

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**  
**INSTITUT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AMENAGEMENT DU LITTORAL**  
**- ISMAL -**

Mémoire  
En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en aménagement du littoral

**Mise en œuvre d'une base de données SIG pour le calcul des indicateurs de durabilité sur des communes de la zone du P.A.C (Littoral algérois)**



★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★

Présenté par :  
Mr KESSOURI Fayçal

Devant le jury composé de :

Mr. M. HELLAL	Chargé de cours à l'ISMAL	Président
Mr. M. GUERFI	Chargé de cours à l'ISMAL	Promoteur
Mr. M. LARID	Chargé de cours à l'ISMAL	Examineur
Mr. Y. HEMDANE	Chargé de cours à l'ISMAL	Examineur

PROMOTION 2007/2008

★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★

## *REMERCIEMENTS*

*À mes enseignants,  
mes parents et  
mes proches  
pour leurs contributions et  
leurs encouragements à  
la réalisation de ce travail...*

*Fayçal*

## **Résumé introductif :**

La zone côtière sélectionnée est composée des huit communes de la baie d'Alger ainsi que deux autres communes témoins externes, celles de Zéralda et de Staouali qui se situent dans la baie de Bousmail. Les communes de la baie d'Alger représentent un littoral fragile, soumis à une pression anthropique très forte.

Le présent travail de réflexion de fin d'étude traite le problème de la durabilité dans différents domaines à l'aide d'un outil géographique dont l'utilisation et l'efficacité s'avèrent être très vastes.

Dans le premier chapitre, il sera d'abord question de présenter la zone d'étude et des projets de lois pour l'aménagement, la préservation et la veille sur le littoral algérien pour ainsi souligner les points les plus répandus pour la protection de l'environnement en Algérie.

Le deuxième chapitre sera consacré à mettre en lumière les différentes notions théoriques du développement durable pour les thèmes suivants :

- Population et plan social,
- Economie et activités pratiquées sur les communes côtières,
- Environnement littoral et pollution,
- Occupation des sols.

Dans le même chapitre seront présentées les notions d'indicateurs de durabilité, du système d'information géographique (SIG), nous permettant de suivre la pratique du calcul des indicateurs de durabilité.

Le troisième chapitre traitera de l'utilisation de *ArcGIS*, logiciel qui permet la cartographie des données et le calcul de toutes les distances avec analyse et représentations des informations recueillies. Deux parties constituent le corps de ce chapitre :

- La première partie sera réservée à l'explication des matériaux et méthodes pour le calcul des indicateurs de durabilité précédemment expliqués avec la représentation des données géographiques et métadonnées résultants pour le thème d'occupation des sols essentiellement.
- La seconde partie sera consacrée à la cartographie des données bibliographiques recueillies pour les thèmes représentatifs du développement durable pour l'interprétation et l'analyse de données afin de mettre en évidence l'apport du SIG pour la durabilité.

En sortie, la conclusion sera présentée par des cartes de synthèse-diagnostic de la zone littorale étudiée avec mise en lumière des atouts et enjeux ou des inconvénients et contraintes présents dans chaque thématique permettant la durabilité de la zone côtière.

# *Sommaire*

- <b>Introduction générale</b>	01
--------------------------------	----

## **Chapitre I : Zone d'étude**

I-1- Présentation de la zone d'étude	04
➤ Caractéristiques de la Baie d'Alger	05
I-2- Cadre juridique de protection du littoral en Algérie	
I-2-1- Conventions et accords relatifs à la protection de l'environnement ratifiés par L'Algérie	05
I-2-2- Législation	05
I-2-3- Outils	09
I-2-3-1- Le Plan d'Aménagement Côtier	09
I-2-3-2- Le Plan directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) et le plan d'occupation des sols (POS)	09

## **Chapitre II : Notions théoriques du développement durable et du SIG**

II-1-1- Rappel	11
II-1-2- Indicateur de durabilité	11
II-1-3- Objet de l'indicateur	12
II-1-4- Les trois piliers du développement durable	12
II-1-5- Ce qu'on cherche à mesurer	13
II-1-6- La mesure	14
II-1-7- Conditions minimales	14
II-2- Les indicateurs d'environnement et la Gestion Intégrée des Zones Côtières	
▸ La gestion intégrée des zones côtières (GIZC)	15
II-3- Processus d'élaboration des indicateurs de durabilité	15
II-3-1- définir et conceptualiser la durabilité	15
A. Définitions de la durabilité urbaine	16
B. Définitions de la durabilité économique	16
C. Définitions de la durabilité environnementale	16
D. Définitions de la durabilité sociale	16
II-3-2- Établir la clientèle cible, le but connexe pour lequel des indicateurs seront utilisés et le nombre approximatif d'indicateurs nécessaires.	17
II-3-3- Choisir un cadre pertinent d'indicateurs.	18
II-3-4- Définir les critères de sélection des indicateurs.	19
II-3-5- Déterminer un ensemble d'indicateurs possibles et les évaluer par rapport aux critères de sélection.	19
II-3-6- Choisir un ensemble d'indicateurs définitifs et vérifier leur efficacité.	19
II-4- Le système d'information géographique	20
II-4-1- Le SIG Littoral	
i. Représentation des enjeux	20
ii. Cartographie des ressources	21
iii. Représentation des contraintes	21

iv. Gestion	21
v. Suivi et évaluation	21
vi. Information et communication	22
II-4-2- La boucle de décision dans les SIG	22
II-4-2-1. La réalité	22
II-4-2-2. SIG	22
II-4-2-3. Décision	23

