seront géo-référencier sur cette base, les données sous format vecteurs fournies par plusieurs établissements sont avec des attributs non complètes,

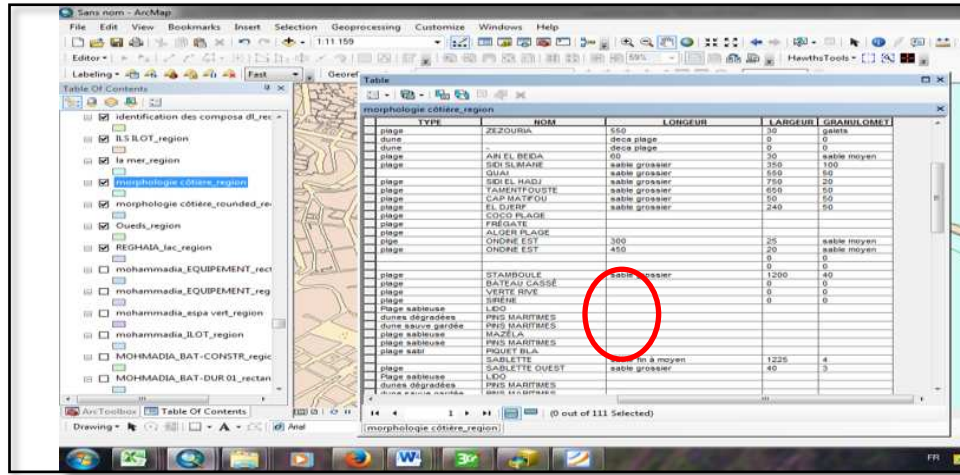


Figure n°2 : Manque des données dans une table attributaire

4.3.2. Les erreurs Topologiques

Le problème commun pour la conception et la construction d'une base de données SIG est la nécessité d'un modèle particulier des données « Topologie », alors que l'être humain peut interpréter correctement les éléments cartographiques par raisonnement analogique sur la base de sa propre expérience.

Dans nos données géographiques et à cause des divergences entre les sources de collecte on trouve beaucoup de problèmes de topologie (chevauchements des entités, mauvaise connexion dans le même objet...etc.)

➤ Reconnaissance des connexions

Dans les cas tels qu'indiqués sur la (Figure n°3), on peut reconnaître que deux lignes sont connectées, alors que l'ordinateur ne peut pas réaliser cette interprétation si les nœuds et les arcs ne sont pas correctement attachés.

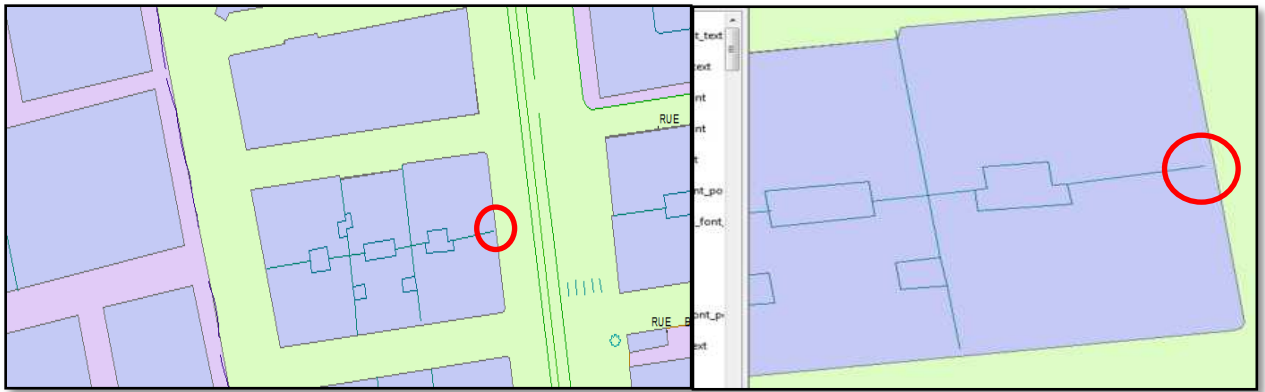
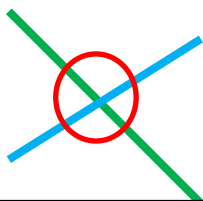


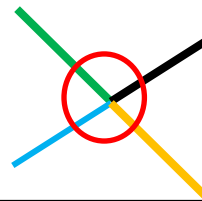
Figure n°3: à gauche apparaît connecté, avec un zoom à droit n'est pas connecté

➤ Reconnaissance des croisements

Dans les cas tels qu'indiqués (Figure n°4), on peut reconnaître que deux lignes s'entrecroisent l'une avec l'autre, alors que l'ordinateur ne peut pas réaliser cette interprétation si les nœuds et les arcs ne sont pas correctement attachés.



S'il n'y a pas croisement l'ordinateur reconnaît deux lignes



S'il y a croisement l'ordinateur reconnaît quatre lignes

Figure n°4: les problèmes de croisement dans les objets graphiques

➤ Reconnaissance des zones

Dans les cas tels qu'indiqués sur la sur la (Figure n°5), on peut reconnaître que la figure représente deux zones voisines zone, alors que l'ordinateur va interpréter qu'il y a troisième

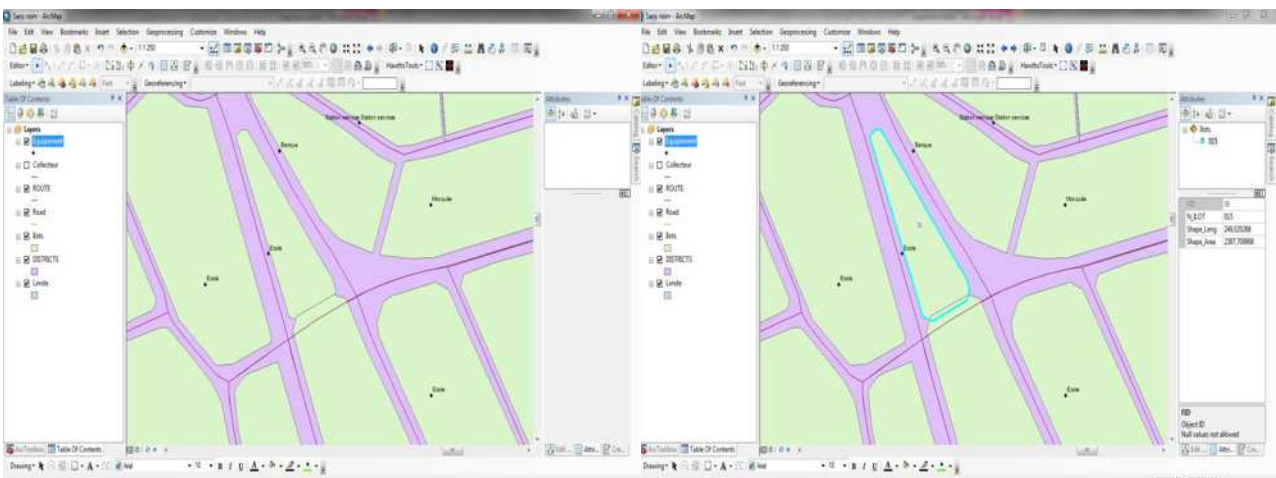


Figure n°5: les problèmes de chevauchement entre les objets graphiques

Grace à l'outil des règles de topologie sous Arcmap on a pu corriger l'ensemble des erreurs topologiques (connexion, croisement et chevauchement).

4.4. Conception de la base de données géographiques Schéma général

Une base de données du SIG dispose d'une grande quantité de données et nécessite une structure spécifique ; donc, l'architecture et la modélisation des données ont une influence énorme sur sa performance, manœuvrabilité et fonctionnalité.

Dans notre base de données SIG appelée SIG_BAZ (SIG pour les baies de Bou Ismail, Alger et Zemmouri) nous avons opté pour le schéma global ci-après :

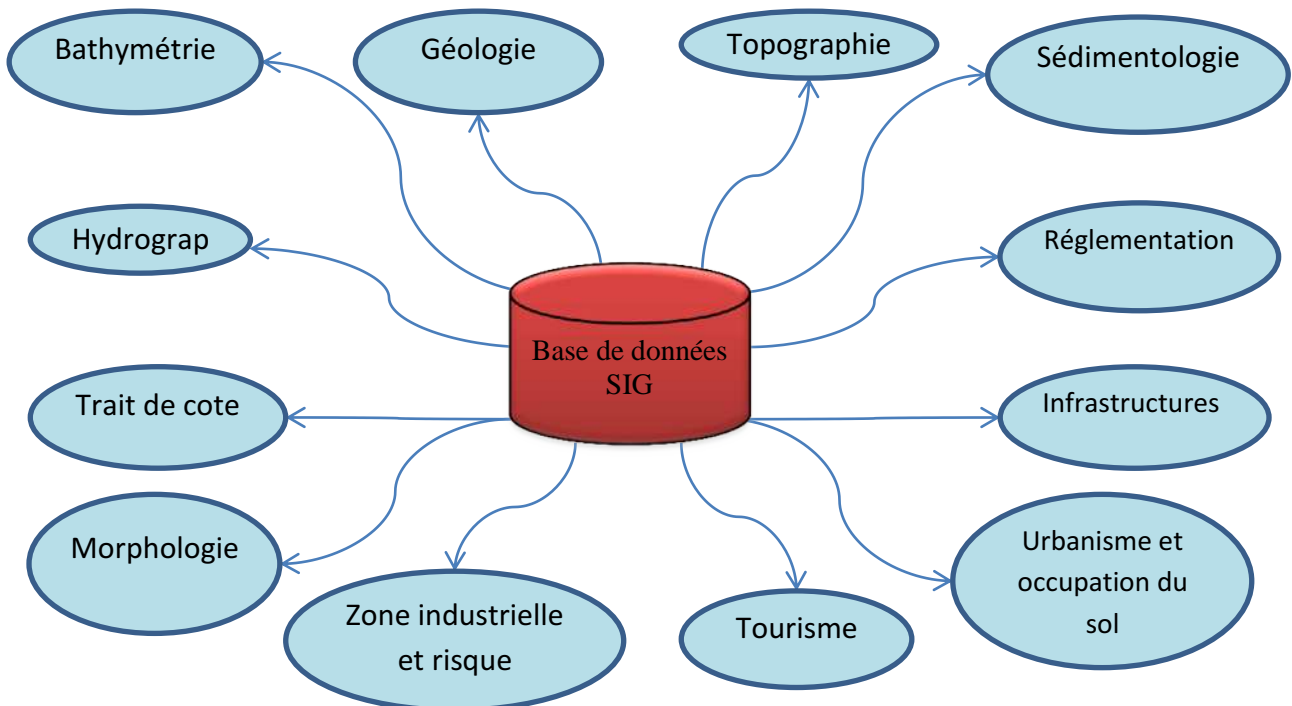


Figure n°6: Schéma global de la base de données SIG littoral SIG_BAZ

4.5. Structuration du SIG_BAZ dans une GEODATABASE :

Dans ce travail nous avons utilisé le type de la base de données GEODATABASE personnelle en extension (*.MDB) (Figure n°7), qui est interactive avec les outils du système d'exploitation avec des avantages de :

- Définir Des règles d'édition à travers les SUBTYPE et les domaines des classes d'objets
- De codifier les relations entre les tables de données (information tabulaire) et les couches (classes d'objets) :
- Meilleure organisation des données,
- Exploitation des tables attributaires dans un SGBD (ex : Access),

- Conservation du modèle relationnel sous le SGBD,
- Affichage d'un formulaire Access sous ArcMap,
- Regroupement des fichiers sous une même base de données (un seul fichier),
- Calcul automatique des linéaires et surfaces des objets géographiques.

