

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME  
DE MASTER EN SCIENCES DE LA MER

OPTION : ENVIRONNEMENT

**Thème:**

*Evaluation spatiale de la pollution chimique par la mise  
en place d'un SIG pour la GIZC : Application baie d'Alger  
et la baie de Bou-Ismaïl*

Présenté par :

M<sup>elle</sup> Boughelamallah Somia

Soutenu le 25 octobre 2014 devant le jury suivant :

Mr BELKESSA Rabah	Professeur	(ENSSMAL)	Président
Mr BACHOUCHE Samir	Chercheur	(CNRDPA)	Promoteur
Mme HOUMA-BACHARI Fouzia	Professeur	(ENSSMAL)	Co-Promotrice
Mr KADA Mohamed	Doctorant	(ENSSMAL)	Examineur
Mr INAL Ahmed	Chercheur	(CNRDPA)	Examineur

Promotion: 2014

## Remerciement

Au terme de cette étude, je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à tout ceux qui par leur aide, leurs conseils, leur compétence et leur intérêt ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Que soit particulièrement remerciés les membres de jury :

**Mr Belkessa R**, professeur (ENSSMAL), qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.

**Mr Kada M** et **Mr Inal A**, pour m'avoir consacré du temps, et d'accepter d'examiner et apprécier les résultats obtenus dans ce travail.

**Madame Houma-Bachari F**, Professeur (ENSSMAL), pour sa disponibilité en dépit de sa charge de travail. Son encouragement et ses conseils bien orienté.

**Monsieur Bachouche S**, pour avoir accepté d'encadrer ce travail, pour sa confiance, sa disponibilité, ses encouragements et ses précieux conseils qu'il a tenu à me prodiguer au cours de la réalisation de ce travail.

J'exprime aussi ma profonde reconnaissance au personnel de la bibliothèque et de laboratoire de l'ENSSMAL, de la station de recherche de Sidi Fredj, pour leur précieuse aide.

Je veux remercier tout mes enseignants qui ont contribué à ma formation et à toute personne qui m'a appris une lettre ou une phrase.

Ce travail n'aurait jamais été réalisé sans encouragement, le soutien de mes parents tout au long de mes études.

## Sommaire

Introduction.....	8
Généralités .....	10
1 Pollution marine.....	10
2 Les origines de la pollution.....	10
2.1 Pollution domestique .....	10
2.2 Pollution d'origine industrielle.....	10
2.3 Pollution d'origine agricole .....	10
3 Pollution chimique .....	10
4 Pollution par les sels nutritifs.....	10
5 La pollution par les hydrocarbures .....	11
6 La gestion intégrée de la zone côtière (GIZC).....	11
6.1 Notion de GIZC .....	11
6.2 Les objectifs de la GIZC.....	11
6.3 Le programme de la GIZC.....	13
6.4 Vers une évolution des pratiques GIZC : .....	14
7 Généralités sur les SIG.....	14
7.1 Définition.....	14
7.2 Classification des SIG .....	15
7.3 Fonctionnalités des SIG.....	15
7.4 Intérêt de SIG.....	15
Zone d'étude .....	18
1 Baie d'Alger.....	18
1.1 Situation géographique .....	18
1.2 Réseau hydrographique .....	18
1.3 L'état de pollution .....	18
2 Baie de Bou-Ismaïl .....	19
2.1 Situation géographique .....	19
2.2 Réseau hydrographique .....	20
2.3 L'état de pollution .....	20
Matériels et méthodes .....	22
1 Structuration d'un SIG .....	22

1.1	La collecte des données .....	22
1.2	Numérisation des données (géoréférencement).....	23
1.3	Création de la base de données .....	23
	Résultats et discussions.....	26
1	Baie d'Alger.....	26
2	Baie de Bou-Ismaïl .....	26
3	Le développement durable de la baie d'Alger et le baie de Bou-Ismaïl .....	27
3.1	Traitements des eaux usées.....	27
3.2	Dépollution industrielle .....	27
3.3	Dépollution portuaire.....	27
	Conclusion .....	29
	Bibliographie .....	31

## Liste des figures

Figure 1: Les principaux de la GIZC (Gourmelon, et al., 2005) .....	13
Figure 2: Situation géographique de la baie d'Alger.....	18
Figure 3: Principaux rejets d'eaux usées dans la baie d'Alger (Houma-Bachari, 2009). 19	
Figure 4: Situation géographiques et localisation de la baie de Bou-Ismaïl.....	19
Figure 5: Carte des pressions naturelles et anthropiques dans la baie de Bou-Ismaïl (Houma-Bachari, 2009).....	20
Figure 6: les sources de pollution dans la baie d'Alger et la baie de Bou-Ismaïl .....	26

## **Liste des abréviations**

CNIG : Conseil National de l'Information Géographique.

GIZC : Gestion Intégrée des Zones Côtières.

LEM : Laboratoire d'Etude Maritime.

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement.

SIG : Système d'Information Géographique.

# Introduction

## **Introduction**

Le littoral se définit comme l'ensemble des ressources naturelles qui servent à la production et / ou à la consommation, mais c'est aussi plus largement tout l'écosystème dans le quel on évolue, et qui conditionne l'état des ressources et l'aménagement du territoire (CHAKOUR, et al., 2013).