### **Chapitre III : Mise en place de la base de données SIG**

III-1- Calcul des indicateurs de durabilité selon les trois volets du SIG	25
Matériel	25
Méthodes	25
III-2- Les trois volets d'un SIG	25
III-2- 1. Le volet géodatabase	25
III-2- 2. Le volet géovisualisation	25
III-2- 3. Le volet géotraitement	25
III-3- Méthode de la mise en place de la base de données SIG	25
1) Classification par thème	26
2) Espaces et territoire	26
3) La population	26
4) Activités et pression sur le littoral	27
5) Environnement	27
III-4- Résultats	29
1 <sup>ère</sup> partie : Calcul des indicateurs de durabilité à l'aide de l'ArcGIS	
- Les résultats calculés.	30
- Résultats du calcul des surfaces et distances des plages des communes à étudier.	31
- Artificialisation des dunes littorales.	32
- Pourcentage de la répartition des sols des communes de la zone d'étude	33
Conclusion	33

#### **2<sup>ème</sup> partie : Indicateurs cartographiés à partir de données bibliographiques**

A. Espaces naturels littoraux	
Les espaces verts	34
Trait de côte	35
B. Thème : Population	37
C. Thème : Economie et activités	38
• L'industrie	38
○ Zones industrielles	
• Le tourisme	
○ Développement	40
○ Valorisation touristique en développant un tourisme adapté aux sites	

<i>D. Thème : environnement</i>	44
<i>La pollution en mer due aux effluents domestiques et industriels</i>	45
<i>Les bassins versants</i>	45
<i>Traitement des eaux usées</i>	46
<i>Indices de pollution des eaux dans les embouchures des cours d'eaux et dans le port d'Alger</i>	
<i>Cartographie et Situation des lieux d'échantillonnage</i>	47
a) <i>Métaux lourds</i>	48
I. <i>Secteur oriental : (Baie d'Alger)</i>	48
II. <i>Secteur occidental</i>	49
b) <i>Matières organiques : Azote total &amp; Phosphore total</i>	49
c) <i>DBO5 &amp; DCO</i>	50
d) <i>Détergents anioniques</i>	51
e) <i>Pollution par les hydrocarbures</i>	52
▪ <i>Analyse des hydrocarbures dans eaux littorales</i>	52
▪ <i>Présentation de l'indice de qualité de l'air</i>	52
▪ <i>Méthode d'intégration des indices de la qualité de l'air</i>	53
<i>Conclusion</i>	53
<b><i>Conclusion générale : (Cartes synthèse-Diagnostic)</i></b>	55
<i>Références bibliographiques</i>	60
<i>Liste des illustrations</i>	64
<i>Annexes</i>	68

## - **Introduction :**

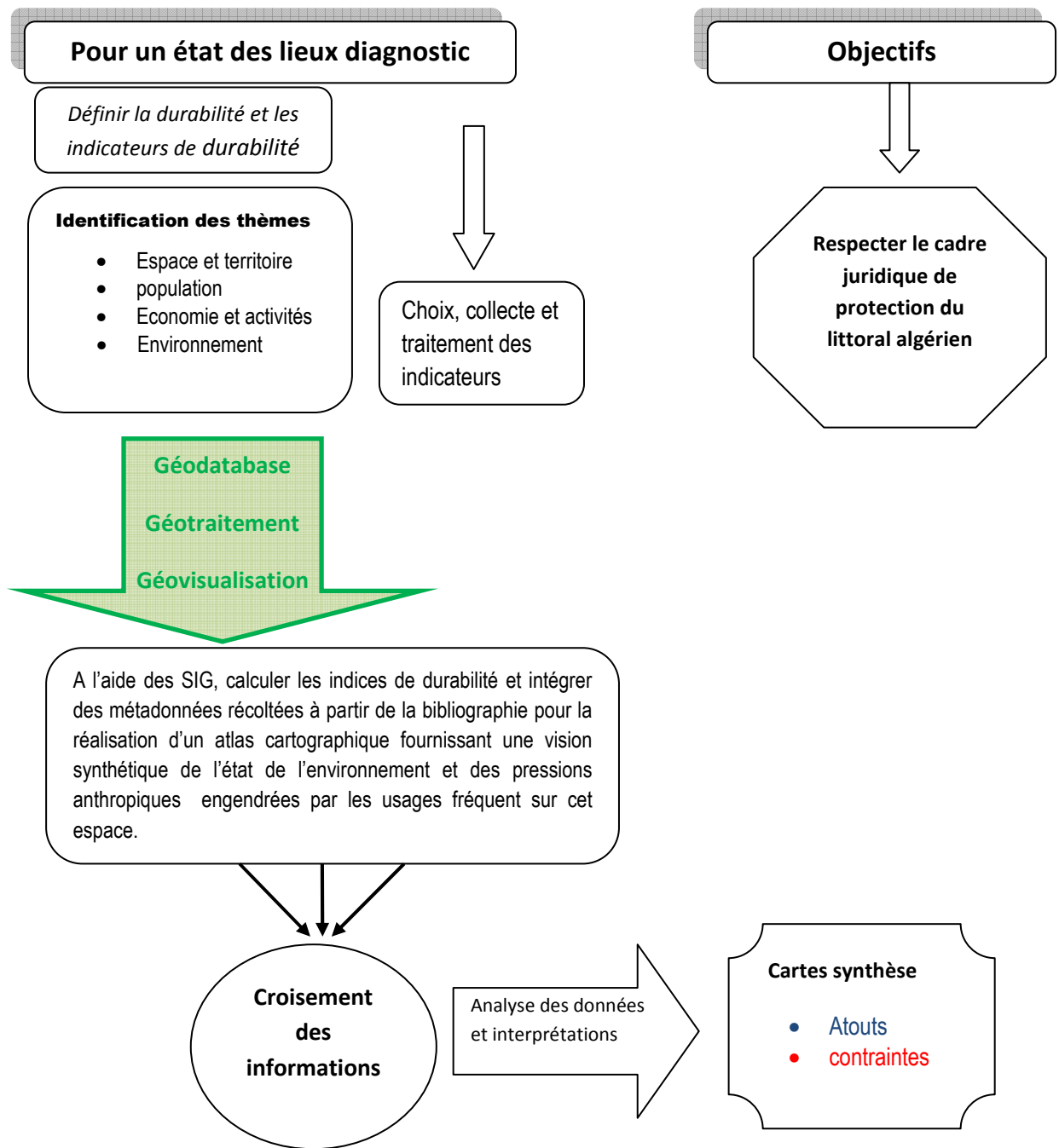
La zone côtière constitue une région complexe de par sa richesse et sa diversité qu'elle soit biologique, environnementale, économique, sociale ou encore culturelle. De ce fait, l'espace côtier est porté par une dynamique d'activités anthropiques multiformes.