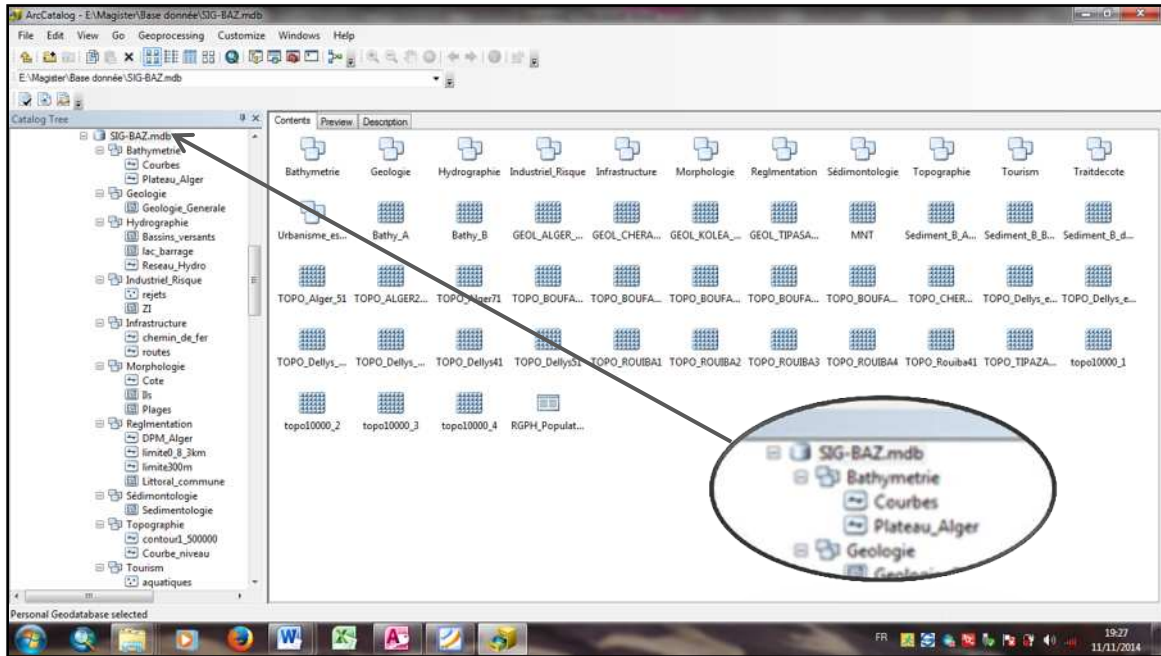
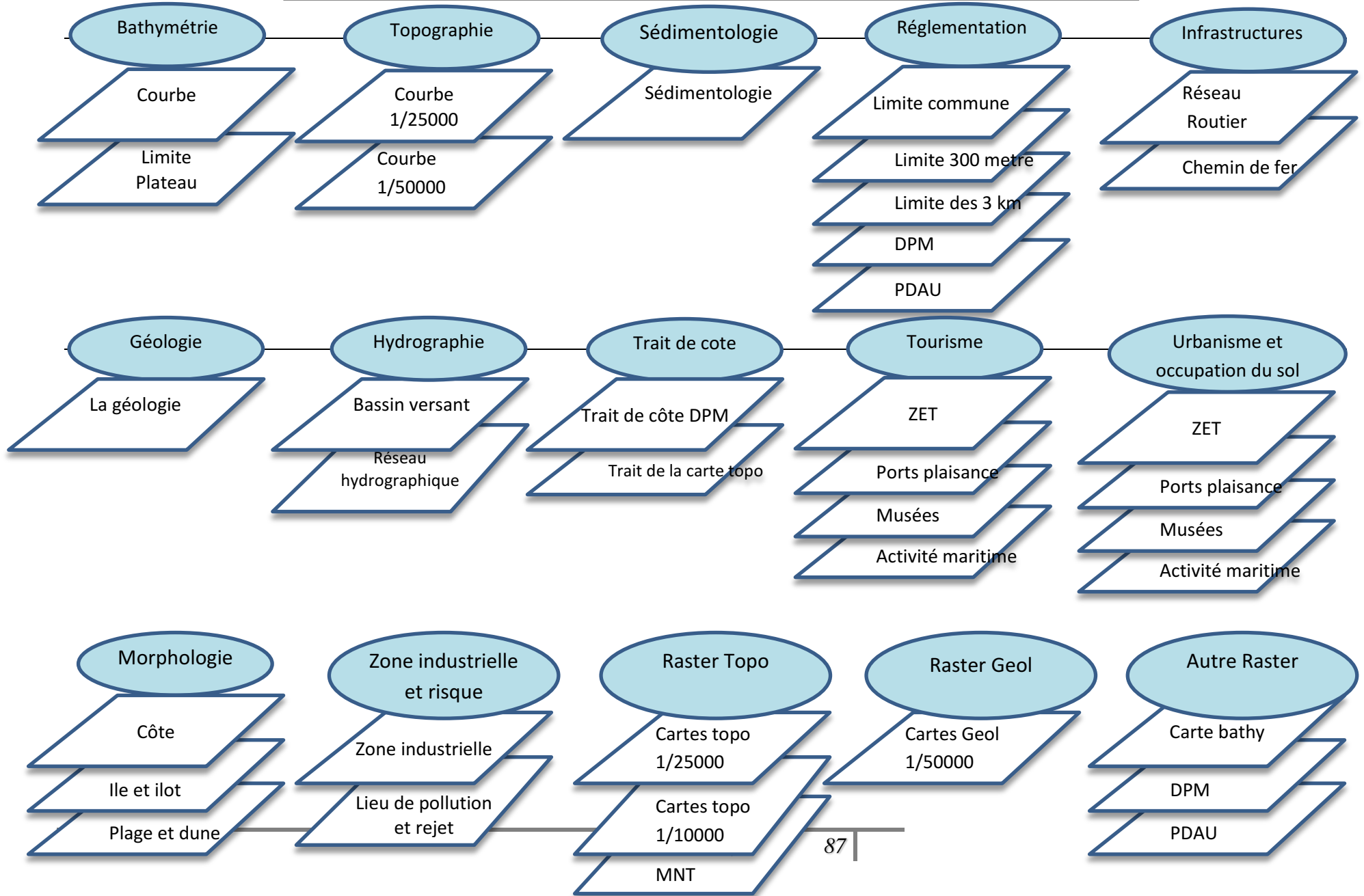


Figure n°7: Structuration de la base de données SIG littoral SIG_BAZ

Suite à la disponibilité des données nous avons proposé la structure dont les volets traités de notre base de données SIG_BAZ comme suite (Figure n°8),

Figure n°8: Structure des volets proposés pour la base de données SIG littoral SIG_BAZ



Ces couches sont composées par des données graphiques vectorisées et des données attributaire structurées dans des champs des tables (Figure n°9),

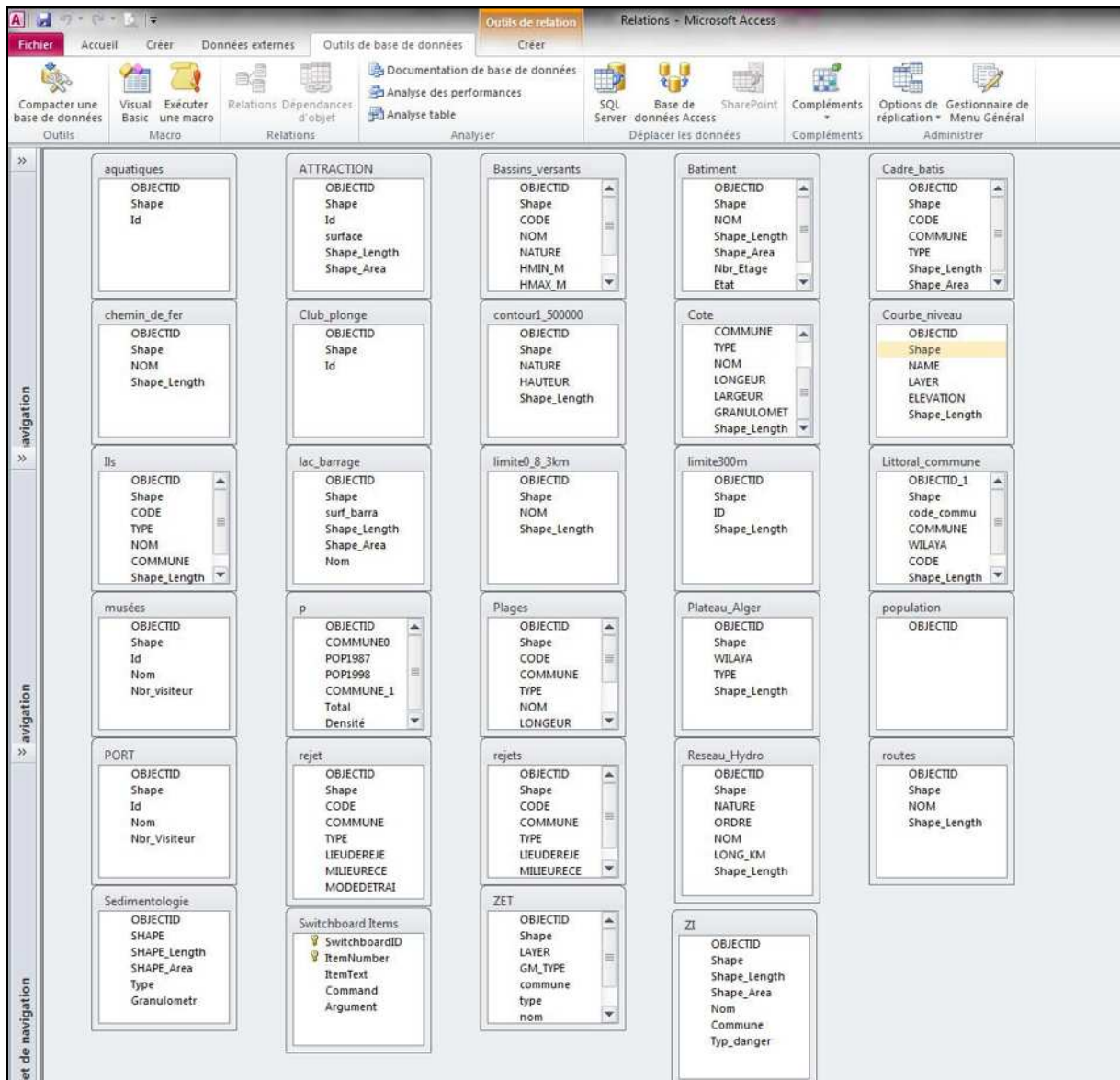


Figure n°9: Champs attributaires des couches du SIG_BAZ

5. Phase 3 : Vectorisation et édition

1. Topographie : Les courbes de niveaux ont été vectorisées sur la base des cartes topographiques, avec la saisie des altitudes de chaque courbe
2. Géologie : sur la base des cartes géologiques déjà géo-référencées nous avons vectorisé les zones géologique avec la saisie de leurs noms dans la table attributaire
3. Bathymétrie : Les courbes de niveaux ont été vectorisées sur la base des cartes bathymétriques, avec la saisie des profondeurs de chaque courbe

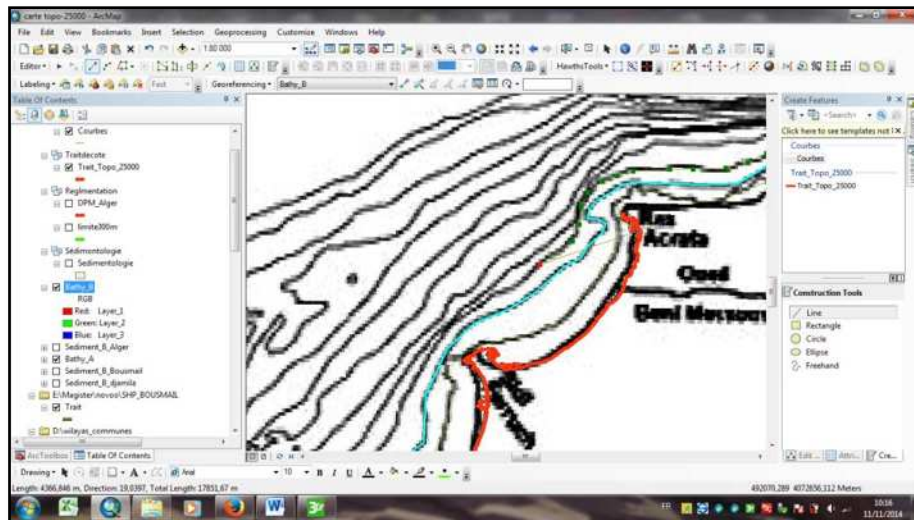


Figure n°10: Vectorisation des courbes bathymétriques

4. Hydrographie : Les bassins versants, les oueds, les lacs et barrage ont été vectorisées sur la base des cartes topographiques et Hydrographiques, avec la saisie des données attributaire tel que Noms, les longueurs et les surface sont calculé automatiquement dans le champ de la table
5. Morphologie : grâce aux donnée du cadastre au la vectorisation sur Google earth nous avons édité les couches de type de cote (falaise, roche), plage, ile ou ilot et enrochements
6. Zone industrielle et risque : grâce au donnée de la protection civile on a élaboré la couche des zones industrielles et grâce aux plusieurs source et carte tel que le ministre de l'environnement on a pu implanter les points de rejet sur la cote algéroise
7. Infrastructures : ce volet trait tous ce qui est infrastructure de base selon nos données on a élaboré deux couche, le réseau routier et les chemins de fer.
8. Réglementation : selon la réglementation algérienne cité en chapitre I, nous avons maternelisé les limites concernées (limite commune, PDAU, limite 300metres....etc.) ainsi nous avons vectorisé la limite du DPM après géo-référencement et mosaïquage des (77) planches du DTP

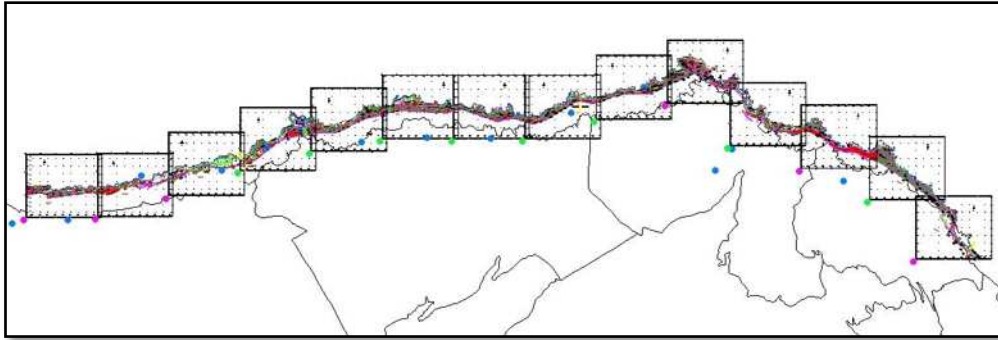


Figure n°11: mosaïque des planches du DPM d'Alger

9. Sédimentologie : Après géo-référencement des cartes sédimentaires Baie d'Alger, Eldjamila et BouIsmaïl nous avons vectorisé les formes sédimentaire ainsi que la saisie des noms et granulométrie de chaque forme

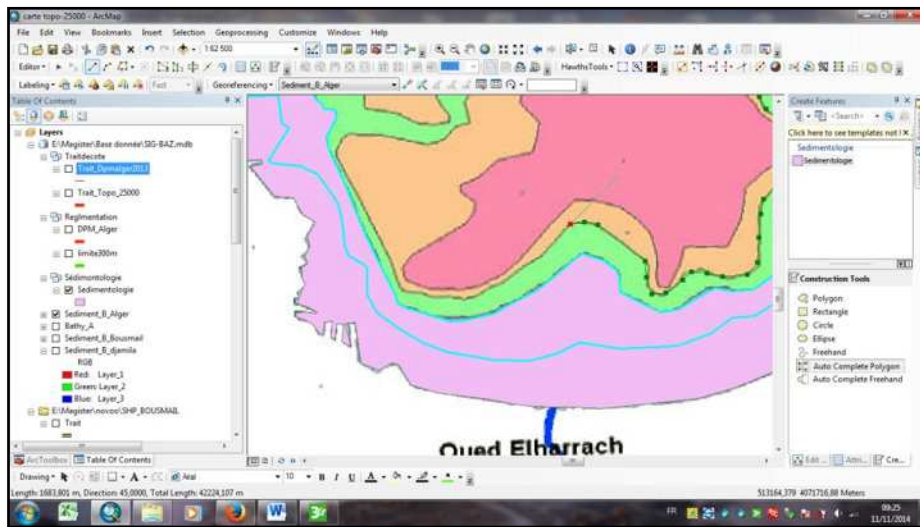


Figure n°12: Vectorisation des cartes sédimentaires

10. Tourisme : depuis plusieurs sources PAC, CNERU, Urbanis on a élaboré les couches des attractions touristiques, les zones d'extension touristiques ZET...etc.
11. Urbanisme et occupation du sol : les tables du Mapinfo de l'URBANIS, CNERU, Cadastre, ont été converties et ajustées, ainsi que nous avons vectorisé sur Google Earth des occupations du sol (forêts, agriculture)
12. Trait de côte : le trait de côte a plusieurs sources pour l'avoir, nous avons l'édité par :
- vectorisé sur les cartes topographiques 1/25000
 - vectorisé du DPM Alger