Le littoral algérien s'étend sur près de 1200 km de la côte, caractérisé par un réseau hydrographique qui se situe au bord de la mer compte environ 31 oueds, dont les plus importants sont: Chélif, Soummam, El Harrach, Tafina, El Melah, El Kebir, El Hamiz et Safsaf. Ces réseaux déversent directement en mer drainent tout les rejets qui sont engendrés par les activités humaines, surtout agricoles et industrielles. A cela nous ajoutons le fait que le littoral est aussi réceptacle des rejets des navires pétroliers qui accostent les ports algériens ou ceux qui passent le long de nos côtes et y effectuent des opérations de déballastage (BOUTARCHA, et al., 2009).

Dés l'année 2001, pour faire face à ces tendances lourdes, l'Algérie à opter pour adopter la GIZC (BOUTARCHA, et al., 2009). Dans le but de prôner un développement durable des zones côtières, ces dernières sont réputées pour leur complexité et leur vulnérabilité car elles constituent le lieu d'ancrage de l'espace terrestre dans l'espace maritime (MATOUK, et al., 2010). Pour le développement durable de ces régions, de nombreux outils sont développés parmi ceux-ci, les outils d'aide à la décision sont plus en plus utilisés, ils comportent souvent les Systèmes d'Information Géographique (SIG).

L'objectif de notre travail est la mise en place d'un système d'information géographique afin d'évaluer la pollution chimique engendrée par les sels nutritifs et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans la baie d'Alger et la baie de Bou-Ismaïl.

Notre travail est structuré comme suit :

Dans le premier chapitre, généralités, nous parlerons de la pollution marine, pollution chimique, pollution par les sels nutritifs, pollution par les hydrocarbures, variables physico-chimique, la gestion intégrée de la zone côtière (GIZC).

Le deuxième chapitre, zone d'étude, présentera la baie d'Alger et la baie de Bou-Ismaïl : situation géographique, réseau hydrographique et l'état de pollution.

Le troisième chapitre, matériel et méthodes, décrit le matériel utilisés et les méthodes appliquées pour le dosage des sels nutritifs et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'eau de mer.

Le quatrième chapitre, résultats et discussion, une interprétation relative sur les cartes après la cartographie de données obtenues en PFE : paramètres physico-chimique, les sels nutritifs et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans la baie d'Alger et la Baie de Bou-Ismaïl.

En conclusion, nous synthétisons les résultats obtenus.

# Généralités

## **Généralités**

### **1 Pollution marine**

Selon la convention de Montego Bay des nations Unis sur le droit de la mer 1982, la pollution du milieu marin est définie comme suit :

« l'introduction directe ou indirecte, par l'homme, de substances ou d'énergie dans le milieu marin, y compris les estuaires, lorsqu'elle a ou peut avoir des effets nuisibles tels que les dommages aux sources biologiques et à la faune et la flore marine, risque pour la santé de légitimes de la mer, altération de la qualité de l'eau de mer du point de vue de son utilisation et dégradation des valeurs d'agrément » (CADDY, et al., 1996).

### **2 Les origines de la pollution**

Suivant l'origine des substances polluantes, on distinguera :

#### **2.1 Pollution domestique**

Elle est en général des eaux résiduaires véhiculées en mer directement sans épuration (KANKOU, 2004).

La pollution domestique se caractérise par de fortes teneurs en matière organiques, sels minéraux, germes fécaux, détergents...etc. (GAUJOUS, 1995).

#### **2.2 Pollution d'origine industrielle**

Constitue la première grande source de pollution des eaux, résultantes de différentes industries, telles que la production d'énergie, l'industrie chimique, métallurgique, électronique...etc. (RAMADE, 2000).

#### **2.3 Pollution d'origine agricole**

Elle résulte de l'utilisation de divers produits phytosanitaires, issus du lessivage des terres agricoles, des résidus des élevages intensifs des animaux et des eaux d'abattoirs (LEROY, 1999).

Elle se caractérise par les fortes teneurs en sels minéraux (azote, phosphore) provenant des engrais, la présence des produits chimiques de traitement (pesticides, herbicides...) (GAUJOUS, 1995).

### **3 Pollution chimique**

Cette pollution est due à l'entrée d'un ou plusieurs éléments indésirables dans la composition chimique de l'eau marine (KANKOU, 2004). Ces éléments peuvent être soit des composés minéraux (engrais, métaux toxiques...etc.), organiques (hydrocarbures, molécules de synthèses) ou des composés organochlorés (RAMADE, 2000).

### **4 Pollution par les sels nutritifs**

Les éléments nutritifs qui limitent l'activité photosynthétique des organismes photosynthétiques sont l'azote, le phosphore et le silicium sous leur forme oxydée, d'où leur appellation « éléments bio-limitant » (COPIN-MONTEGUT, 1996). Les sels nutritifs, dans

## Généralités

l'eau de mer ont plusieurs origines qu'on peut regrouper en deux types de sources (externes et internes) (LEVITUS, 1993).

- Source externe : elle regroupe tous les apports continentaux déversant en mer, qu'ils soient par voie éolienne ou par voie fluviale.
- Source interne : elle représente l'origine la plus importante, elle est assurée par des flux verticaux. La régénération est assurée à partir de la matière organique issue de la photosynthèse effectuée par les organismes autotrophes dans la couche euphotique.

La production primaire des eaux de surface est basée sur les sels nutritifs et la lumière, ainsi ils reflètent la richesse et la fertilité des eaux marines. Ce sont donc des traceurs chimiques non conservatifs et leur variation est gouvernée par les facteurs physiques, chimiques et biologiques (JACQUES, et al., 1986).