Le présent travail est une réflexion sur l'intérêt d'un outil d'aide à la décision pour la gestion du littoral, en l'occurrence les SIG. L'objectif du calcul des indices de durabilité est d'effectuer un état des lieux-diagnostic de l'environnement littoral. Cet état des lieux-diagnostic, préalable indispensable à toute démarche de gestion, intègre des informations recueillies sur les composantes écologiques et socio-économiques de la zone d'étude.

La cartographie thématique et le SIG représentent des outils capitaux dans le calcul des indicateurs environnementaux de développement durable. Ce qui permettra la mise en évidence de l'impact des pressions subies par les communes de la Baie d'Alger (Bab El Oued, Casbah, Alger-Centre, Hamma, Hussein Dey, Mohammadia, Borj El Kiffen et Borj El Bahri), comparées avec deux communes de la Baie de Bou Ismail (Zéralda et Staouéli) et ainsi prévoir les démarches afin de connaître les scénarii tendanciels des différents domaines favorables à cet équilibre. Pour cela, notre objectif est de définir une méthodologie de mise en œuvre d'une base de données SIG, à l'aide du logiciel ArcGIS, intégrant les données cartographiques et les données statistiques nécessaires pour chaque thème du développement durable.

Pour atteindre cet objectif, on devrait répondre à ces questions stratégiques afin de suivre une logique de travail efficace :

- Que signifient les indicateurs de durabilité et le développement durable ?
- Que doit-t-on calculer ?
- Quelles sont les méthodes à suivre pour calculer ces indicateurs de durabilité dans cette zone ? quel est le rôle du système d'information géographique ?
- Dans quel but doit-t-on impérativement mettre à jour ces calculs de durabilité ?



**Figure N° 01 :** Schéma présentant la démarche retenue pour aboutir à un état des lieux-diagnostic de la région littorale algéroise.

*Chapitre I*  
*La zone d'étude*

## I-1- Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude concerne dix communes littorales de la wilaya d'Alger : Huit communes de la baie d'Alger, qui sont d'Ouest en Est : Bab El Oued, Casbah, Alger Centre, Hamma, Hussein Dey, Mohammedia, Bordj El Kiffen, Bordj El Bahri, et deux communes-témoins qui se situent à l'extrême Ouest de l'agglomération algéroise, et qui sont ; Zéralda et Staouéli. (voir cartes N°1 et N°2).

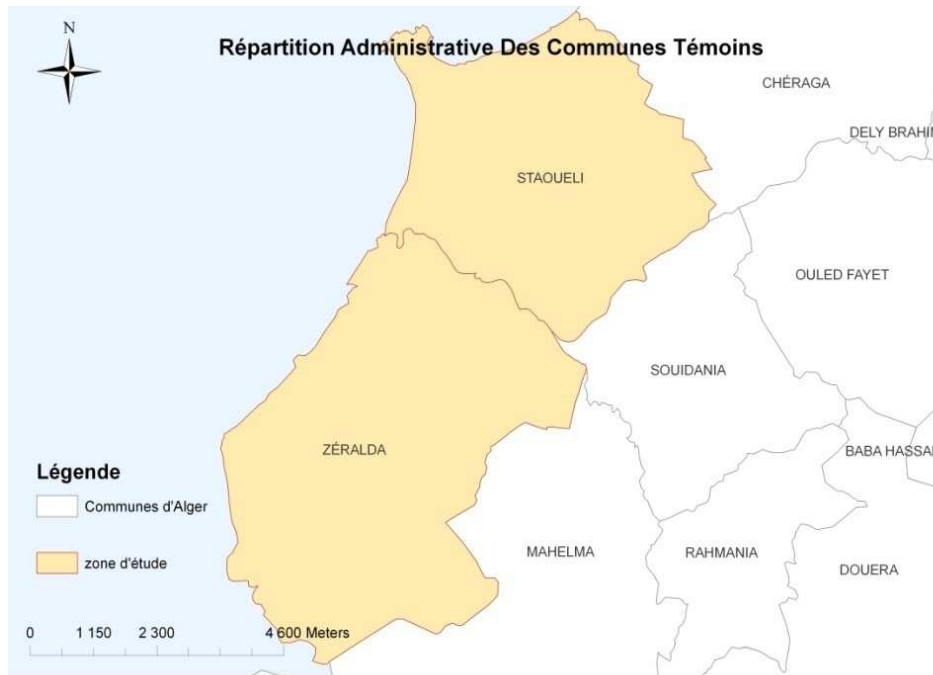
Les superficies de la zone d'étude sont indiquées dans le tableau suivant :

zones	Communes de la baie d'Alger								Communes de la baie de Bou Ismail	
Communes	Bab El Oued	Casbah	Alger Centre	El Hamma	Hussein Dey	Mohamedia	Bordj El Kiffen	Bordj El Bahri	Staouali	Zéralda
Superficie (ha)	1 178 901	1 116 738	3 672 773	2 202 414	4 238 995	7 928 255	20 952 903	7 637 125	21 569 356	29 460 019
<b>Total (ha)</b>	<b>48 928 104</b>								<b>51 029 375</b>	