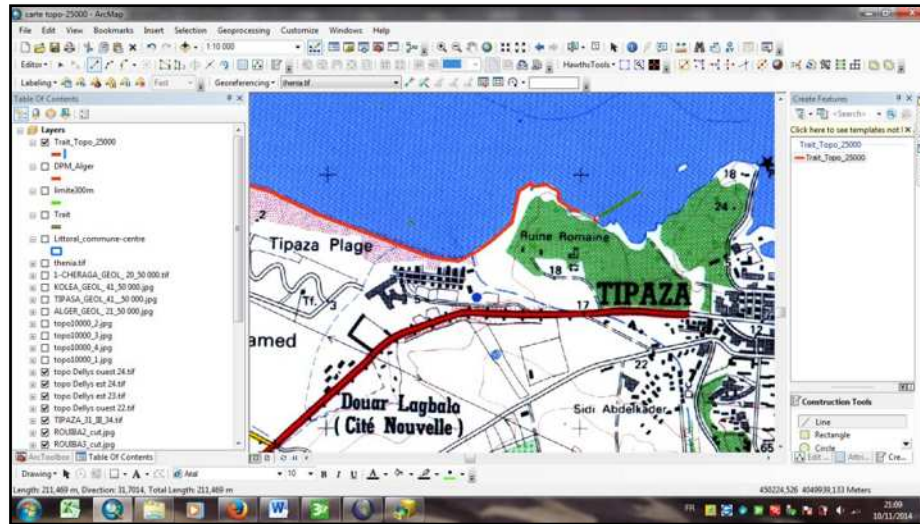


Figure n°12: Vectorisation du trait de cote

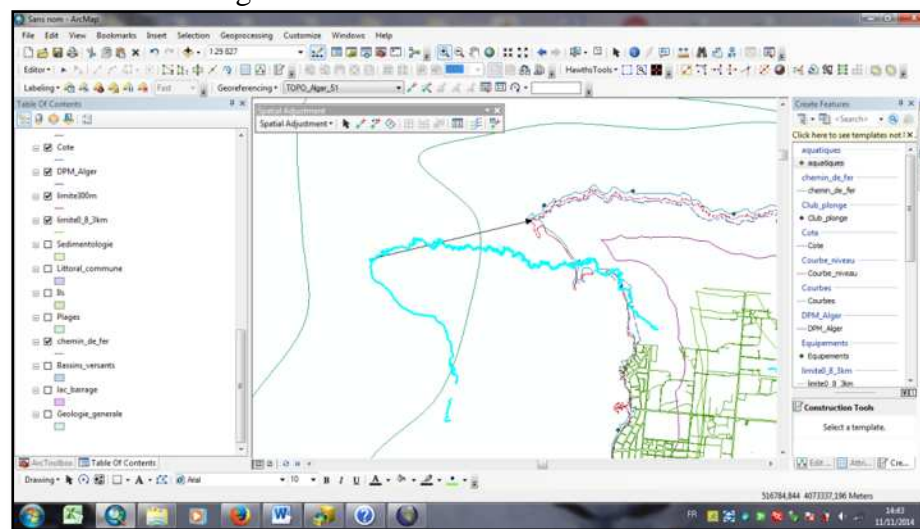


Figure n°13: ajustement du trait de côte obtenu d'une conversion d'une table MapInfo

6. Conclusion du chapitre

La mise en place de la base de données du SIG_BAZ a permis de rassembler et de rendre homogène l'ensemble des informations disponibles à ce jour sur la zone au sein d'une structure relationnelle cohérente. Sans une architecture bien structurée, il sera difficile de réaliser des traitements, requêtes et cartes thématiques que le travail pourra produire.

Malgré les problèmes administratifs et techniques rencontrés dans les différentes phases de réalisation de ce travail, le SIG_BAZ élaboré aura une grande utilité et constitue pour les utilisateurs une base de départ non négligeable pour le développement d'outils de gestion performants et les cas pratiques seront présentés dans le prochain chapitre.

CHAPITRE IV

RESULTAT ET DISCUSSION

Introduction

Les Systèmes d'Information Géographique (SIG) sont des systèmes d'aide à la décision, qui peuvent être utilisés dans la gestion des ressources spatiales. Les SIG reflètent beaucoup de principes sous-jacents de la gestion intégrée des zones côtières (GIZC).

Ce chapitre présente, à travers des exemples d'applications du SIG_BAZ pour le suivi des indicateurs de suivi de la GIZC, les risques naturels et industriels, l'importance de la mise en place d'une base de données littorale

1. Indicateurs de suivi de la GIZC

Un indicateur est une donnée quantitative ou qualitative. Son suivi dans le temps ou l'espace permet d'apprécier de manière synthétique la situation et/ou l'évolution d'un phénomène plus global. Par exemple, le suivi de la construction de logements dans les communes littorales permet de décrire l'évolution de la pression humaine sur la côte.

Dans le cadre du PAC ces indicateurs sont

Dans cette partie nous allons donner quelques exemples des indicateurs de suivis de la GIZC.

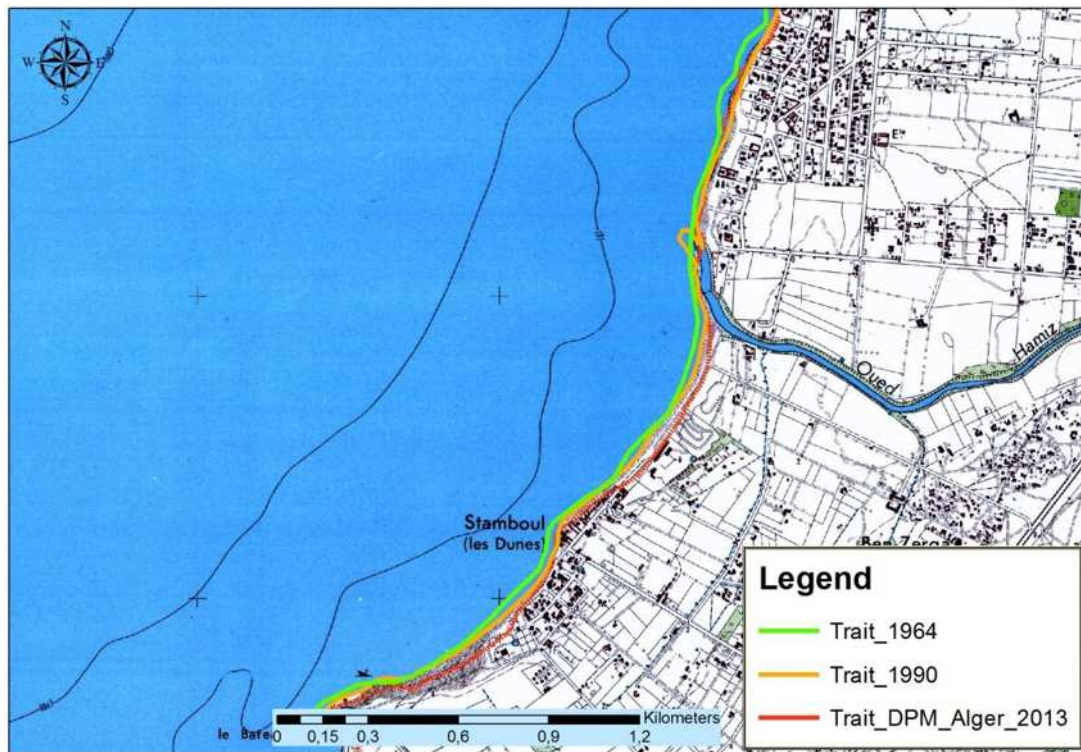
1.1. L'évolution du Trait de cote



Figure n°01 : Littoral du lido (baie d'Alger) (Source: Sogreah mars 2009)

L'une des principales fonctions du SIG est de permettre la comparaison des données cartographiques géo-référencées précédemment. Cette caractéristique puissante est fondamentale pour la réalisation de l'analyse des changements côtiers. L'équilibre de la position du littoral dépend des conditions environnementales et des actions humaines (EUROSION, 2005).

Si cet équilibre devient instable la situation sera pire retraite rivage.



Carte n° 01: l'évolution du trait de côte des dunes à bordj El Kifane

L'exemple présenté dans cette application SIG_BAZ est l'évolution du trait de côte des dunes à bordj El Kifane (Carte n°1).

La méthodologie utilisée pour le suivi du trait de côte et en finalité l'estimation de l'érosion de la côte est la suivante:

1. Acquisition de la position du trait de côte à partir de différentes dates. Ces couches d'information proviennent de plusieurs sources:
 - la numérisation des fonds cartographiques 1/25 000 et 1/10 000 des années 90
 - la numérisation du trait de côte à partir des cartes géologique daté du 1964
 - Vectorisation à partir du DPM d'Alger en 2013 qui est fait avec des levés topographiques du terrain par GPS.
2. Le décalage et le chevauchement des différents traits de côte permettront d'obtenir les zones d'érosions et d'engraissements

Un des avantages de l'utilisation des SIG_BAZ dans ce contexte est que le calcul des longueurs de ligne, la superficie et le périmètre de polygones, est immédiate.

3. L'analyse des tendances évolutives du trait de côte permet la compréhension du comportement du système côtier.

Chaque fois que les conditions environnementales sont restés les mêmes, il est possible de faire une extrapolation ou une simulation pour l'avenir dans un intervalle du temps choisi, pour permettre d'anticiper les changements morphologique du littorale.

1.1.1. Etablir une carte de sensibilité

Grace aux données stockées, en croisant entre l'aléa érosion et les enjeux le SIG_BAZ permettra d'élaborer une carte de sensibilité sur l'ensemble de la cote.

La figure 03 montre à titre d'exemple une carte de sensibilité à l'érosion dans la baie d'Alger

Le risque d'érosion est :

- fort sur une grande majorité du littoral : plage de Ondine nord, de Alger Plage à Verte Rive inclus, plage en limite sud de Sirene et plage Mazela,
- moyen au droit des plages Sirene I et II, plage Verte Rive et plage Ondine Sud. Il l'est également pour les plages de la commune de la Casbah (plage Kaa Sour) et de Bab el Oued (plage El Kettani et R'Mila)



Carte n° 02 : Sensibilité à l'érosion dans la baie d'Alger (BRGM, 2013)

Selon une étude faite par BRGM en 2013 le pourcentage du trait de côte érodé au niveau de la côte algéroise est de l'ordre de 22.4% et avec une extrapolation dans un temps choisi jusqu'à 2030 sera de l'ordre de 29.5% qui signifié une Augmentation de 7% du risque érosion fort à l'horizon 2030

1.2. Pressions anthropiques

1.2.1. Démographie

Selon le PAC de la zone algéroise, la démographie est l'un des indicateurs de suivi d'anthropisation dans la GIZC,

Grace au SIG_BAZ à l'aide des outils de jointure des tables et analyse spatiale, nous avons pu élaborer des cartes et des graphes d'évolution démographique dans la zone d'études entre l'année 1987 et 2008.

Dans la partie suivante on considère qu'il y a 5 catégories du nombre de la population qui sont indiqués en couleurs sur les cartes 1 bleu, 2 en vert, 3 en jaune, 4 en marron et 5 en rouge Figure n° 02.