### **5 La pollution par les hydrocarbures**

Lorsqu'on aborde les statistiques relatives aux apports d'hydrocarbures à l'océan, le sujet est parfois complexe. En matière de pollution en mer les sources ne manquent généralement pas, fournie par des structures américaines ou par des comités disparité tient en partie au fait que les petites pollutions ne sont pas toujours quantifiées. De plus, une partie des déballastages en mer ne rentre pas dans les statistiques (FATTAL, 2008).

L'origine des pollutions par les hydrocarbures se décompose en Cinq sources : les rejets atmosphériques, les apports naturels, les déversements continentaux et la plus part due au transport maritime et l'offshore (FATTAL, 2008).

Les HAP ont trois sources : la plus importante est la source pyrolytique qui correspond à la combustion incomplète de la matière organique à haute température (à partir de 500<sup>0</sup>C) (ABDERRAHMANI, 2011).

La seconde source est pétrogénique, elle correspond à tous les déversements de pétrole dans l'environnement par de phénomènes naturels (feux de forêts, éruptions volcaniques ou fuites de réserves naturelles de pétrole) (ABDERRAHMANI, 2011).

Enfin, la dernière, la moins importante, est la diagenèse précoce, processus qui transforme dépôts sédimentaires et les roches en pétrole (Abderrahmani, 2011) (ABDERRAHMANI, 2011).

### **6 La gestion intégrée de la zone côtière (GIZC)**

#### **6.1 Notion de GIZC**

La GIZC est un "processus de décision fondé sur la connaissance fine des territoires et une observation précise des écosystèmes, une analyse prospective des impacts potentiels des décisions, et une évaluation continue de leurs effets" (RIZAND, et al., 2006), un outil de planification et de gestion privilégié pour la mise en œuvre du développement durable (PLANTE, et al., 2006)

#### **6.2 Les objectifs de la GIZC**

Les objectifs de la gestion intégrée des zones côtières sont (HENOCQUE, 2006) :

## Généralités

### ✓ La gestion durable des pêcheries et l'approche écosystémique :

FAO introduit les stratégies de réduction des menaces de la surexploitation, des activités de pêche destructrices et illégales. En particulier l'article 10 définit les actions qui doivent permettre d'intégrer les pêches dans la gestion des zones côtières. Aujourd'hui, la communauté scientifique des pêches parle de « Approche Ecosystémique pour une gestion intégrée des ressources halieutiques ».

### ✓ La conservation de la biodiversité et les aires marines protégées :

La convention sur la biodiversité a aussi mis l'approche écosystémique au cœur de son dispositif, en établissant les douze principes de sa mise en application. Parmi les principaux outils de gestion, figurent les Aires Marines protégées et leur intégration des bassins versants et des zones côtières. Mais certaines organisations vont au delà, en mettant l'approche écosystémique au cœur de leur stratégie de développement durable.

### ✓ La gestion des ressources en eau et intégration au bassin versant :

Moins de 20 ans, le débat sur l'eau est passé d'un niveau technique, axé d'abord sur l'évaluation des ressources disponibles et la répartition entre les usages dominants, à une approche multi-usage, englobant le cours d'eau et son bassin versant. Très récemment, le Partenariat Mondial pour l'Eau a introduit la notion de Gestion Intégrée des Ressources en eau (IWRM, Integrated Water Resources Management).

### ✓ Les stratégies de lutte contre les ressources de pollution d'origine tellurique :

Depuis son adoption il y a dix ans, le PAG (Programme d'Action Globale pour la Protection de l'Environnement marin contre les pollutions d'origine tellurique) du PNUE a reconnu d'intérêt de lier un tel programme aux approches de gestion intégrée des zones côtières et des bassins versants, aux côtés des plans d'utilisation des sols. En effet, les nouvelles formes de gouvernance liées à la GIZC sont susceptibles de renforcer les gouvernements locaux ou les collectivités locales dans leur mise en œuvre des plans de lutte contre les impacts des pollutions telluriques.

### ✓ La gestion des risques naturels :

L'impact du Tsunami de décembre 2004 dans l'Océan Indien, représente aussi une opportunité de préparation et de mise en œuvre d'une stratégie de réduction des risques contre les catastrophes naturelles, dans le cadre du développement durable de la région et de chacun des pays concernés.

### ✓ Les stratégies de préparation aux effets du changement climatique :

Les pays signataire de la Convention Cadre sur le Changement Climatique des Nations Unies s'engagent notamment à élaborer des plans d'action pour faire face aux impacts à long terme du changement climatique.

Là encore, la gestion intégrée du littoral a été identifiée comme étant le meilleur mécanisme adaptatif possible de réponse aux effets du réchauffement. La mise en œuvre efficace de ces plans d'action dépendra donc largement de leur intégration dans les stratégies régionales et nationales de gestion intégrée des zones côtières.