**Tableau N°1 : superficies des communes de la zone d'étude.**



**Carte N°01 : répartition administrative des communes de la zone d'étude (Baie d'Alger).**



**Carte N°02 : Répartition administrative des communes-témoins de la zone d'étude.**

➤ Caractéristiques de la Baie d'Alger :

- La Baie d'Alger est limitée à l'Est par le massif de Bouzaréah et à l'Ouest par le Cap Matifou.
- Les oueds El Harrach et Hamiz débouchent dans la baie d'Alger, et sont les deux grands pourvoyeurs de sédiments d'origine terrigène de cette baie.
- La distribution bathymétrique des sédiments de la côte vers le large se fait selon un gradient d'envasement croissant. Les principaux faciès sédimentaires identifiés en Baie d'Alger de la côte vers le large sont :
  - Les sables fins,
  - Les sables envasés,
  - Les vases,
  - Le faciès rocheux,
  - Les fonds de graviers.

(Source : Grimes. S, Biodiversité marine et littorale algérienne, Janvier 2004.)

- Le linéaire côtier de la Baie d'Alger attend 40 623 m de longueur, et la superficie des communes étudiées est de 45 255 331 m<sup>2</sup>.
- Le régime des vents est identique à celui qui caractérise toute la côte algérienne. Au printemps et en Été les vents d'Est et de Nord-est sont dominants, alors qu'en automne et en hiver le vent d'Ouest est dominant.
- Dépendant du régime des vents et suivant le cycle saisonnier, les houles se divisent en deux groupes :

Les houles hivernales sont de direction Ouest à Nord-Ouest, et les houles estivales de direction Nord à Nord-Ouest.

- La population qui borde les rives de la Baie d'Alger est plus dense à l'Est pour des raisons à la fois historiques et économiques (la présence du grand Port d'Alger). La

population totale dans les communes littorales de la Baie est de 546 851 individus en mars 2004.

- Les plus importantes infrastructures mise en place sur le littoral de la Baie sont urbaines : Villes d'habitations et infrastructures industrielles. Les activités agricoles sont peu présentes sur cette partie de la wilaya.

## ***I-2- Cadre juridique de protection du littoral en Algérie***

### ***I-2-1- Conventions et accords internationaux relatifs à la protection de l'environnement ratifiés par L'Algérie :***

L'Algérie participe à l'effort international de protection de l'environnement et du milieu marin, notamment par la ratification de la convention des nations unies sur le droit de la mer en 1967. Elle a également ratifié plusieurs conventions et protocoles :

- La Convention de Ramsar du nom de la ville d'Iran ou elle a été signée en 1971,
- La Convention de Paris, relative à la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel,
- La Convention de Barcelone pour prévenir et combattre la pollution de la mer méditerranée et protéger et améliorer le milieu marin de cette zone, a été signée le 16 Février 1976,
- le Protocole de Genève pour assurer la protection des aires marines importantes pour la sauvegarde des ressources naturelles et des sites naturels de la mer méditerranée ainsi que pour la sauvegarde du patrimoine culturel de la région, a été signé le 3 Avril 1982,
- La Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques,
- Le protocole de Kyoto (Japon) a été signé en 1997, qui prévoit une réduction considérable des gaz à effet de serre.
- Symposium international pour Le droit de l'environnement, la bonne gouvernance et le développement durable. (Source : Symposium international de Tunis. « Le droit de l'environnement, la bonne gouvernance et le développement durable »).

### ***I-2-2- Législation :***

Le désir de maîtriser la gestion des espaces littoraux en Algérie est récent, la loi 90-29 du 1<sup>er</sup> décembre 1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme est le premier texte ayant défini les «dispositions particulières à certaines parties du territoire» l'espace littoral. ( source : Mohammed Midoun « l'aménagement du littoral et développement durable en tunisie ». Abderrahmanne Azzi. « Gestion des villes et développement durable en Algérie »)

***Loi 02-02 du 05-02-2002 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. Selon cette loi la zone côtière comprend donc une zone terrestre et une zone maritime (la mer territoriale). La loi délimite trois bandes du littoral dans lesquelles sont édictées des restrictions relatives à l'urbanisation.

- Bande 1<sup>1</sup> : Il s'agit de la bande non-constructible des 100 mètres, 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).<sup>2</sup>
- Bande 2 : D'une largeur de 800 mètres ou sont interdites les voies carrossables nouvelles parallèles au rivage.<sup>3</sup>.
- Bande 3 : Dont la largeur est de 3 Km, dans cette bande sont interdites :
  - Toute extension longitudinale du périmètre urbanisé.
  - L'extension de deux agglomérations adjacentes situées sur le littoral.
  - 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 3 km sont réglementées.
  - La loi interdit L'extension longitudinale du périmètre urbanisé des agglomérations situées sur le littoral au-delà de trois (3) kilomètres.<sup>4</sup>
  - La loi met en garde contre toute pollution anthropique<sup>5</sup>.

Ces lois sont plus ou moins respectées dans certains endroits du littoral. Ex : La commune d'El Mohammedia (Voir carte n° 04 –cartothèque) où la distance entre le linéaire côtier et les premières constructions en l'occurrence l'hôtel Hilton est de 300m et la route parallèle au littoral est située a plus de 400m du littoral. Par contre dans la commune voisine de Bordj El-Kiffen l'agglomération littorale s'étend sur 3 377m et est située à moins de 50m du linéaire côtier. Ainsi que le réseau routier dense tel qu'il est, parallèle au rivage se situant dans cette première bande à moins de 100m de la côte (Voir carte N° 03 en annexe).