Figure n° 02 : catégories du nombre de la population

1.2.1.1. Les communes de la baie de Bou Ismail :

Grace au SIG_BAZ nous avons élaboré la figure 03 et la carte 03 dont on peut suivre l'évolution de la population dans les communes de la baie de Bou Ismail entre 1987 et 2008, ces figures montrent l'augmentation de la population au niveau des communes de la baie notamment Ain beniane et Cheraga qui sont devenues dans la catégorie 3 et leurs nombres de population sont triplés du 1987 au 2008, et Zeralda qui a eu une augmentation de 30000 habitant

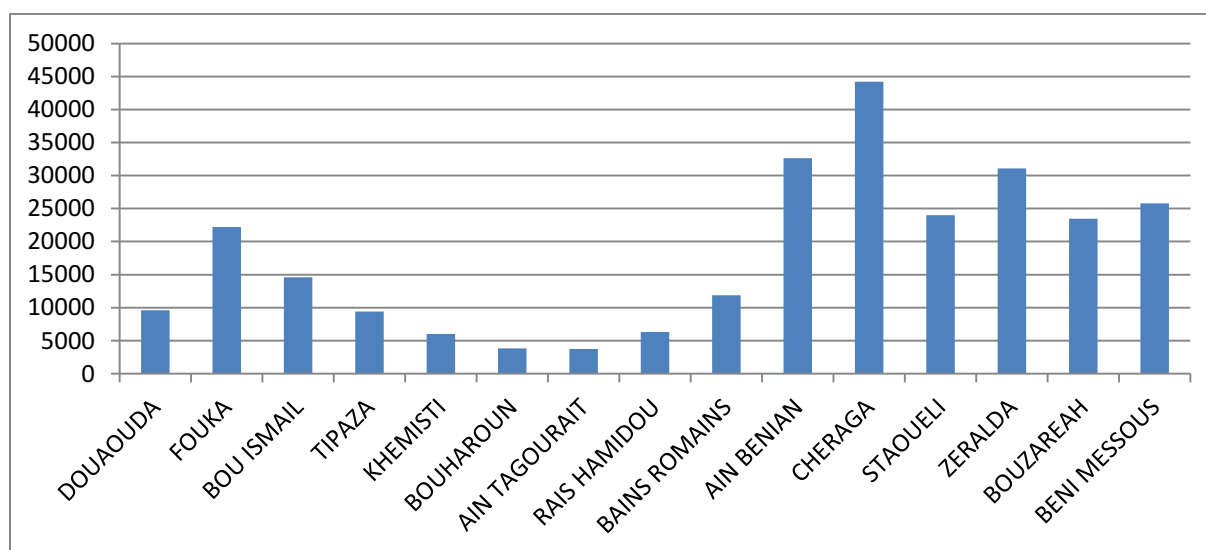
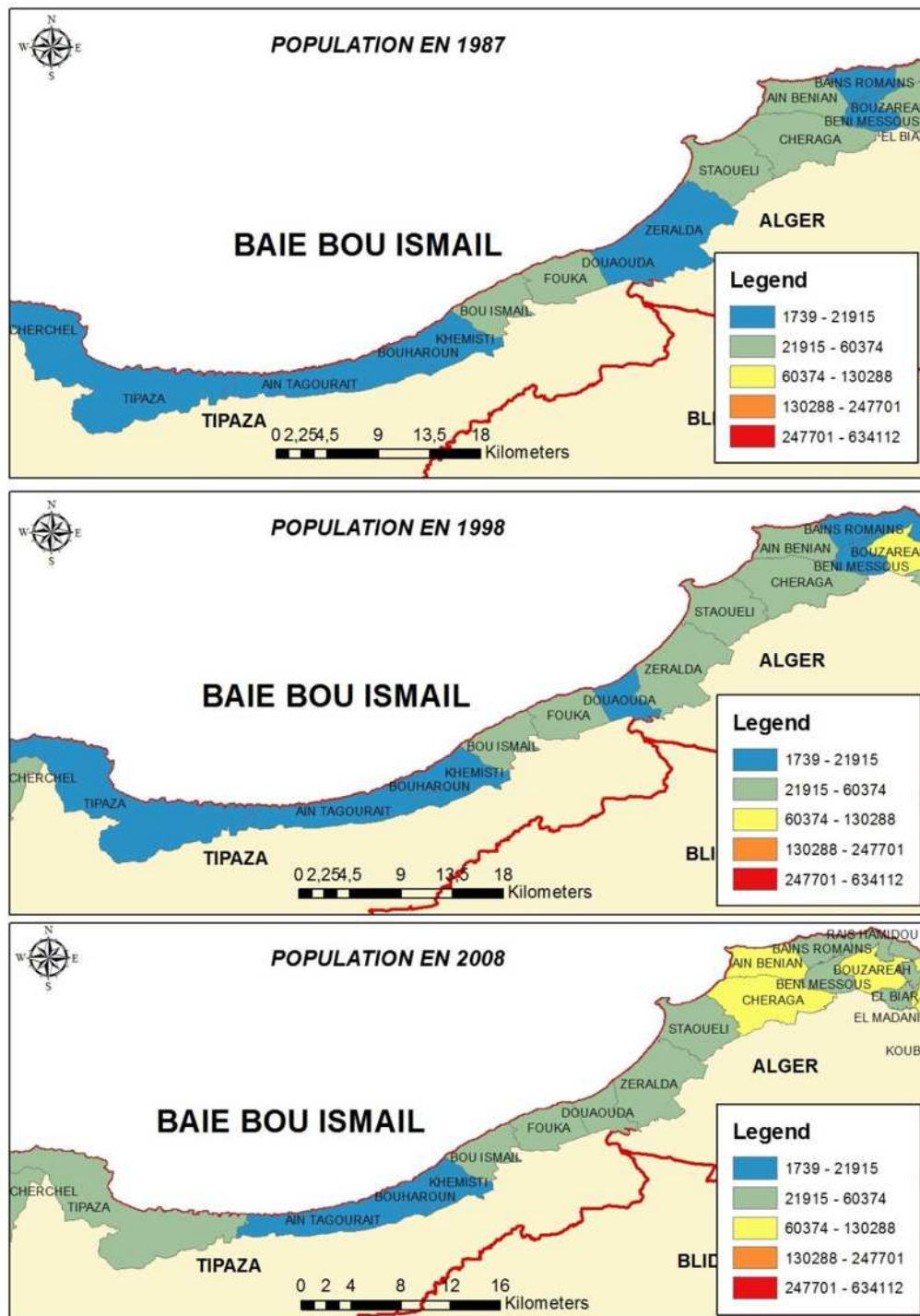


Figure n° 03: Nombre de population des communes de la baie de Bou Ismail entre 1987 et 2008

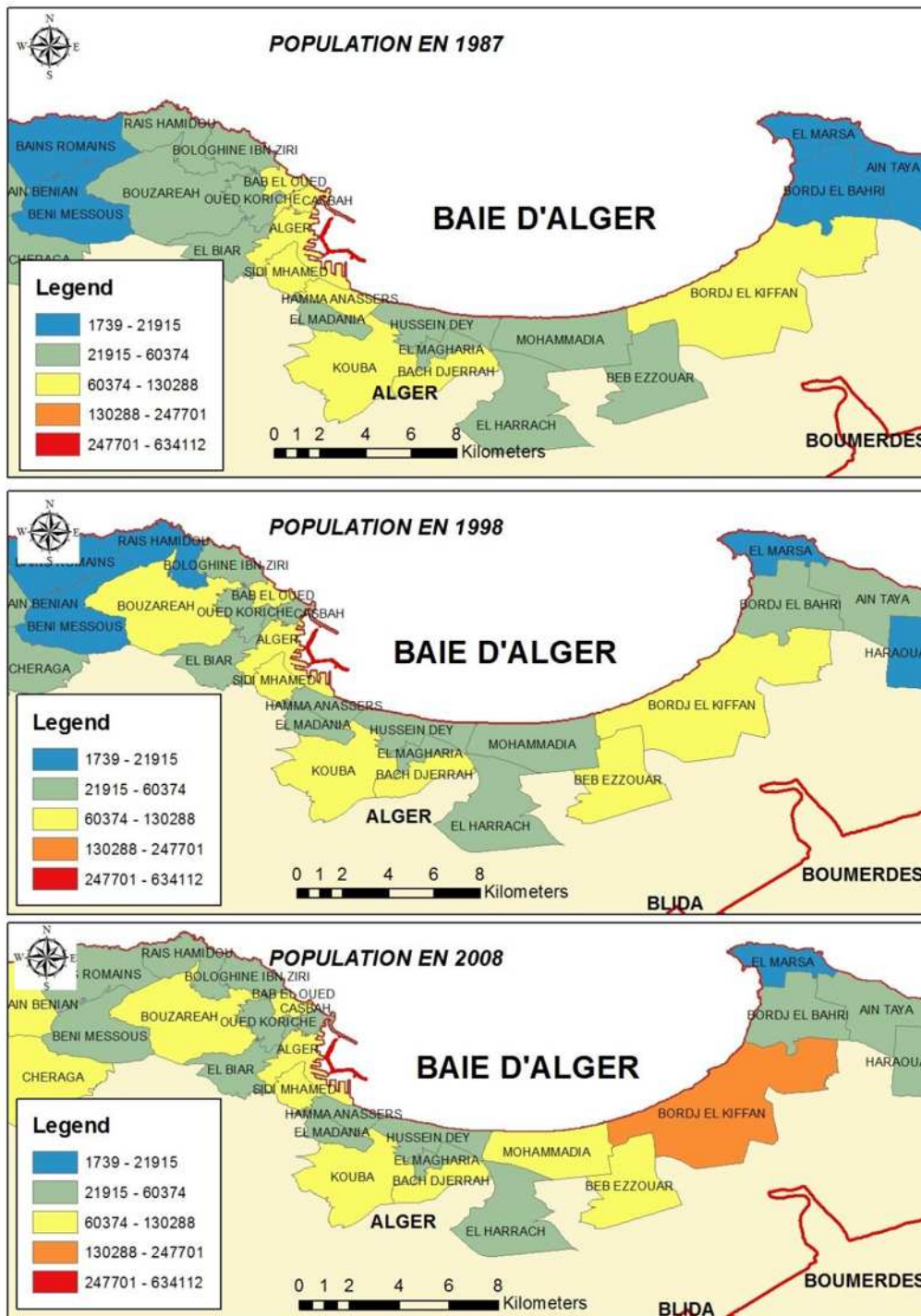


Carte n° 03: Evolution de population des communes de la baie de Bou Ismail entre 1987 et 2008

1.2.1.2. Les communes de la baie d’Alger :

Grace au SIG_BAZ nous avons élaboré le figure 04 et la Carte 04 dont on peut suivre l’évolution de la population dans les communes de la baie d’Alger entre 1987 et 2008, dans

cette baie on remarque qu'il y a des communes qui ont eu une réduction du nombre de la population tel que la commune d'El hamma et la Casbah qui sont passées de la catégorie 3 à la catégorie 2, par contre il y a d'autres communes qui ont eu une augmentation exponentielle du nombre d'habitation, c'est le cas de la commune de Bordj ElKifane avec un nombre de plus de 90 000habitants entre 1987 et 2008.



Carte n° 04: Evolution de population des communes de la baie de Bou Ismail entre 1987 et

2008

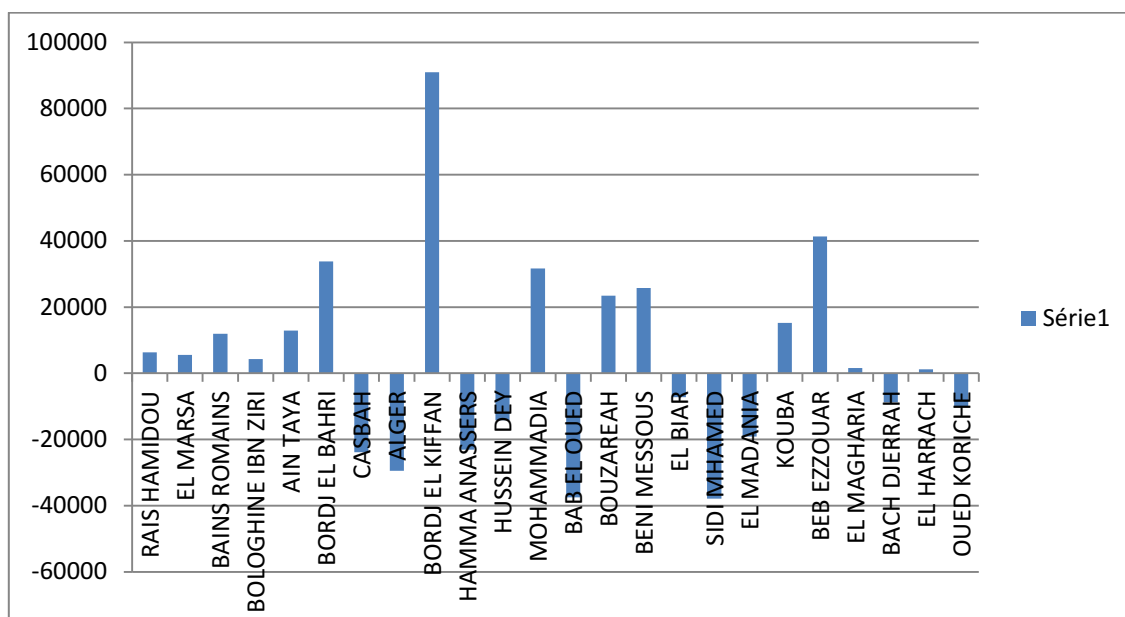


Figure n°4 : Nombre de population des communes de la baie d’Alger entre 1987 et 2008

1.2.1.3. Les communes de la baie de Zemmouri :

Grace au SIG_BAZ nous avons élaboré les figures 05, et la Carte 05, dans cette baie il n’y a pas vraiment de changement dans le nombre de population sauf l’augmentation au niveau de quelque commune qui sont passées de la catégorie 1 à la catégorie 2, c’est le cas de Djenat, Zemmouri, Hraoua et Aine Taya, or que la commune de Reghaia a passée de la catégorie 2 à 3.