### 6.3 Le programme de la GIZC

La GIZC est un processus cyclique qui se divise généralement en quatre phases :

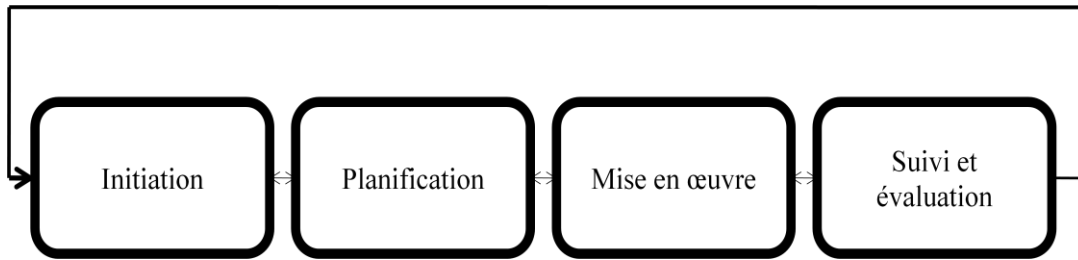


Figure 1: Les principaux de la GIZC (GOURMELON, et al., 2005)

#### ✓ Initiation

L'initiation de la **GIZC** est une étape qui nécessite une décision politique. Cependant les décideurs ont besoin d'être informés de l'urgence qu'il a des avantages à tirer d'une approche intégrée. Le niveau du décideur dans l'approche dépend de l'étendue géographique du problème (local, régional ou national) sur lequel le processus va se concentrer l'information des décideurs pourrait être fournie par un document de propositions et un tel document doit contenir une vue d'ensemble (GOURMELON, et al., 2005).

La présente évaluation initiale est importante d'une part pour résumer les données et les informations disponibles, et d'autre part pour mettre en lumière les lacunes qu'elles présente (PNUE, 2012).

#### ✓ Planifications

La planification de la **GIZC** est une étape qui permet d'identifier et de présenter une proposition aux décideurs pour établir une gestion continue et intégrée de la zone marine et côtière (GOURMELON, et al., 2005).

#### ✓ La mise en œuvre

Dans cette étape, le programme qui a été approuvé doit être appliqué, ce qui veut dire que les plans et les actions retenus doivent être exécutés pour le programme devienne opérationnel (GOURMELON, et al., 2005).

Concernant la mise en œuvre des principes de la GIZC, le schéma de guide d'action proposé par Bowen et Riley(2003) est très représentatif des protocoles qui existent dans ce domaine et relève des même logiques. Il distingue quatre phase : (i) l'identification des problèmes ; (ii) l'analyse et programmation des actions en parallèle de l'évaluation des stratégies de gestion ; (iii) la définition d'un document cadre détaillé ; (iv) et enfin, la mise en œuvre (BALLE, 2006).

#### ✓ Suivi et évaluation : cette étape contient étapes suivantes :

##### a. Suivi

Le programme de surveillance dès que le programme de la GIZC est opérationnel. Les procédures de surveillance collectent constamment l'information qui sera évaluée et reportée dans les autres étapes et devraient à des changements de politique. Le type de contrôle dépend des objectifs du programme GIZC qui doivent être clairs (GOURMELON, et al., 2005).

## Généralités

### b. Evaluation

Dans cette étape les données collectées sont ensuite utilisées pour analyser et comprendre jusqu'à que point l'action résultant du programme GIZC peut elle aborder ou résoudre les problèmes identifiés .si l'évaluation conduit à l'adoption du déroulement du programme GIZC, il faut s'assurer que ces politiques nouvelles ou adaptées aient été évaluées à l'avance (GOURMELON, et al., 2005).

L'évaluation de la GIZC était le plus souvent limitée aux effets sur l'environnement et à la réduction des conflits. Bowen et Riley (2003) insistent sur « la réduction des conflits, des pollutions, des problèmes de surexploitation des ressources, de qualité de l'eau, des habitats, d'érosion ou de sédimentation, d'intrusion saline, d'introduction d'espèces exotiques » (BALLE, 2006).

### **6.4 Vers une évolution des pratiques GIZC :**

De ce qui précède, on peut ainsi définir l'objet de la GIZC comme l'invention de nouveaux systèmes de gouvernance permettant de répondre aux changements des écosystèmes côtiers.

Les deux piliers indissociables qui supportent cette approche sont les processus de gouvernance et la production des connaissances utiles à la prise de décision ; l'origine et l'aspect expérimental de la GIZC en font un sujet international de recherche en soi dans la progression ne peut se faire sans une participation active aux réseaux internationaux.

Plus particulièrement,

La GIZC doit renforcer la production des connaissances et les systèmes de gouvernance afin d'être en mesure de répondre aux changements des écosystèmes intervenant à diverses échelles de temps et l'espace.

Le processus GIZC requiert la pleine participation des scientifiques, des gestionnaires, et des acteurs économiques à toutes les étapes du cycle de gestion afin d'améliorer les connaissances, la communication et la prise de décision.

Les principes de subsidiarité et de prise de précaution sont également importants pour une évaluation effective de GIZC. Subsidiarité est le principe démocratique qui consiste à dire que les décisions devraient être prises à la base par les acteurs locaux, en accord avec les intérêts de la société civile en général. Le principe de précaution veut que lorsqu'il y a menace de dommages sérieux ou irréversibles, le manque de connaissance ne doit pas être utilisé comme une excuse de non intervention. Selon le principe de précaution, les décisions publiques et privées devraient être guidées par (i) des études d'impact approfondies, (ii) une évaluation des risques rapportée à plusieurs options (HENOCQUE, 2006).

## **7 Généralités sur les SIG**

### **7.1 Définition**

Système d'information géographique est un système conçu pour être utilisé avec des données référencées par des coordonnées spatiales ou géographiques .en d'autres mots ; le SIG est un système informatisé comprenant plusieurs bases de données géographiques et un

logiciel de gestion et d'accès aux informations dont le but est de centraliser, d'organiser, de gérer, et d'analyser les données et leur mise à jour (LAURINI, et al., 1993).