---

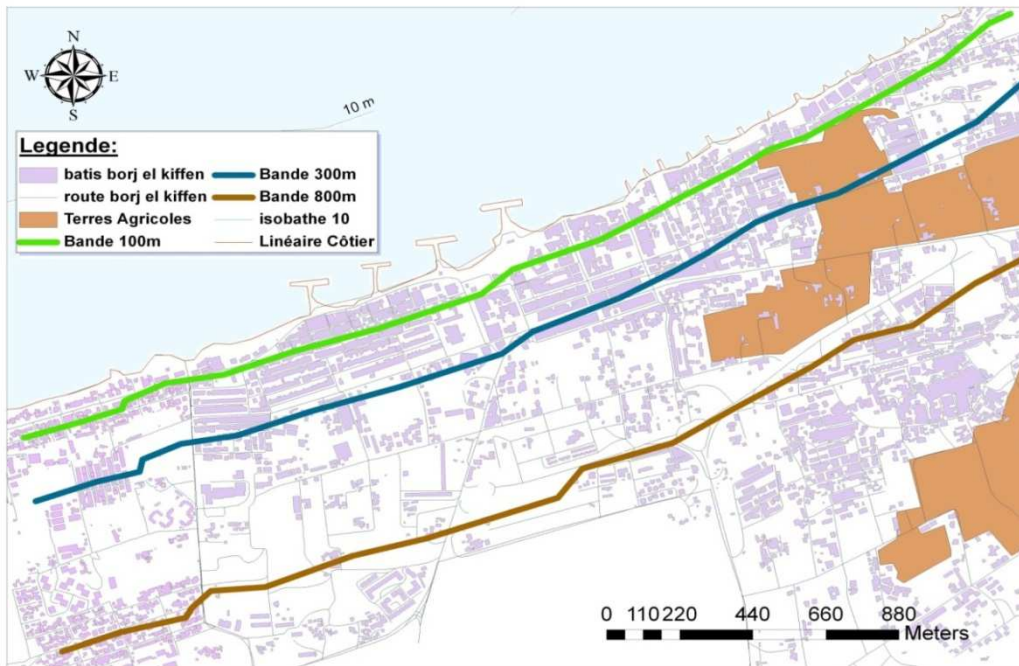
<sup>1</sup> Loi 90-29.

<sup>2</sup> Article 05 de la loi 02-02 pour la valorisation et la protection du littoral.

<sup>3</sup> Article 16 de la loi 02-02 pour la valorisation et la protection du littoral.

<sup>4</sup> Article 12 de la loi 02-02 pour la valorisation et la protection du littoral.

<sup>5</sup> Anthropique : dont la formation résulte essentiellement de l'action humaine.



**Carte N°03 : Délimitation du littoral de la commune de Borj El Kiffen selon la loi 02-02 relative à la protection et à la valorisation du littoral.**



**Carte N°04 : Délimitation du littoral dans la commune d'El Mohammedia selon la loi 02-02 pour la protection et à la valorisation du littoral.**

### I-2-3- Outils :

#### A. Le Plan d'Aménagement Côtier :

Le Programme d'Aménagement Côtier (PAC) de la zone côtière algéroise est le premier projet conduit en Algérie faisant la promotion d'une véritable démarche de gestion intégrée de la zone côtière (GIZC). Le PAC a mis en œuvre un programme de travail basé sur la méthodologie mise au point et proposée par le centre régional du PAM spécialisé en la matière (CAR/PAP<sup>6</sup>). Il a été conçu sur la base de cinq activités thématiques prioritaires, identifiées lors de la phase préparatoire du projet :

- La maîtrise de l'urbanisation et de l'artificialisation des sols ;
- La lutte contre la pollution liée à l'assainissement et aux déchets solides ;
- La protection des sites naturels et culturels sensibles ;
- La gestion intégrée des ressources en eau ;
- La gestion intégrée des zones côtières.

#### B. Le Plan directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) et le plan d'occupation des sols (POS) :

Les PDAU et les POS ont été instaurés par la **loi 90-29** du 01-12-1990, relative à l'aménagement et à l'urbanisme. Le PDAU fixe les orientations fondamentales de l'aménagement des territoires concernés, il détermine la destination générale des sols, la nature et le tracé des grands équipements d'infrastructure. Le PDAU doit être compatible avec les orientations de la loi 02-02 du 05-02-2002 et le plan d'aménagement côtier, et fixer les termes de référence des POS.

---

<sup>6</sup> Centre d'Activités Régionales pour le Programme d'Actions Prioritaires.

## ***Chapitre II***

***Notions théoriques du développement durable et du SIG***

## ***II-1- Notions théoriques sur les indicateurs de durabilité***

### **II-1-1- Rappel :**

C'est le Rapport Brundtland (le sommet de la terre de Rio en Juin 1992) qui a défini le développement durable et a mis en avant le besoin d'indicateurs environnementaux capables de valider la performance des politiques socio-économico-environnementales, et de jouer un rôle de pilotage ou de rétro-correction des politiques. Des indicateurs environnementaux et de développement durable ont alors été activement recherchés par la communauté internationale.

L'OCDE<sup>7</sup> a élaboré un noyau central d'indicateurs permettant aux 25 pays membres de quantifier l'état de leur environnement, les pressions qui s'exercent sur lui et les réponses fournies par les gouvernements pour y remédier en tenant compte des interactions entre phénomènes économiques, sociaux et environnementaux, et des efforts et impacts des acteurs (collectivités, entreprises, citoyens).