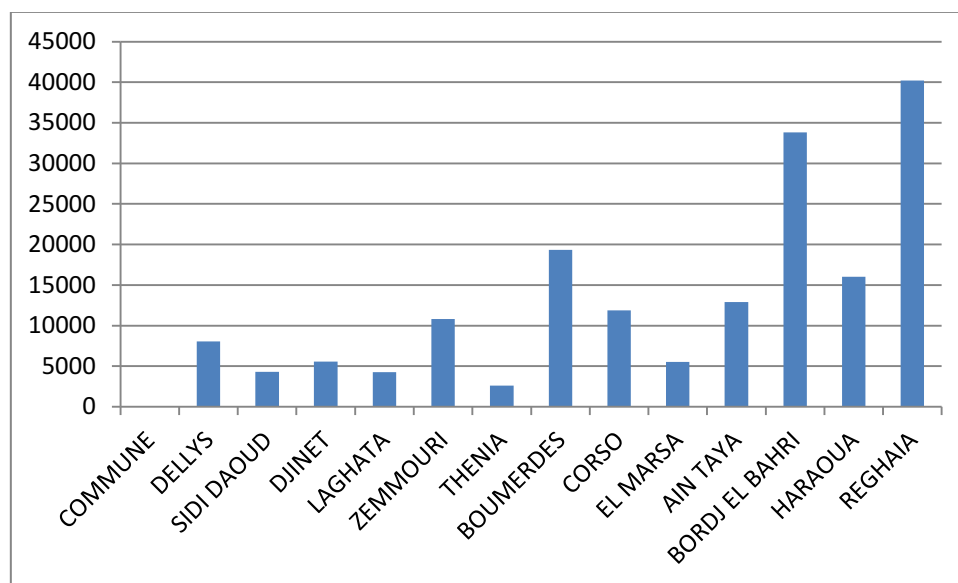
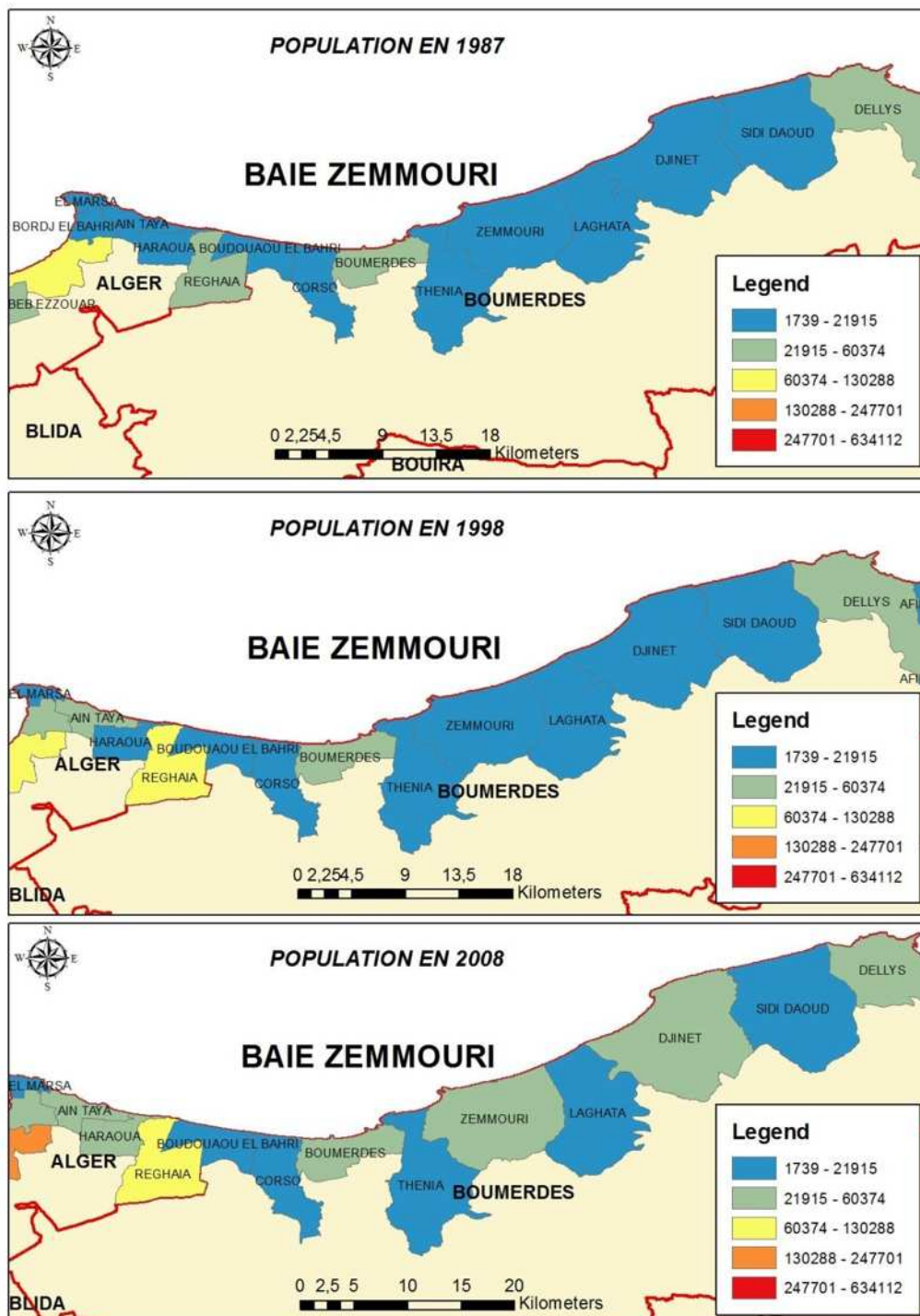


Figure n°5 : Nombre de population des communes de la baie de Zemmouri entre 1987 et 2008



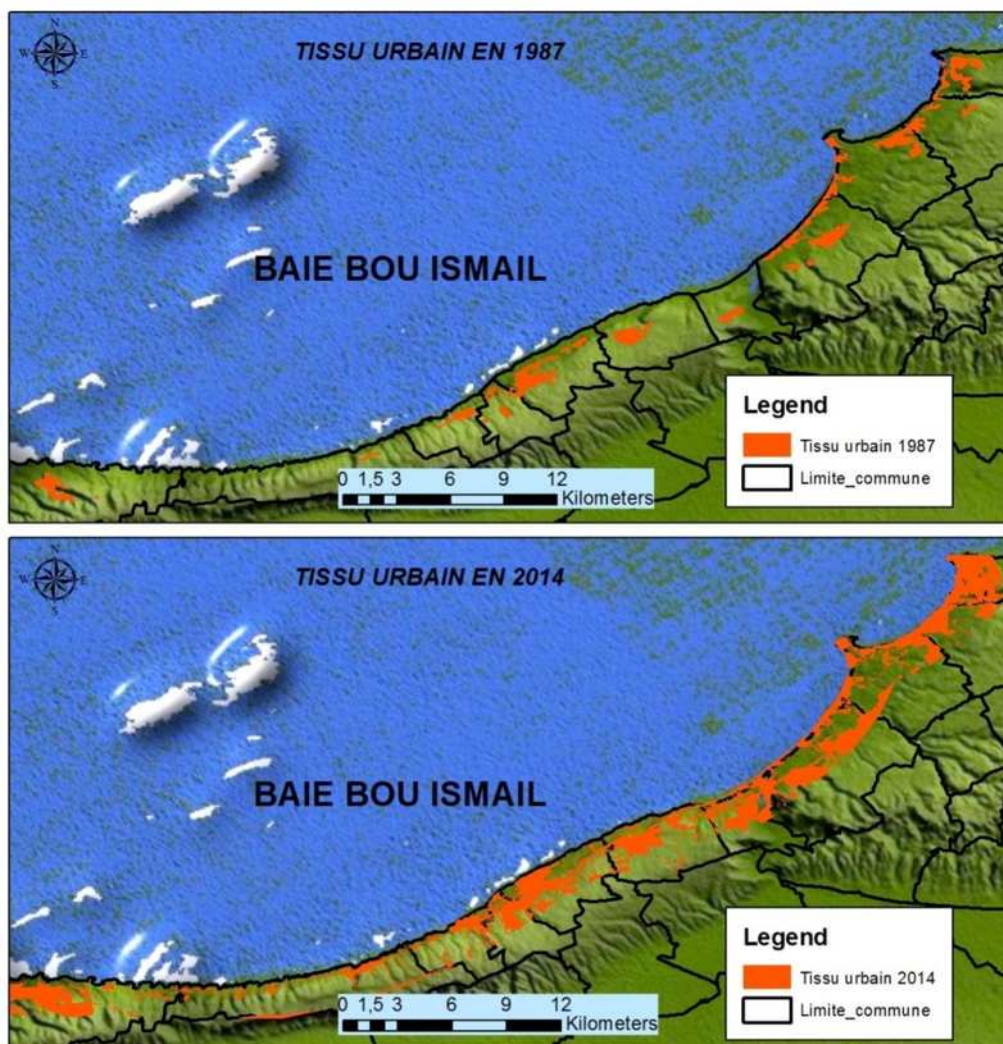
Carte n°5 : Evolution de population des communes de la baie de Bou Ismail entre 1987 et

2008

1.2.2. L'urbanisation

L'urbanisation est un facteur anthropique engendré généralement par l'augmentation du nombre de la population c'est un indicateurs significatif de suivi d'anthropisation dans la GIZC,

Grace au SIG_BAZ on obtient les cartes Carte 06 de l'évolution de tissus urbains dans une bande de 2 km du trait de côte sur 30 années, on remarque nettement que l'artificialisation de cette zone dont il passe de 1376 hectare en 1987 au 4644 hectare urbanisés en 2014.



Carte n° 6: exemple Evolution de l'urbanisation des communes de la baie de Bou Ismail entre 1987 et 2014

2. Risques côtiers

De nos jours, les catastrophes naturelles et industrielles sont devenues très fréquentes, très graves et touchent n'importe quel point sur la terre ; et ce, en raison du changement climatique, de la croissance démographique et de l'urbanisation rapide. La vulnérabilité à ces aléas est plus élevée dans les pays en voie de développement, où les populations ont tendance à occuper les zones les plus exposées aux risques, et où l'absence des systèmes d'alerte et des plans de prévention des risques.

Parmi ces aléas nous nous sommes intéressés aux :

2.1. Les inondations,

L'Algérie est l'un des pays du monde confronté à ces phénomènes, elles provoquent généralement des catastrophes destructrices et occasionnent d'importants dégâts matériels et humains ; Ceci s'explique par la présence d'une forte urbanisation au près des cours d'eau et la non prise en compte des risques naturels dans la gestion de l'espace ce qui a conduit à un développement de l'urbanisation sur tous types d'espaces géographiques ignorant les dangers qu'ils peuvent présenter. Ainsi, les crues importantes n'ont lieu que rarement, donc les personnes oublient la dangerosité de l'oued et s'installent dans le lit majeur de celui-ci.

Dans cette partie on va prendre l'exemple de commune d'Ain beniane, Hammamat et Rais hamidou

2.1.1. La cartographie du risque d'inondation

SIG_BAZ a permis une cartographie du risque qui résulte du croisement de l'aléa et de la vulnérabilité. La période de retour de l'événement pluvieux conduisant au risque a été choisie à 100 ans selon l'Etude de réduction de la vulnérabilité du massif de Bouzaréah aux catastrophes naturelles faite par ISL (Bureau d'Ingénieurs Conseils)

Le risque est caractérisé par la grille suivante :

| | Zone littorale | Zone amont des oueds |
|----------------|---------------------|----------------------|
| | Vulnérabilité forte | Vulnérabilité faible |
| Aléa très fort | Risque très fort | Risque moyen |
| Aléa fort | | |
| Aléa moyen | Risque fort | |

Tableau 01 : Grille de croisement du risque source : ISL (Bureau d'Ingénieurs Conseils)

La zone de propagation des écoulements correspond à l'axe de l'oued ou de la vallée et une bande de 50 m de largeur centrée sur l'axe de l'oued. Cette zone correspond à la bande vert clair le long des oueds.

La zone de débouché des écoulements est une zone plus diffuse étant donné l'aménagement urbain. Cette zone correspond aux couleurs jaune et rouges sur la cartographie du risque (Carte 07).



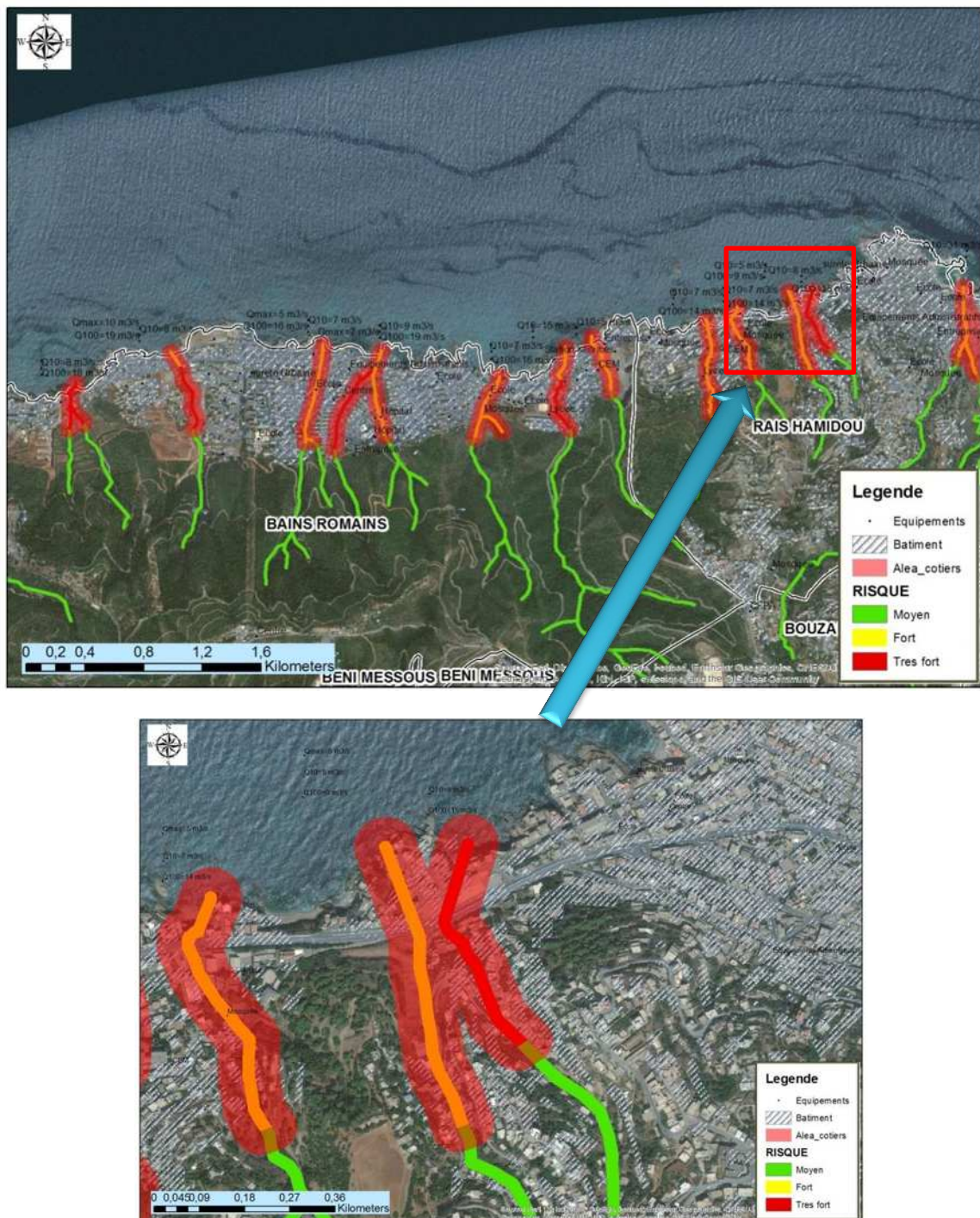
Carte n° 7: Classification des oueds selon les degrés du risque

2.1.2. Cartographie des zones inondables :

Après la modélisation hydrologique et hydraulique, les résultats et grâce au SIG_BAZ ont permis de cartographier l'aléa inondation par débordement de cours d'eau. Nous avons élaborées des cartes d'aléa afin de décrire l'étendue latérale de ces crues sur le milieu urbain, ainsi que la hauteur d'eau qui est la première variable qui vient à l'esprit quand on parle d'inondation car les dommages en dépendent. Nous les montrons dans les cartes

Le but de ce travail était de réaliser des cartes à risques d'inondation, et de déterminer les zones les plus vulnérables à cet aléa ; pour cela, nous avons réalisés grâce à l'outil des zone tompon « buffer » et l'analyse spatiale, une carte des enjeux existants sur les deux rives des oueds dans sa traversée comme exemple des commune Hammamat, Ain Benian et Rais

Hamidou (Carte 08), sur la carte les zones inondables ou l'aléa côtiers est indiqué en rouge clair transparent comme noté sur la légende.