### 7.2 Classification des SIG

En général, les objectifs associés à l'utilisation du SIG peuvent être nombreux, et selon les finalités attendues du SIG, il est devisé aux catégories suivantes (CNIG, 2000) :

**Le type observatoire :** le SIG observatoire a pour but principal de fournir une image synthétique du territoire. Ou il sert de maintenir à jour l'information sur un site donné.

**Le type gestion :** le SIG de gestion permet la réunion, l'analyse et la cartographie d'éléments afin d'en faciliter la gestion et l'exploitation de la base de données.

**Le type étude :** le SIG prend ici la forme d'un outil d'aide à la compréhension du fonctionnement des phénomènes étudiés.

### 7.3 Fonctionnalités des SIG

Un SIG répond à cinq fonctionnalités connues (LAURINI, et al., 1993) :

**L'abstraction :** Modélisation de l'information.

**L'acquisition des données :** Il existe différentes façons d'intégrer des données dans un SIG. On peut citer la digitalisation qui consiste à dessiner en mode vecteur les entités que l'on souhaite représenter en se calant sur un fond de carte existant, ou encore la scanner.

**L'archivage des données:** Les données graphiques sont gérées par couches. Une couche est un ensemble d'objets en relation entre eux. Cette structuration par couches permet une bonne gestion des données et facilite les mises à jour. Toutes les données figurent dans un catalogue qui les détaille et les regroupe par classes. On les appelle les Métadonnées.

**L'analyse des données:** Les SIG permettent d'effectuer des analyses aussi bien thématiques que spatiales. On peut par exemple rechercher les noms des unités les plus polluantes au niveau du bassin versant d'oued El-Harrach et les noms de différentes installations. Ces analyses se font à travers des requêtes qui sont plus ou moins performantes selon les logiciels utilisés.

**L'affichage :** Les SIG produisent toutes sortes de résultats. Ils permettent surtout la confection des cartes et des plans, mais aussi des graphiques, histogrammes, etc.

### 7.4 Intérêt de SIG

Les systèmes d'information géographique sont avant tout des outils de gestion et d'aide à la décision. Ils permettent d'établir des liens complexes entre plusieurs types de données géographiques (industrielles, environnementales géologiques, géomorphologiques,...etc.).

## Généralités

La restitution sous formes de cartes thématiques, de tableaux et de statistiques de la synthèse des données est l'un des principaux atouts des SIG (LAURINI, et al., 1993).

Donc l'objectif majeur des SIG est de représenter cartographiquement et de façon pertinente l'information adéquate pour permettre aux autorités compétentes de prendre les décisions, de définir leur politique d'aménagement et également d'en avoir une bonne gestion dans le temps.

**Zone d'étude**





## 2.2 Réseau hydrographique

Deux cours d'eau déversent dans la baie de Bou-Ismaïl, l'oued Mazafran et oued Nador (BENZOHRRA, 1993) :

### ➤ L'oued Mazafran

Se situe à 30 km à l'Ouest d'Alger, il prend naissance à la jonction de l'Oued Chiffa et l'Oued Djer. Le bassin versant couvre une superficie de 1850km<sup>2</sup>. L'Oued débouche dans la mer entre Douaouda et Zeralda avec un débit de 7.566 m<sup>3</sup>/s pendant la période de Décembre à Avril avec une moyenne annuelle de 43.8 millions de m<sup>3</sup>, cet Oued est marqué par un long étiage qui dure de Juin à Décembre représentent 17.38% du déversement liquide annuel.

### ➤ L'oued Nador

Se situe entre Tipaza et Mont de Chenoua. Il regroupe trois Oueds, Bou Yersen, Bou Ardon et Merrad, son étendue est de 230 km<sup>2</sup> avec un débit de 0.89 m<sup>3</sup>/s. Ces Oueds jouent un rôle très important dans les apports en eaux usées.

## 2.3 L'état de pollution

La baie de Bou-Ismaïl est une zone à vocation touristique et agricole, sa frange côtière est soumise principalement aux rejets domestiques des villes et des complexes touristiques qui déversent directement dans le milieu naturel sans aucun traitement au préalable dans la plupart des cas s'accroissant en période estivale. Ajoutant à cela les jetés d'eaux usées véhiculées par les Oueds qui traversent les centres urbains et qui se déversent en mer, drainant les eaux de ruissellement des terres agricoles, des effluents urbains et industriels. A tous ça s'ajoute la pollution issue des ouvrages portuaires existants dans la baie : Port de Pêche de Bou Haroun, Port de Pêche de Khemisti, Port de plaisance et abris de pêche de Tipaza, Abris de pêche d'El-Djemila, Port de plaisance de SidiFredj, Port de plaisance de Palm Beach (LEM, 1998).



Figure 5: Carte des pressions naturelles et anthropiques dans la baie de Bou-Ismaïl (HOUMA-BACHARI, 2009).

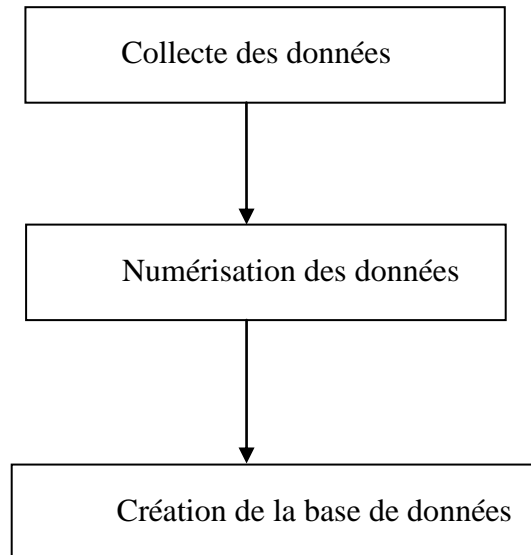
# Matériels et méthodes

## Matériels et méthodes

Ce chapitre sera consacré à la description des étapes principales pour la mise en place d'un système d'information géographique.