### **II-1-2- Indicateur de durabilité :**

Comment évaluer la performance ? : (Indicateur = *évaluation de la performance*) ;

La performance est ici définie comme le résultat obtenu dans l'exécution d'un objectif environnemental. Cette notion implique l'existence ;

- d'une action dont l'efficacité est à évaluer (ex : station d'épuration, *bon état écologique*, etc.),
- d'une valeur quantitative de référence (échelle de valeur ou de notation, référencée dans l'espace (global/local) et le temps permettant de juger un résultat. (Ex : Moyenne sur les résultats d'un ensemble d'hommes, de région (ou de nation), (valable dans le cas où les situations comparées présentent suffisamment de similitude en terme géographique, climatique, culturel, de niveau de vie ou d'industrialisation)
- d'une *valeur zéro*, qui peut par exemple être une valeur *historique* estimée de l'état préindustriel, ou " valeur originelle ", correspondant à un lieu considéré comme peu affecté par les activités humaines. (Source : Organisation de Coopération et de Développement Economique. « Indicateurs d'environnement, 1994 »)

---

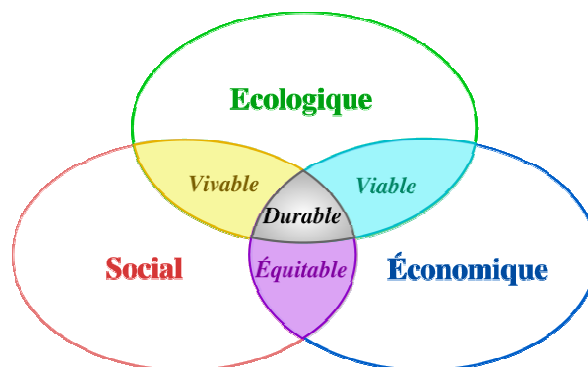
<sup>7</sup> Organisation de coopération et de développement économiques.

### II-1-3- Objet de l'indicateur :

Un indicateur environnemental de développement (durable ou non) est un outil *d'analyse, d'information, de communication et d'incitation* (Ces indicateurs, quand ils sont connus, stimulent l'application de mesures plus efficaces lorsqu'une situation tarde à s'améliorer). Il simplifie l'information pour mettre en lumière des phénomènes parfois complexes. Il quantifie l'information, sous la forme d'une mesure simple ou d'une mesure agrégée (de données multiples et disparates) dont on suit l'évolution ou que l'on compare à des valeurs de références (objectif politique, valeur limite, valeur-guide). Ce suivi, selon les besoins et les possibilités peut tendre vers le temps réel, et éventuellement être géo-référencé sur système d'information géographique (SIG).

### II-1-4- Les trois piliers du développement durable: L'environnement, le social et l'économie. Il a pour but de :

- comparer des objets différents (dans l'espace et dans le temps),
- déceler les grandes tendances, (aspect prospectif)
- déterminer des modèles, des réponses, des axes et des priorités politiques (aide à la décision),
- coordonner et mettre en pratique les plans proposés (planification),
- mesurer le niveau de performance des réponses (évaluation des actions et des politiques). (Source : Organisation de Coopération et de Développement Economique. « Indicateurs d'environnement, 1994 »)



**Figure N°02 : représentation de la relation entre les trois piliers du développement durable.**

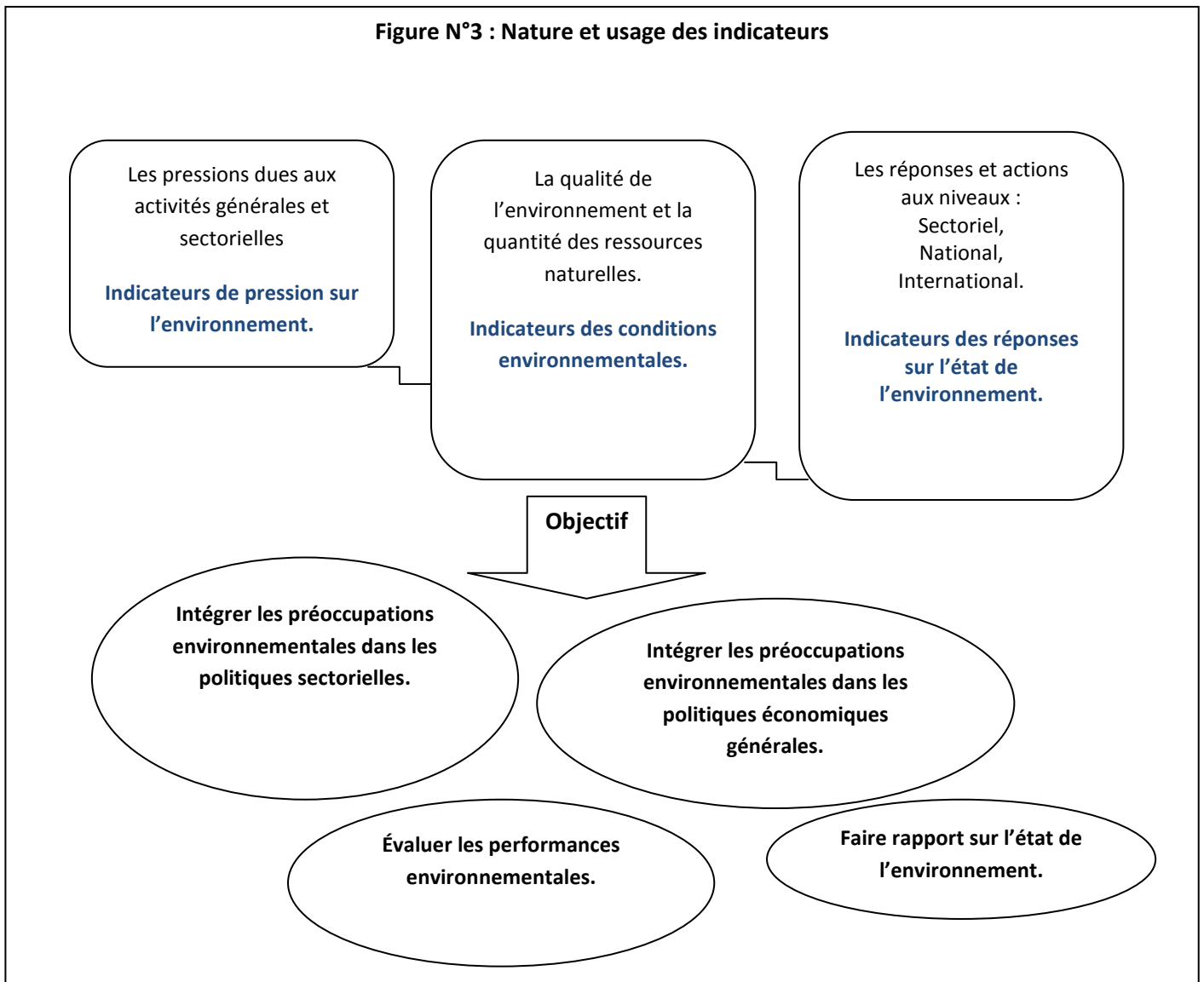
(Source : site du Programme des nations unis pour le développement).