Carte n° 08: Cartographie des zones inondables

2.1.3. Résultats de la cartographie :

Grace aux analyses spatiales Outils « Clip » Les habitations inondées pour une crue centennale sont situées près des oueds côtiers. Le nombre de bâtiments touchés est estimé à

120 environ selon l'ONS la moyenne du nombre d'habitant dans un bâtiment est de 13 habitant soit 1560 personne seront touchées par ces inondation au niveau des trois communes Les bâtiments stratégiques touchés par la crue de référence (T=100 ans) sont d'ouesten est et regroupés par bassin versant :

Commune Ain Benian :

- Le marché d'Aïn Benian;
- Une mosquée;
- Une maison de jeunes ;
- Un stade ;
- Une salle de sport.

Commune de Hammamat :

- La carrière du grand rocher
- Un centre culturel
- Un centre CFPA (formation professionnelle)
- Ecole primaire d'Hammamet nouvelle
- Maison de jeunes
- Tribunal de justice;
- De l'APC.
- Hôpital de Bainem ;
- Station d'épuration de l'hôpital;
- Ecole paramédicale;
- D'une entreprise qui vend des matériaux de construction.
- Ecole primaire du belvédère ;
- Le poste de police BMPJ.
- La carrière de Hammamet ;
- Une station-service.

Commune de Rais Hamidou :

- Un lycée.
- Une école primaire.
- Un lieu de culte.
- Salle omnisports.
- Une cimenterie.

Au terme de cette partie consacré à l'évaluation des zones à risque d'inondation dû aux tempêtes et crues, ainsi qu'à l'estimation qualitative des impacts socio-économiques du

littoral des trois communes comme exemple, nous avons pu montrer l'utilité des MNT et des SIG, comme outils performants dans le calcul des zones à risque d'inondation. Par contre les scénarios utilisés méritent d'être affinés et développés à l'échelle locale.

2.2. Risque industriel

De nombreux accidents technologiques survenus dans le monde sont en relation avec le transport des hydrocarbures et l'apparition de technologies de plus en plus complexes, et cela, dans un contexte de gestion difficile des dangers engendrés. La localisation et l'identification des risques, la formulation de nouveaux espaces à risques, les vulnérabilités sont, ainsi, devenus des thèmes de recherche importants, mais les solutions à proposer sont loin d'être évidentes.

En Algérie, la gestion classique des risques générés par le transport des hydrocarbures présente des lacunes considérables par rapport à une cause principale : la non-maitrise de l'information, alors que ce domaine nécessite une maîtrise parfaite de toutes les informations en temps réel et opportun.

Par conséquent, un producteur d'hydrocarbures tel que SONTARACH doit adopter une politique de prévention des risques basée sur une étude de danger approfondie afin de bien repérer et de contrôler les enjeux humains, matériels et environnementaux.

Cette partie, aborde le thème de l'apport des Systèmes d'Information Géographique dans la gestion des risques, en général, et ceux liés à la production des hydrocarbures en Algérie en particulier, le terminal marin au niveau du port d'Alger.

2.2.1. Imbrication du SIG avec des logiciels de simulation

Les causes et conséquences pour une installation de production et de transport des hydrocarbures sont liées et leur évaluation peut être réalisée par la combinaison des SIG et du logiciel de simulation des scénarios d'un évènement ou d'un accident (Fig. 05)

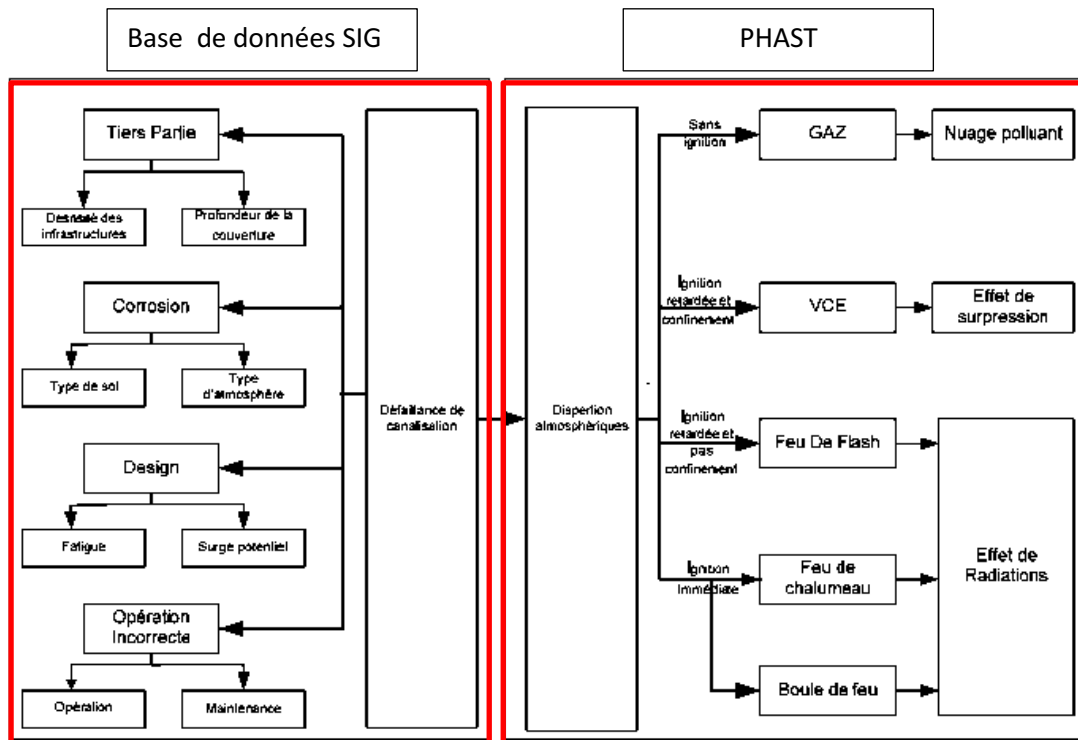


Figure n° 5 : Imbrication du SIG avec des logiciels de simulation

2.2.2. Causes des accidents au niveau d'un équipement industriel

Les causes peuvent être une défaillance technique, naturelles ou par une personne on note :

Dangers liés à la conception : Matériaux non adaptés aux conditions de services extrêmes

Dangers liés au fonctionnement : Haute température, Basse température, surpression, Haut débit ou Corrosion

Danger lié aux travaux Excavation, soudage ...etc.

Danger naturel : Séisme, Glissement de terrain, Inondation...etc.

2.2.3. Description de l'installation

Le terminal marin de Naftal est situé au niveau du port d'Alger au niveau du bassin de Mustapha (Carte n° 08) il s'étend sur une superficie de 42 093m², c'est un centre de stockage et de distribution des carburants, il contient des bacs à fuel (Bunker, Gas-oil, Lourds) de différentes capacités de stockage entre 9000m³ et 13000m³



Carte n° 08 : situation du terminal carburant de Naftal

2.2.4. Scénarios retenus :

L'analyse des conséquences relatives aux scénarii retenus sera effectuée à l'aide du logiciel PHAST présenté en chapitre III.

Le calcul des conséquences par le logiciel PHAST nécessite l'introduction des données qui passe par plusieurs étapes et cela pour chaque bac.

- Type de produits
- Quantité de produits
- Température
- Débit massique
- Pression de stockage

Suite aux simulations, deux évènements ont été retenus feu et explosion (Figure 6 ; 7)

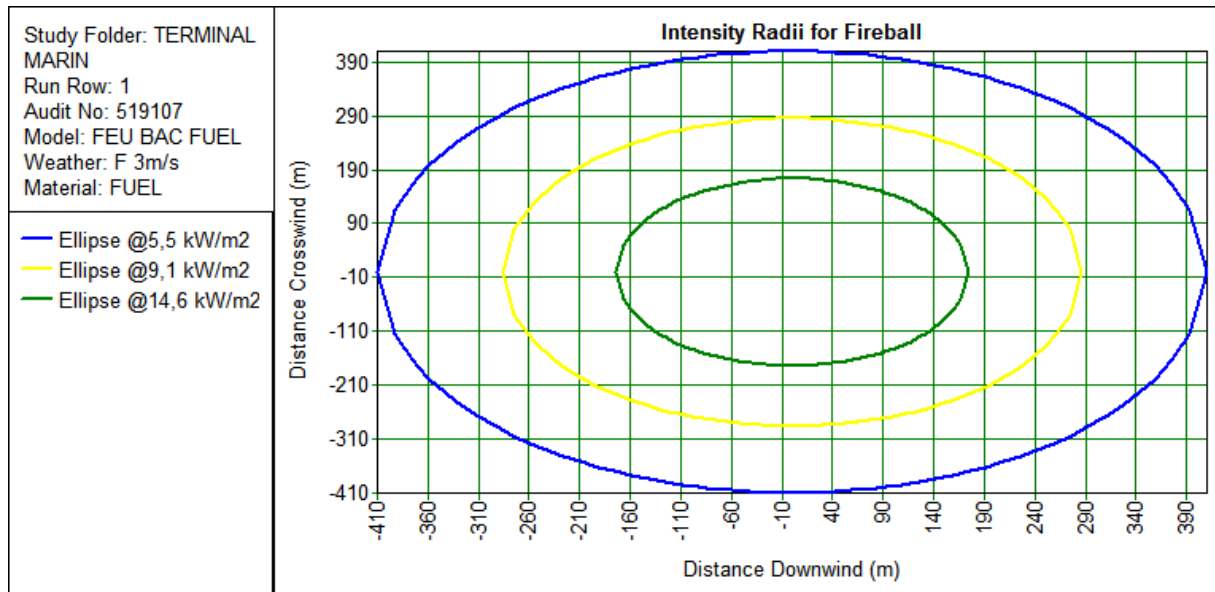


Figure n° 6 : interface du résultat de simulation d'un feu du terminal sous PHAST

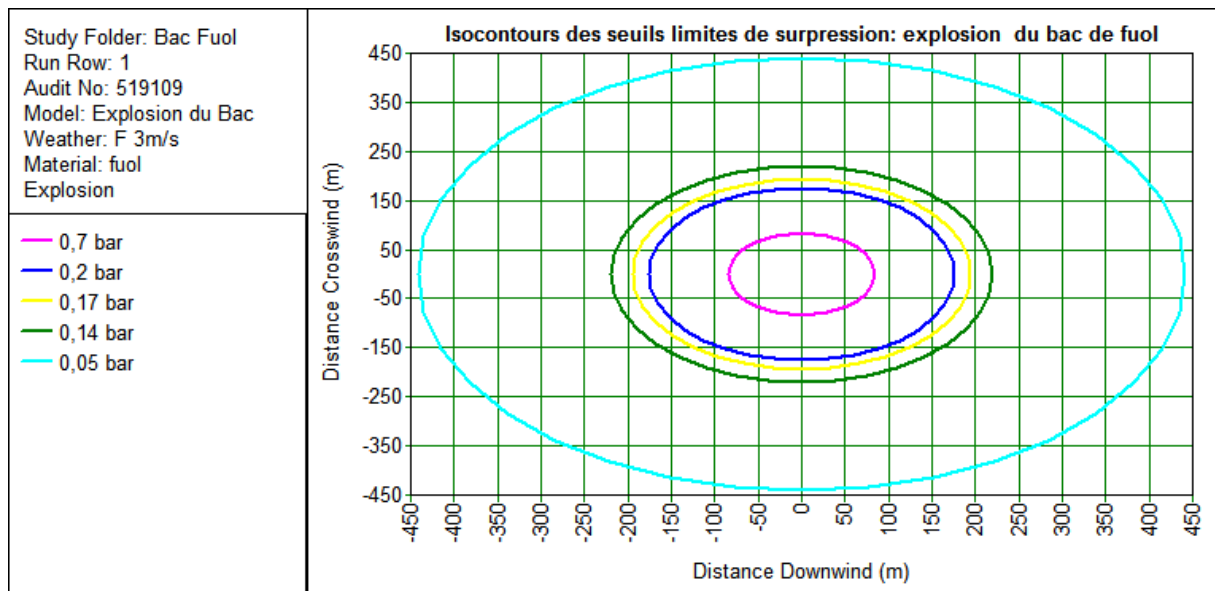


Figure n° 7 : interface du résultat de simulation d'une explosion du terminal sous PHAST

2.2.5. Les zones d'effets

Les effets calculés des scénarios de référence sont traduits en distance par rapport à l'installation à partir des seuils d'effets des phénomènes dangereux redoutés définis par la réglementation.