### 1 Structuration d'un SIG

La mise en place d'un SIG, réalisé dans se travail comporte trois étapes :



#### 1.1 La collecte des données

Cette étape est la phase la plus importante dans la mise en place d'un projet SIG donc elle constitue le maillant essentiel de ce travail. La pertinence d'une base de données résulte de la fiabilité de l'élément majeur de cette principale étape et qui est la donnée. Afin de nous limiter aux données relatives à notre sujet, qui va se présenter sous deux formes : Alphanumériques et graphiques :

- **Alphanumérique** : ce sont des données statistique et textuelles détaillées de différentes communes, leurs nombre d'habitant, la charge polluante et leurs volume en eaux usées rejetées. Elles sont principalement obtenues des archives de l'Agence pour la Protection et la Promotion du littoral Algérois (APPL), et de l'observatoire nationale de l'environnement et du développement durable (ONEDD)
- **Graphique** : ce sont des données traitées à l'aide du **ArcGis 10.1 et/ou QGis 2.0** et des images Raster de Google Earth. Ce type de données peut être présenté sous deux formats :
  - **Le format Raster** : Les données raster sont représenter sous forme de pixels .L'entité spatiale de base est la cellule, de forme régulière, dont la taille est déterminée par la

## Matériels et méthodes

résolution. Chaque grille constitue une couche d'information qui représente un thème particulier.

- **Le format vecteur** La logique de construction des entités spatiales en mode vecteur est très différent par rapport au mode raster. Ici, chaque objet est défini individuellement de manière explicite par des points (repérés par des coordonnées X et Y, des lignes (formées de points), et des polygones (formées de lignes). Les relations spatiales entre ces classes d'objets peuvent être implicites (approche non topologique) ou définies de manière explicite (approche topologique).

Ces entités de bases peuvent être assemblées en des entités plus complexes : polygone multiple, polygone troué, etc.

En mode vecteur, chaque ensemble d'objets est regroupé en une couche d'information, par exemple une couche administrative représentant les communes et leurs limites, une couche des affluents principales. Dans une couche de données, toutes les entités peuvent être représentées (points, ligne, polygone).

### 1.2 Numérisation des données (géoréférencement)

Il consiste à déclarer les couches cartographiques dans un système de référence (projection UTM : datum : WGS 1984 ; fuseau : 31 Nord), c'est-à-dire, le processus de définition de la manière dont les données raster sont localisées en coordonnées géographiques. Le géoréférencement de données raster permet de les visualiser, de les interroger et de les analyser avec d'autres données alphanumériques.

Le système UTM : utilise la projection Universal Transverse Mercator qui divise le monde en 60 fuseaux (chaque fuseau couvre 6° de longitude).

### 1.3 Création de la base de données

La mise en place d'une base de données est la tâche la plus importante dans le processus de réalisation d'un système d'information géographique (SIG).

Un SIG se compose de deux parties liées entre elles par une phase de modélisation des données. La partie ALPHANUMERIQUE qui est en général reliée à une base de données consistant à l'intégration des données alphanumériques (toutes les données mentionnées dans les annexes) dans des champs spéciaux formant la table attributaire de la BD.

Et une autre GRAPHIQUE qui met en évidence l'environnement spatial et géographiques de l'étude qui issue de la digitalisation et l'image satellitaire numérisés avec le

## Matériels et méthodes

logiciel ArcGIS et les unités cartographiques peuvent se présenter sous formes d'entités (points, d'arcs, ou de polygones).

# Résultats et discussions

## Résultats et discussions

La baie d'Alger et la baie de Bou-Ismaïl sont soumises aux diverses sources de pollution et forme d'agressions (Figure 6), en particulier la pollution engendrée par les sels nutritifs et les hydrocarbures aromatiques polycycliques.