II-1-5- Ce qu'on cherche à mesurer :

- les impacts d'un produit, d'une activité ou du développement,
- les dérives ou progrès par rapport à des valeurs précédemment enregistrées ou à des objectifs (amélioration ou dégradation par rapport à des valeurs-cibles qui peuvent éventuellement changer dans le temps ou l'espace),
- les pressions exercées par l'ensemble ou une partie de la société sur l'environnement ou sur des groupes socio-économiques particuliers,
- l'impact et la détermination de la responsabilité effective de groupes socio-économiques dans les divers phénomènes étudiés.

On cherche parfois à mesurer globalement et localement, dans l'espace et dans le temps, c'est-à-dire que l'on veut aussi apprécier des impacts différés dans l'espace, sur la biosphère et sur les générations futures.

**Figure N°3 : Nature et usage des indicateurs**



Source : indicateurs d'environnement. OCDE, 2004.

### II-1-6- La mesure :

L'indicateur est un rapport (exprimé en %) de la donnée actuellement mesurée à sa valeur cible (ou guide). La somme des rapports des indicateurs thématiques à leurs valeurs-cibles correspondantes (en %) produit un indice de performance globale de la politique de développement et en l'occurrence de sa durabilité. Les objectifs sont :

- scientifiques (connaissance et surveillance),
- politiques (planification, aide à la décision, prospective, état des lieux, gestion, organisation et contrôles locaux et globaux, évaluation des impacts et des performances des politiques, rétroactions)
- pédagogiques (sensibilisation du public, des techniciens et des décideurs, écocitoyenneté).

La question du choix des indicateurs implique une réflexion sur leurs limites, leur pertinence (sensibilité, représentativité, pertinence des valeurs-guides, des seuils, accessibilité aux données, indépendance à l'égard du champ de la conjoncture socio-économique), la manière dont on les utilisera, et la construction d'un modèle qui décrit la situation globale en fonction de ces indicateurs.

### II-1-7- Conditions minimales :

Un indicateur (résumant éventuellement une somme d'indicateurs agrégés) doit :

- être **durablement pertinent** (ou remplacé par une série d'indicateurs utilisables successivement selon les **époques** et les contextes en fonction de la variabilité de sa sensibilité ou de sa pertinence dans le temps)... Par ex, les bio-indicateurs d'utilisation plus complexes sont plus fiables pour mesurer l'état de l'environnement que les indicateurs classiques de teneurs en polluants qui ne tiennent pas compte des synergies ni ne mesurent tous les paramètres.
- être cohérent, précis, sensible et validé scientifiquement par l'ensemble des utilisateurs publics et privés.
- être accessible, dans un rapport coût/bénéfice/temps acceptable.
- être fiable, c'est-à-dire présenter une **qualité régulière des mesures**.
- éventuellement se prêter à l'agrégation avec d'autres données (problèmes d'échelles)
- tenir compte des différentes échelles de mesures ou d'appréciation (global/local) et des caractéristiques locales (ex. zones urbaines)

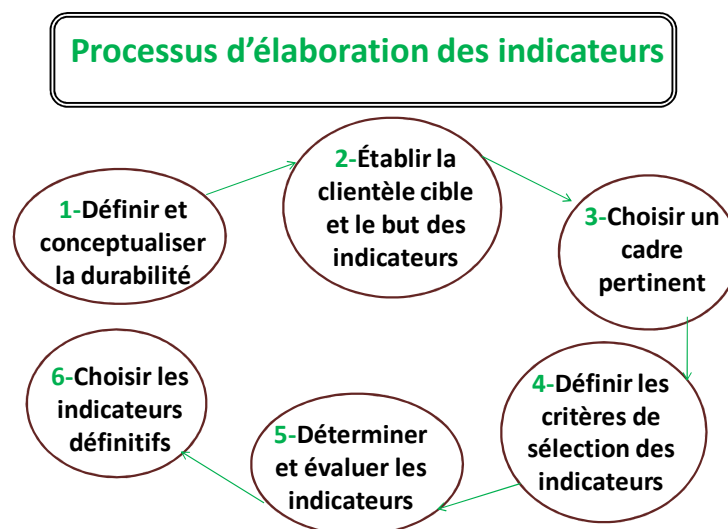
- être suffisamment définis et souples pour s'adapter aux changements éventuels de méthodes d'analyse...
- être utilisable et compréhensible par le public (ex sous forme de cartographies évolutives, thématiques et de synthèse, graphes commentés, etc.)

## II-2- Les indicateurs d'environnement et La Gestion Intégrée des Zones Côtières

- La gestion intégrée des zones côtières (GIZC)<sup>8</sup> : La GIZC est une gestion « écologiquement durable, économiquement équitable, socialement responsable et adaptée aux réalités culturelles »<sup>9</sup>.

La GIZC s'inscrit dans la démarche de développement durable : les indicateurs qui s'y rapportent permettent de comprendre les interactions et l'équilibre entre les trois enjeux définis précédemment. Suivant les territoires littoraux étudiés, leur superficie et les objectifs de gestion prescrits localement, les indicateurs mis en œuvre sont différents et axés préférentiellement sur telle ou telle problématique.