Pour les radiations des feux :

- 5 kW/m², seuil des destructions de vitres significatives ;
- 8 kW/m², seuil des effets domino et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures ;

- 16 kW/m², seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures

Pour les surpressions

- 50 mbar, seuil des dégâts légers sur les structures ;
- 140 mbar, seuil des dégâts graves sur les structures ;
- 200 mbar, seuil des effets domino ;
- 300 mbar, seuil des dégâts très graves sur les structures

Ces seuils sont indiqués sur la cartographie des résultats par le degré de vulnérabilité (Vulnérable, assai vulnérable, très vulnérable)

2.2.6. Résultats de simulation

La simulation a été faite sur les trois types de bac existant au niveau du terminal dont les caractéristiques suivantes :

- Type 1 :
 - Diamètre 38m
 - Hauteur 12m
 - Bunker C
- Type 2 :
 - Diamètre 20m
 - Hauteur 12m
 - Fuel lourd
- Type 3 :
 - Diamètre 17m
 - Hauteur 12m
 - Gas-oil

Les résultats sont donnés dans le Tableau 02

| Bac | Feu | | Explosion | |
|--------|----------------------|------|-----------|------|
| Type 1 | 5 kw/m ² | 400m | 0.05 Bar | 440m |
| | 9kw/m ² | 270m | 0.14 Bar | 225m |
| | 14 kw/m ² | 170m | 0.2 Bar | 160m |
| Type 2 | 5 kw/m ² | 210m | 0.05 Bar | 290m |
| | 9kw/m ² | 130m | 0.14 Bar | 150m |
| | 14 kw/m ² | 30m | 0.2 Bar | 100m |
| Type 3 | 5 kw/m ² | 190m | 0.05 Bar | 200m |

| | | | | |
|--|----------------------|------|----------|------|
| | 9kw/m ² | 100m | 0.14 Bar | 130m |
| | 14 kw/m ² | 20m | 0.2 Bar | 75m |

Tableau 02 : distances données par simulation des deux évènements étudiés

L'étude de ces distances peut avoir plus d'importance avec une représentation cartographique qui donne au décideur s'intéressant à ces phénomènes une image claire sur l'environnement de son apparition et les dégâts qui peuvent être engendrés.

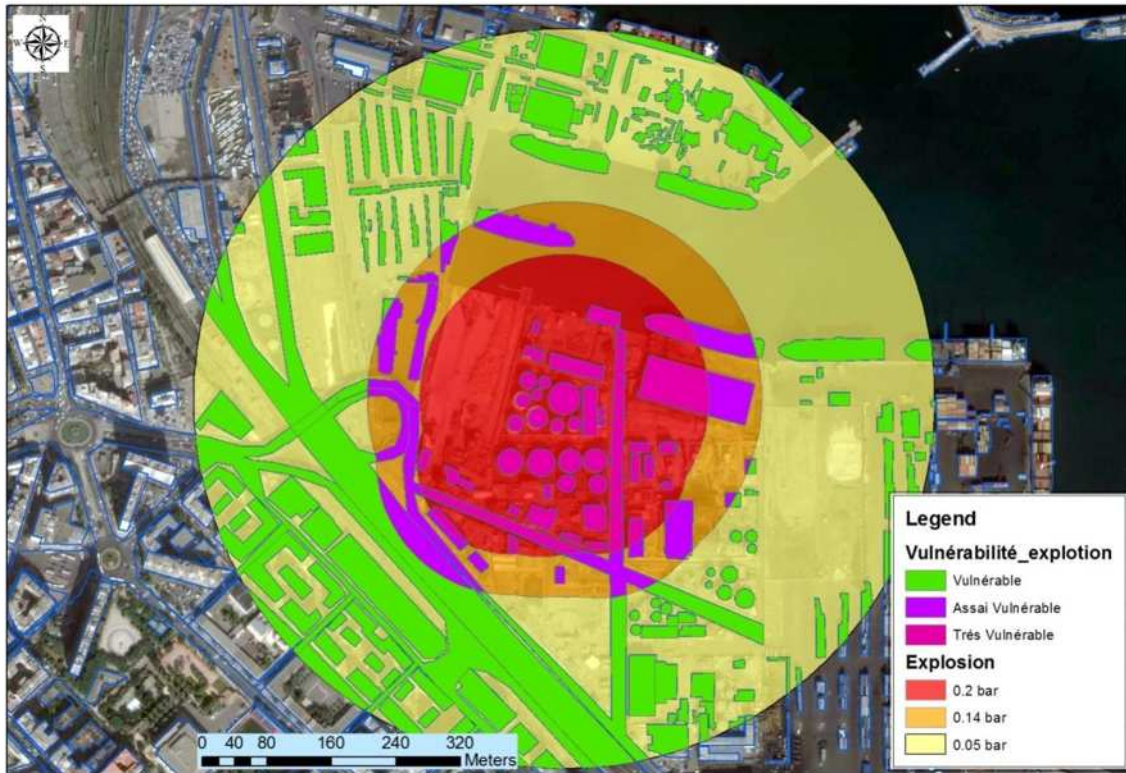
De ce fait grâce au SIG_BAZ et à l'aide des outils d'analyse spatiale tel que :

- Buffer ou zone tampon : Une zone tampon (buffer zone) est une zone à distance fixe autour d'entités spatiales (zones de protection, zones d'influence...). Cette zone est circulaire autour des points, forme un corridor autour d'une ligne, et une zone tampon autour d'un polygone (LEPINARD, 2008).
- Clip : cet outil est utilisé pour extraire des entités d'une couche en utilisant un ou plusieurs paramètres ou d'autres entités dans d'autres couches ou dans la même couche. C'est particulièrement utile pour créer une nouvelle couche d'entités d'études ou des résultats d'analyse (BRUGEROLLE, 2007). Dans notre étude, cet outil nous a aidé à calculer et délimiter entités (population, bâtis...etc.) exposée et affectée par le risque (feu, explosion, etc....).
- Merge ou Combiner plusieurs jeux de données en entrée du même type de données dans un nouveau jeu de données en sortie unique. Cet outil peut combiner des tables ou des classes d'entités ponctuelles, linéaires ou surfaciques.
- Intersecter permet le calcul de l'intersection géométrique d'un nombre quelconque de classes et de couches d'entités. Les entités ou parties d'entités communes à (qui intersectent) toutes les entrées sont écrites dans la classe d'entités en sortie

2.2.7. Cartographie des résultats

2.2.7.1. Explosion

La Carte 09 montre une représentation spatiale des effets (seuil) de surpression suite à une explosion au niveau du terminal marin de Naftal par conséquent les objets (bâtis, infrastructure...etc.) qui seront menacés en fonction de leurs degrés de vulnérabilité comme indiqué sur la légende.



Carte n° 09: Représentation spatiale des effets d’une explosion

Les dommages peuvent être exportés sous format table et fichier Excel le tableau suivant l’indique

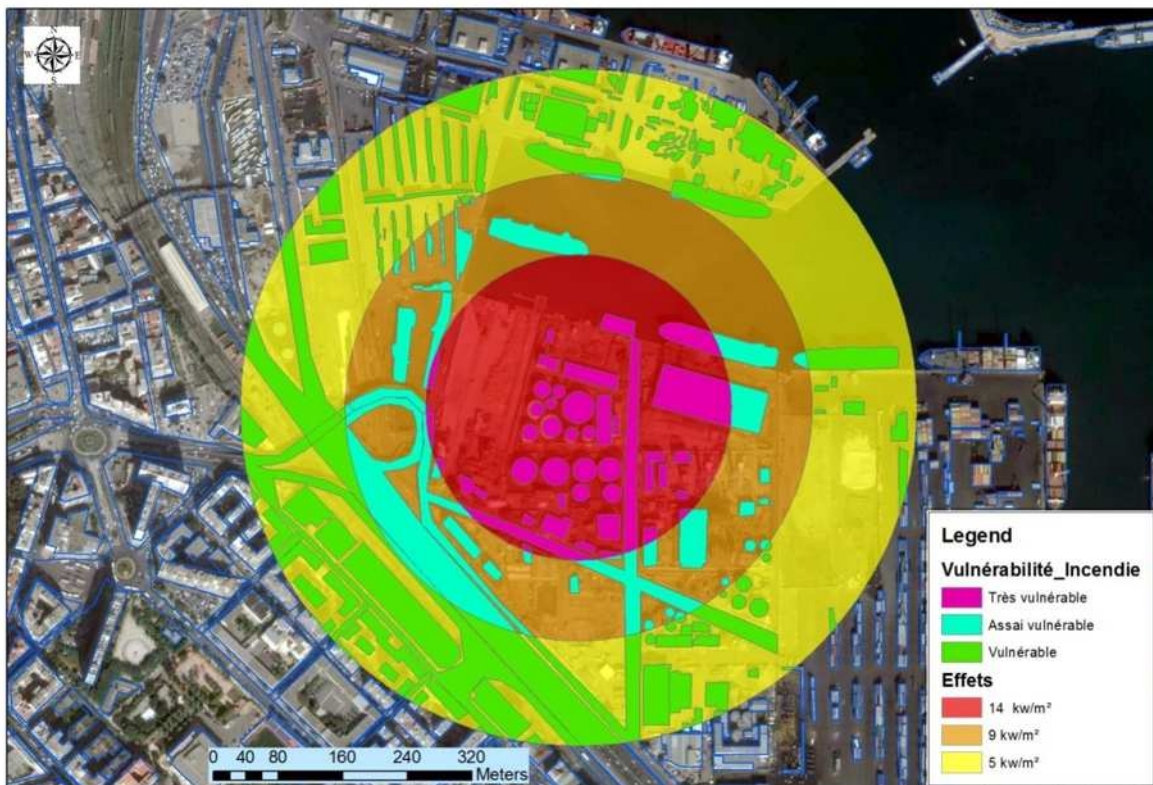
| Nombre | Nom | Vulnérabilité |
|--------|-----------------------------|------------------|
| 3 | Administration du port | Vulnérable |
| 1 | Annexe Daïra | Vulnérable |
| 25 | Banc de conteneur | Vulnérable |
| 16 | Immeubles | Vulnérable |
| 5 | Bateaux | Vulnérable |
| 9 | Bâtis administratif | Assai vulnérable |
| 3 | Bâtis administratif du Port | Assai vulnérable |
| 5 | Hangar | Assai vulnérable |
| 5 | Administration du terminal | Très vulnérable |
| 30 | BAC | Très vulnérable |
| | La route | Très vulnérable |

Tableau 03 : les objets et équipements vulnérable lors d'une explosion au niveau du terminal de carburant

La route ou l'échangeur qui mène vers la place 1^{er} mai venant de l'Est est en situation très vulnérable qui peut paralyser une circulation importante des véhicules dans la ville.

2.2.7.2. Feu et incendie

La Carte 10 montre une représentation spatiale des effets (seuil) de radiation suite à un incendie au niveau du terminal marin de Naftal par conséquent les objets (bâti, infrastructure...etc.) qui seront menacés en fonction de leurs degrés de vulnérabilité comme indiqué sur la légende.



Carte n° 10 : Représentation spatiale des effets d'une explosion

Les dommages peuvent être exportés sous format table et fichier Excel le tableau suivant l'indique

| Nombre | Nom | vulnérabilité |
|--------|----------------------------|-----------------|
| 3 | Administration du terminal | Très vulnérable |
| 17 | BAC | Très vulnérable |
| 1 | Banc de conteneur | Très vulnérable |

| | | |
|----|---------------------------------|------------------|
| 7 | Bâtiment administratif | Très vulnérable |
| 2 | Bateaux | Très vulnérable |
| 1 | Hangar | Très vulnérable |
| | Route | Très vulnérable |
| 5 | Bâtiment administratif terminal | Assai vulnérable |
| 24 | BAC | Assai vulnérable |
| 13 | Banc de conteneur | Assai vulnérable |
| 11 | Bâtiment administratif | Assai vulnérable |
| 7 | bateaux | Assai vulnérable |
| 2 | Hangar | Assai vulnérable |
| | Route | Assai vulnérable |
| 3 | Administration Port | vulnérable |
| 5 | Administration terminal | vulnérable |
| 1 | Annexe Daïra | vulnérable |
| 30 | BAC | vulnérable |
| 30 | Banc de conteneur | vulnérable |
| 11 | Bâtiment administratif | vulnérable |
| 18 | Bâtis | vulnérable |
| 3 | Bâtiment administratif Port | vulnérable |
| 10 | Bateaux | vulnérable |
| 5 | Hangar | vulnérable |
| | Route | vulnérable |

Tableau 04 : les objets et équipements vulnérable lors d'un feu ou incendie au niveau du terminal de carburant

Dans cette partie consacré à l'évaluation des zones à risque industriel au niveau du terminal carburant de Naftal dû aux deux phénomènes explosion et incendie, ainsi qu'à l'estimation qualitative des impacts et dégâts socio-économiques au niveau du port d'Alger et ses alentours urbain , nous avons pu montrer l'utilité du SIG, ainsi que son imbrication avec d'autres outils de calcul, comme plate-forme d'évaluation et de délimitation des zones à risque industriel.

Discussion

Les menaces d'origine anthropique (démographie urbanisation, industrie...etc) ou naturelle provoquent des pertes économiques et sociales importants et pouvant nuire aux ressources naturelles dans une zone donnée.

Selon l'ampleur et la localisation des risques, des impacts négatifs se produisent sur l'homme, la faune et la flore.

L'amélioration de l'évaluation des risques et le management environnemental peut aider les gestionnaires, les décideurs et même les scientifiques à avoir de l'information sur la zone qu'ils gèrent pour effectuer des bonnes prises de décisions pour un développement durable.

Suite à la présentation des différentes contributions mises en exergue dans cette partie de l'étude, le développement d'un SIG s'avère important et coûtera nettement moins cher que les pertes liées :

- à l'insécurité des hommes et des habitations à proximité des risques ;
- à l'atteinte de l'environnement ;

En plus de ces apports concrets, le SIG présente les avantages de la liaison entre les planificateurs des données spatiales et les experts de la préservation de l'environnement et de la population durant le processus de prise de décision face aux risques et facilite la communication avec le grand public par la transparence, l'accessibilité et à la diffusion de l'information relative aux risques et vulnérabilité de la zone côtière.