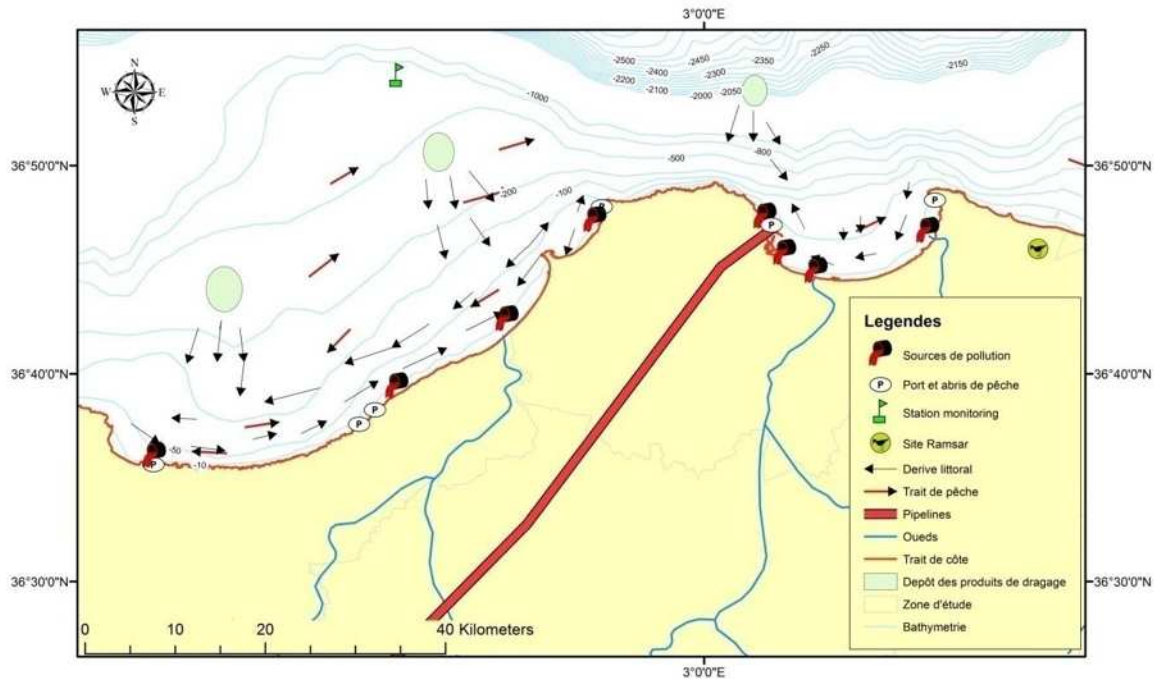


Figure 6: les sources de pollution dans la baie d'Alger et la baie de Bou-Ismaïl (BACHOUICHE, 2014)

### 1 Baie d'Alger

La pollution de la baies d'Alger par les sels nutritifs ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ) pourrait être expliquée par le déversement des eaux usées (domestiques, industrielles et agricoles) dans la baie par l'oued El Harrach et oued El Hamiz ou directement en mer. A tous ça s'ajoute la pollution engendrée par les hydrocarbures qui est pourrait être dues au transport maritime (port d'Alger, port Tamentfoust), le déversement des eaux usées industrielles côtières diverses (NAFTAL, unité de maintenance) et les eaux usées d'origine urbaines (ateliers de réparation d'automobile, station d'essence ...etc.).

### 2 Baie de Bou-Ismaïl

La baie de Bou-Ismaïl est soumise à une pollution chimique engendrée par les sels nutritifs qui est principalement due aux rejets domestiques et industriels déversent directement dans la baie sans aucun traitement préalable, les rejets d'eaux usées véhiculées par les Oueds (Oued Mazafran) qui déversent en mer et drainent les eaux de ruissèlement des terres agricoles. Ajoutant à cela la pollution par les hydrocarbures issue de l'activité portuaire (port de Tipaza, port de Khmisti, le port de Bou Haroun et le port de Sidi Fredj), les rejets d'eau usée urbaine et industrielle déversent par l'oued Mazafran (papeterie Zeralda, textile de Douada).

### **3 Le développement durable de la baie d'Alger et le baie de Bou-Ismaïl**

La lutte contre la pollution chimique engendrée par les sels nutritifs et les hydrocarbures dans la baie d'Alger et la baie de Bou-Ismaïl pour un développement durable de la zone côtière est basée sur les points suivants :

#### **3.1 Traitements des eaux usées**

La pollution dans la baie d'Alger et la baie de Bou-Ismaïl est liée principalement au déversement des eaux usées directement ou indirectement sans aucun traitement préalable. Et pour lutter contre cette pollution il doit être pris en compte le phénomène de l'épuration des eaux usées.

#### **3.2 Dépollution industrielle**

La dépollution industrielle constitue une composante majeure pour la gestion intégrée de la zone côtière, vu que leur impact nuisible sur l'air, l'eau et les sols. Et pour lutter contre cette pollution :

- Signature de Contrat de Performance Environnemental (CPE) avec des entreprises locales pour inciter à mieux traiter leurs rejets et engager des actions de dépollutions des cites polluées.
- Taxer les entreprises polluantes et non respectueuses des normes écologiques.

#### **3.3 Dépollution portuaire**

Le transport maritime est l'une des principales sources de pollution par les hydrocarbures. Pour lutter contre cette pollution :

- Renforcement de la surveillance et lutte contre la pollution marine accidentelles et ce, en collaboration avec les services Gardes côtes.
- Suivi rigoureux de la station de déballastage et ce, en collaboration avec la société de gestion et d'exploitation des Terminaux Marins à Hydrocarbures (TMH).

Toutes ces recommandations ne seront pas utiles si les services concernés refusent de s'intégrer pour faciliter la communication et de mettre à jour l'évaluation de l'activité sur le site.

# Conclusion

## Conclusion

### **Conclusion**

La mise en place d'un SIG nous a permis d'évaluer la pollution chimique dans la baie d'Alger et la baie de Bou-Ismaïl pour la gestion intégrée des zones côtières.

La pollution par les sels nutritifs dans les deux baies est due essentiellement aux eaux usées d'origine domestique, industrielle et agricole déversent directement dans les baies ou par les oueds sans aucun traitement.

La pollution par les hydrocarbures aromatiques dans la baie d'Alger et la baie de Bou-Ismaïl est due essentiellement au transport maritime (élimination des eaux de cale, lavage des citernes, déballastage), les eaux usées issues des agglomérations urbaines et des industries côtières diverse (pétrochimie et autre).

Pour un développement durable et la lutte contre la pollution chimique engendrée par les sels nutritifs et les hydrocarbures dans la baie d'Alger et la baie de Bou-Ismaïl, il est nécessaire de procéder à un traitement des eaux usées (épuration) et réduire l'utilisation des produits chimiques contenant de l'azote et du phosphore, une dépollution issue de l'activité industrielle et portuaire.