Conclusion

Les résultats obtenus dans ce chapitre de l'étude montrent l'importance de la mise en place du SIG_BAZ pour l'amélioration de l'évaluation des risques et le management environnemental du littoral peut aider les gestionnaires et les décideurs à avoir de l'information sur :

- La maîtrise et l'application de la réglementation en terme gestion de l'espace et l'urbanisation côtière,
- Le suivi des indicateurs de gestion notamment la GIZC
- Les zones de vulnérabilité naturelle et/ou industrielle
- Une vision globale du littoral et multidimensionnelle de son système et processus naturel et artificiel

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

CONCLUSION GENERALE

A l'échelle planétaire, on constate que les problèmes liés à la gestion des zones côtières sont devenus une préoccupation majeure pour la plupart des états riverains, preuve en est l'apparition croissante des documents relatifs à ce sujet ainsi que la création de plusieurs sites WEB officiels consacrés à la GIZC.

L'Algérie, se caractérise avec ses 1200 km de large de côtes sur la méditerranée, consciente que la description de la zone côtière dans toutes ses composantes (écologiques, physique et socio-économique) constitue le premier pas vers sa gestion intégrée. Cette description nécessite une récolte d'un volume considérable de données à travers de plusieurs institutions. De ce point de vue, le rôle de l'information est prépondérant et stratégique, cependant elle se heurte, de manière générale, à des difficultés, dont notamment :

- un déficit historique de l'information thématique et géographique,
- une faible intégration et organisation des données,
- une absence de continuité spatiale entre les domaines terrestres et marins, tant du point de vue de la délimitation du trait de côte que de celui des mesures et de la représentation cartographique du relief côtier,
- l'absence d'un référentiel géographique et, en conséquence, une mauvaise représentation à faible précision des limites marines et terrestres,
- un manque d'exhaustivité des données (complétude), ce qui rend la description de la zone côtière encore très générale (ou incomplète), limitée à ses caractéristiques les plus importantes et
- une imprécision de localisation, due notamment à l'utilisation d'un double système de projection ainsi qu'à des erreurs de sa digitalisation,

De ce fait, le rôle et l'utilisation des SIG dans la GIZC nous a permis de démontrer que les SIG offrent des outils interactifs qui prennent une place importante dans les démarches de GIZC et contribuent de plus en plus aux prises de décisions en matière de gestion.

L'Algérie ne dispose pas de véritables SIG pour soutenir les démarches de gestion du milieu littoral sauf pour certaines zones locales. Il est nécessaire que l'Algérie doit être dotée d'un SIG sur la totalité de son littoral, d'une part, pour une meilleure gestion des données en rendant compatible, standardisée et normalisée une méthodologie de gestion des données côtières et marines existantes et, d'autre part, pour établir les mécanismes d'échange d'information (thématique et géographique) entre les diverses institutions concernées.

L'élaboration du SIG_BAZ nous a facilité la mise en œuvre du référentiel géographique du littoral de la zone d'étude en terme de normalisation, de représentation cartographique, de

Conclusion générale

plate-forme de concertation, de communication et d'échange de l'information. Il a également fourni une structure d'accueil et d'analyse de toute information pertinente en vue de sa gestion.

La mise en œuvre d'un prototype SIG (nommé SIG_BAZ) a été conduite, aussi bien sur le plan théorique (transposition des concepts et des phases de la démarche proposée) que sur le plan technique (développement d'un environnement informatique accueillant ces concepts). SIG_BAZ nous a permis de préciser les modalités de la mise en forme et en cohérence, de la diffusion et de l'exploitation d'informations thématiques et géographiques, pour un objectif de mettre à la disposition des chercheurs et décideurs les données et informations dont ils ont besoin et cela dans le même référentiel géographique.

Ce prototype SIG nous a permis aussi de mettre en évidence la contribution des SIG pour l'intégration et l'organisation des données, leur diffusion, leur exploitation et leurs capacités d'analyse spatiale. Et dans le cadre des perspectives, il représente un canevas pour la conception et le développement du futur Système d'Information Géographique Côtier National qui constitue à l'heure actuelle un des objectifs prioritaires des chercheurs de l'ENSSMAL. Dans étude plusieurs perspectives permettant de s'approfondir dans cet axe de recherche dans de futurs travaux, à savoir :

- L'amélioration de la prise de décision relative à la gestion des risques côtiers par la combinaison du SIG avec d'autres techniques : élévation du niveau de la mer, submersion, marée noire...etc.
- L'utilisation des modèles multicritères pour l'amélioration de la planification et de classification de la vulnérabilité côtière

Ce travail est une contribution dans le cadre à l'initiation à la recherche dont les principales approches sont les suivantes

- Proposition d'un enchaînement méthodologique et cohérent justifiant bien la problématique de l'étude sur la base d'une banque de données statistiques très intéressante et d'actualité.
- Proposition d'un modèle et architecture pour la mise en place d'une base de données SIG contenue terre-mer.
- Mise en exergue de l'intérêt de la modélisation comme outil d'évaluation des conséquences des risques côtiers.
- Mise en exergue de l'intérêt de la combinaison de la modélisation (utilisation du logiciel professionnel PHAST) et SIG dans la prise de décision relative au domaine de la gestion des risques côtiers

Conclusion générale

- Mise en valeur de la précision et de l'importance de la combinaison de la modélisation et des SIG dans l'évaluation des risques naturels et industriels, en vue de l'acquisition d'une base de données exhaustive, fiable et précise pour la protection de l'homme, de l'installation et de l'environnement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

Alban BOURCIER & Samuel DEPREZ, (2007). Orientations stratégiques pour la GIZC en baie de seine

ALLALI Gérard, (2012). Cartographie de la vulnérabilité des côtes aux pollutions d'hydrocarbures Littoral Abidjan-Grand Bassam

Abdou KHOUAKHI et al, (2007). Le Système d'Information Géographique (SIG) : un outil pour l'évaluation des terres à risque d'inondation côtière liée aux changements climatiques. Cas du littoral de Mohammedia

BACHARI HOUMA Fouzia, (2009). Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire.

BOUTARCHA Fahima. L'apport de la politique environnementale algérienne pour l'activité de la pêche : Cas de la Wilaya de Bejaia

BRGM, (2013). Etude sur la vulnérabilité et l'adaptation de la Wilaya d'Alger au changement climatique et aux risques naturels (Erosion et submersion marine)

Centre National pour l'Exploitation des Océans, (1972). La frange maritime du milieu littoral -essai de définition-

Conchita G. KEDOWIDE MEVO GUEZO , (2011). SIG et analyse multicritère pour l'aide à la décision en agriculture urbain en développement, cas de Ouagadougou au e dans les pays Burkina Faso

DIGARD , 2004. DIGARD, J, B. Mise en place d'un SIG Pipeline : état des lieux et maquettage. le MANS : Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes, 2004,64p.

Dalalah D., AL-Oqla F., Hayajneh M., 2010, Application of the Hierarchy Process (AHP) in Multicriteria Analysis of the Selection of Cranes, Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, Vol. 4, N°5, pp. 567-578.

Duchaine D., 1998, Cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution (par l'intégration d'un SIG, de la télédétection et d'un modèle mathématique), Mémoire de Maitrise, Université du Québec, 95 p.

Bibliographie

Faiza HOCINE et al, (2007). Extraction du réseau hydrologique à partir d'un MNT et utilisation du SIG pour l'étude du bassin versant

F. Houma et al, (2006). Contribution of multispectral satellite imagery to the bathymetric analysis of coastal sea bottom

GI WACAF, 2008, Guide pour la cartographie de la vulnérabilité des côtes aux pollutions maritimes accidentelles et son intégration dans les systèmes de préparation à la lutte et de lutte dans la région de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, GI WACAF, IMO, IPIECA, 64 p.

Groupe d'Étude de Sécurité des Industries Pétrolières et Chimiques , (2012). Guide méthodologique: "mise en œuvre d'un SIG"

HABET Lila, (2010). Contribution à l'étude des impacts du dessalement des eaux de mer sur l'environnement : cas du littoral de boumerdes

Hugues HEURTEFEUX et al, (2012). Evaluation de la vulnérabilité du littoral de l'Hérault à la submersion marine

Hélène BRANCO, (2013). Les relations entre le droit de l'urbanisme et le droit de l'environnement sur le littoral méditerranéen

I. Rodríguez et al, (2009). Geographic Information Systems applied to Integrated Coastal Zone Management

International association of oil & gas producers, (2010). Risk Assessment Data Directory

Journal officiel de la république algérienne n° 22 du 13 avril 2014.

Journal officiel de la république algérienne n° 71 du 20 nov 1996.

Kurt Fedra and Enrico Feoli , (1998). GIS technology and spatial analysis in coastal zone management

Ledoux H., et Gold C., 2006. La modélisation de données océanographiques à l'aide du diagramme de Voronoï tridimensionnel GIS Research Centre, School of Computing, University of Glamorgan Pontypridd CF37 1DL, Wales, UK rapport Géomatique – 16/2006. SIG 3D; 20 pages.

Luis Berardo BORDA, (2003). Apport des systèmes d'information géographique (SIG) pour la surveillance et l'évaluation de la qualité des eaux côtières. une contribution à la gestion intégrée de la zone côtière colombienne

Bibliographie

LAKHOUA, 2007. Utilisation du SIG dans une entreprise industrielle pour l'analyse et la prise de décision, Pré-publication de l'Université du 7 Novembre de Carthage, Tunisie [en ligne]. 2007,6p. Disponible sur <http://www.unicaen.fr/puc/ecrire/preprints/preprint0472007.pdf> (consulté le 05 aout 2013).

LARA, 2009. LARA, E. F. Gis as tool to assess pipeline integrity, Transportadorade Gas del Sur S.A.2009.In.24th world gas conference, 5-9 october, Argentina.2009, 10p. Disponible sur:< <http://www.igu.org/html/wgc2009/papers/woc4.html> > (consulté le 15juin 2014)

Malika Kacemi, (2013). Protection et valorisation du littoral en Algérie : législation et instruments : Le cas des communes littorales d'Oran

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) (2003). *Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement*, Alger, MATE, 118 p.

Mounir Khaled BERRAH, (2013). Démographie algérienne n°658

Michel Houdart, (2003). Entre terre et mer, les 250 ans du littoral

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, (2014). Le cadre législatif et institutionnel

Matouk BELATTAF. La GIZC comme outil de DD des espaces littoraux : application à l'espace littoral de la wilaya de Béjaïa Convention sur la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée.

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, (2005). Gestion intégrée de la zone côtière Rapport de synthèse finale

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, (2005).Protection des sites sensibles naturels marins du secteur Cap Djinet au Mont Chenoua Impacts des activités anthropiques

MARC Robin, FRANÇOISE Gourmelon, (2005). La télédétection et les SIG dans les espaces côtiers : éléments de synthèse à travers le parcours de François Cuq

Office National des Statistiques ONS, (2011). Statistiques Economiques N°172

Office National des Statistiques ONS, (2011). Collections Statistiques N° 163/2011

Bibliographie

Odyssée dev, (2007). Rapport Expérimentation GIZC Enjeux et indicateurs

PNUE,(2010).Protocole relatif à la gestion intégrée de la zone côtière
à la Convention de Nairobi Amendée

PLANTIER, 2009. PLANTIER, V.L'Information Géographique[en ligne]. Moselle :
DEAT- DDTM, 2009,6p. Disponible sur :<
www.cg57.fr/SiteCollectionDocuments/Profils/Collectivites_SIG.pdf > (consulté le 13 mai
2014).

R. H. CHARLIER, (2000). Integrated coastal zone management and GIS

RAVALET & PANET, 2001. Vadémécum du chef de projet SIG. Marne la Vallée : ENSG-
IGN, janvier 2001,48p

SWISS UNIVERSITY, 2011. Swiss university, Geographic Information Technology
Training Alliance [en ligne]. (modifié en 2011) .Disponible sur :<<http://www.gitta.info>>
(consulté le 25 avril 2013)

SLIMANIABDELKARIM,2012.

Contribution à L'Etude de l'Apport des SIG dans la Gestion des Risques Générés par les Can
alisations de Transport des Hydrocarbures en Algérie, 124p

SAMIRA MELLAS, (2012). Evaluation du risque tsunamique sur le littoral atlantique
marocain

Saida LAOUAR (MATET). État de la Biodiversité en Algérie

(SGG ALGÉRIE, 2012) SGG Algérie. Secrétariat Général du Gouvernement-journal
officiel[en ligne]. Disponible sur :< <http://www.joradp.dz/HAR/Index.htm>> (consulté le 15
juillet 2012)

Samir GRIMES. Algérie: Stratégie de développement du tourisme durable

Système aquifère du Sahara septentrional, (2002). Base de données et SIG

Sara Ait Kaci et yonice KOUAL, (2009). Environnement, culture et paix en méditerranée
gestion intégrée de la zone côtière, éco-tourisme et citoyenneté.

Tesfazghi Ghebre Egziabeher, (2005). Modeling, Designing and Developing a
Multidisciplinary Geodatabase GIS with the physical Implementation of RDBMS in
conjunction with CAD and different GIS applications for the development of Coastal /Marine
Environment

Bibliographie

Tarik GHODBANI, (2010). Environnement et littoralisation de l'Ouest algérien

UMBEHR, 2001. UMBEHR, T .Conception et développement d'un SIG pour le département de l'assainissement environnemental du ministère de la santé publique du Salvador (Amérique Centrale).Géomatique. Lausanne : Ecole polytechnique fédérale, 2001,40p.

VALIN & al, 2008 a VALIN, L. & al .Guide méthodologique pour la réalisation d'une étude de sécurité concernant une canalisation de transport (hydrocarbures liquide ou liquéfiés, gaz combustible et produits chimiques). Rapport N° 2008/01.GESIP : 2008, 76 p.

VAN DRIESSCHE & BERNAERT, 2010 VAN DRIESSCHE, P & BERNAERT, T. Introduction au Quantitative Risk Assessment, DNV, 2009, 168p.