A cet effet, il est nécessaire d'associer les politiques environnementales en vigueur et des actions de recherches, d'études, d'expériences sur le terrain et surtout la sensibilisation et l'information.

# Bibliographie

**Bibliographie**

**ABDERRAHMANI, K. (2011).** *Les hydrocarbures polyaromatiques dans la baie de Bou-Ismaïl: surveillance et évolution de la contamination en fonction de la profondeur.* thèse de magister. *Gestion et Surveillance de l'environnement Marin et littoral.* Algérie : ENSSMAL, 74.

**BACHOUCHE, S. (2014).** *Modélisation de l'hydrodynamique et de la qualité des eaux et des sédiments de la côte algéroise.* thèse de Doctorat. Alger : USTHB.

**BALLE, R. (2006).** *gestion intégrée des zones côtières: quatre illusions bien ancrées.* *Vertigo.* Lavoisier, Vol. 7, 3.

**BENZOHRRA, M. (1993).** *Les structures hydrodynamiques le long des côtes Algériennes.* France : Centre d'Océanographie de Marseille, 33.

**BOUTARCHA, F ET AIMOUCHE, M C. (2009).** *L'apport de la politique environnementale algérienne pour l'activité de la pêche: cas de Bejaia.* Bejaia : LED, 18.

**CADDY, J F ET GRIFFITHS, R C. (1996).** *Les ressources marines vivantes et leur développement : quelques perspectives environnementales et institutionnelles.* FAO : Rome(Italie), 174.

**CHAKOUR, S C ET CHAKER, A. (2013).** *évaluation des effets des programmes d'investissements public 2001-2014 et leur retombées sur l'emploi, l'investissement et la croissance économique.* Sétif : Faculté des Science Economiques, Commerciales et Science de Gestion, 18.

**CNIG. (2000).** [En ligne] 2000. [http://www.cnig.fr/news/09\\_normes.html](http://www.cnig.fr/news/09_normes.html).

**COPIN-MONTEGUT, G. (1996).** *Chimie de l'eau de mer.* Paris(France) : Institut Océanographique de Paris, 319.

**FATTAL, P. (2008).** *Pollution des côtes par les hydrocarbures, collection : espace et territoires.* France : Presse Universitaire de Rennes, 395.

**GAUJOUS, D. (1995).** *La pollution des milieux aquatiques:aide-mémoire.* Paris(france) : ISBN, 217.

**GHODBANI, T ET AMOKRANE, K. (2013).** *La zone humide de la Macta: un espace à protéger sur le littoral ouest de l'Algerie.* *Physio-Geo. Varia,* Vol. 7, 139-155.

**GOURMELON, F ET ROBIN, M. (2005).** *SIG et littoral.* Paris : Lavoisier, 328.

**HENOCQUE, Y. (2006).** *Leçons et futur de la gestion intégrée des zones côtières dans le monde.* *Vertigo.* Lavoisier, Vol. 7, 3.

**HOUMA-BACHARI, F. (2009).** *Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir d'imagerie satellitaire.* Thèse de doctorat en Science de l'univers et environnement . Paris XII(France) : Université de Val de Marne, 257.

**HOUMA-BACHARI, F, BOULAHIDJ, M ET KHOUIDER, A. (2004).** *Développement d'une méthodologie pour caractériser et déterminer la pollution des eaux de mer par les hydrocarbures en utilisant des images satellites.* Barcelone : CIESM, 208.

## Bibliographie

- JACQUES, G ET TREGUER, P. (1986).** *les écosystèmes pélagiques marins III.L'océan Antarctique.La méditerranée occidentale.* Paris(France) : Masson, 255.
- KANKOU, M. (2004).** *Vulnérabilité des eaux et des sols de la rive droite du fleuve Sénégal en Mauritanie-étude en laboratoire du comportement de deux pesticides.* France : Université de Limoges, 159.
- LAURINI, R ET MILLERT, R F. (1993).** *Les bases de données en géomatiques.* Paris : Hermès, 73.
- LEM. (1998).** *Etude de délimitation d'une zone d'extraction de sable en baie d'Alger.* Alger : Laboratoire d'Etude Maritime.
- LEROY, J B. (1999).** *La pollution des eaux.* France : Le point des connaissances actuelles, 126.
- LEVITUS, S. (1993).** *Distribution of nitrate, phosphate and silicate in the world oceans.* France : Programme Océanographique, 245-273.
- MATOUK, B, MERADI, O ET MOULOUD, A. (2010).** *la GIZC comme outil de DD des espaces littoraux: Application à l'espace littoral de la wilaya de Béjaia- réalités, défis et perspectives.* Béjaia : LED, 25.
- Plante, S, Boijoly, J et Guillemot, J. (2006).** Gestion intégrée des îles habitées de l'estuaire du saint-laurent (Québec) et développement territorial:l'expérience de la mise en oeuvre d'un comité de gestion intégrée à l'Isle-aux-Coudres. *Vertigo.* Lavoisier, Vol. 7, 3.
- PNUE. (2012).** Evaluation initiale intégrée de la mer méditerranée. Athnèse, 233.
- RAMADE, F. (2000).** *Dictionnaire encyclopédique des pollutions.* France : Ediscience international, 690.
- RIZAND, A, MARIE, P ET PINTE, K. (2006).** La place des scientifiques dans un processus de gestion intégrée des zones côtières: évaluation des pressions polluantes d'origine terrestre sur la baie du Robert (Martinique). *Vertigo.* Lavoisier, Vol. 7, 3.