## II-3- Processus d'élaboration des indicateurs de durabilité



**Figure N° 05 : processus d'élaboration des indicateurs de durabilité.**

Source : Programme du développement durable du gouvernement du Canada, 1996.

<sup>8</sup> GIZC : "Processus dynamique qui réunit gouvernement et société, science et décideur, intérêts publics et privés en vue de la préparation et de l'exécution d'un plan de protection et de développement des systèmes et ressources côtières. Ce processus vise à maximiser les choix à long terme privilégiant les ressources et leur usage raisonné et raisonnable" (Cicin-Sain, Knecht, 1998).

<sup>9</sup> L'observatoire du littoral. Parlement européen et Conseil, 2002.

### II-3-1- Définir et conceptualiser la durabilité :

Les objectifs de la durabilité à réaliser varient d'une collectivité à l'autre. Pour cela, il faut une définition unique et fonctionnelle de la durabilité aux fins du programme des indicateurs. La réalisation d'un exercice de visualisation, à l'aide du SIG par exemple, est une technique utile à la formulation de cette définition et des objectifs connexes de durabilité. Cette démarche repose sur le consensus de multiples intéressés afin de déterminer ce à quoi devrait ressembler une collectivité pour être considérée comme durable.

▸ Définitions de la durabilité urbaine :

« ... un processus de changement de l'environnement bâti qui favorise le développement économique tout en préservant les ressources et en contribuant à la santé des individus, des collectivités et de l'écosystème »<sup>10</sup>

▸ Définitions de la durabilité économique :

La durabilité économique suppose la stabilité et la diversification de l'économie locale<sup>11</sup>. La durabilité économique signifie aussi que les activités économiques ont peu d'impacts sur l'environnement naturel et utilisent les ressources de manière efficace.

▸ Définitions de la durabilité environnementale :

« La durabilité signifie qu'on devrait protéger l'environnement dans une condition donnée au point où les capacités environnementales (capacités de l'environnement d'exercer ses diverses fonctions) demeurent aux mêmes niveaux, du moins suffisamment pour éviter d'éventuelles catastrophes, mais préféablement à des niveaux permettant aux futures générations de bénéficier d'une consommation environnementale d'égale mesure. »<sup>12</sup>. Cette définition englobe les notions que Jacobs appelle la *durabilité minimale* et la *durabilité maximale*.

- La *durabilité minimale* consiste à empêcher la dégradation de l'environnement pour éviter d'éventuelles catastrophes environnementales, alors que
- la *durabilité maximale* consiste à léguer aux futures générations au moins le même niveau de consommation environnementale dont profitent les générations actuelles.

---

<sup>10</sup> Haughton et Hunter (1994).

<sup>11</sup> Richardson 1994.

<sup>12</sup> Jacob.

‣ Définitions de la durabilité sociale :

La *durabilité sociale* s'obtient lorsque les individus d'une société peuvent :

- ❖ assurer leur santé physique, mentale et psychologique ;
- ❖ s'alimenter adéquatement ;
- ❖ s'offrir un logement de taille et de qualité convenables ;
- ❖ bénéficier de perspectives d'emploi intéressantes et lucratives ;
- ❖ améliorer leurs connaissances et leur compréhension du monde qui les entoure ;
- ❖ trouver des occasions d'exprimer leur créativité et d'avoir des loisirs de manière à satisfaire leurs besoins spirituels et psychologiques ;
- ❖ exprimer un sentiment d'identité par leur patrimoine, leur art et leur culture ;
- ❖ exprimer un sentiment d'appartenance ;
- ❖ se soutenir les uns les autres dans leur collectivité ;
- ❖ être exempts de discrimination et, pour les personnes handicapées, se déplacer dans une société sans obstacles ;
- ❖ ne pas craindre pour la sécurité de leur personne ;
- ❖ participer activement à la vie civique.

II-3-2- Établir la clientèle cible, le but connexe pour lequel des indicateurs seront utilisés et le nombre approximatif d'indicateurs nécessaires :

Le format et le nombre d'indicateurs dépendent de la clientèle cible. L'utilisation de ces indicateurs doit permettre aux acteurs et décideurs politiques de :

- prendre conscience, si nécessaire, de la valeur économique et écologique de ces régions, en général plus importante que celle de l'ensemble du territoire national ;
- mieux appréhender les problématiques spécifiques du développement durable de ces régions à travers les « chiffres clés » fournis par le calcul des indicateurs ;
- mesurer puis suivre les pressions importantes et toujours croissantes des activités humaines dans les régions côtières, ainsi que leurs impacts sur l'état de l'environnement et les autres secteurs socio-économiques ;
- mesurer et suivre les politiques mises en œuvre en réponse à ces pressions croissantes afin de sauvegarder l'environnement et les ressources naturelles du littoral et rendre plus compatible le développement et l'environnement. (Source : « Projet de protocole sur la gestion intégrée des zones côtières de la méditerranée ». Version finale 27 avril 2005)

<b>Clientèle cible</b>	<b>Format des indicateurs ou données</b>
<b>Analystes professionnels, scientifiques</b>	données brutes : images satellitaires. Indicateurs très détaillés et complexes accent mis sur la validité scientifique et la complexité du système.
<b>Décideurs</b>	indicateurs directement liés aux : – objectifs politiques – critères d'évaluation – valeurs ciblées
<b>Médias, grand public</b>	ensemble réduit d'indicateurs faciles à comprendre et représentant des préoccupations directes

**Tableau N° 02 : formats et types d'indicateurs par rapport à la clientèle cible.**

Source : Programme du développement durable du gouvernement du Canada, 1996

### II-3-3- Choisir un cadre pertinent d'indicateurs :

On peut classer les cadres d'indicateurs en six types généraux :

✚ **Cadres axés sur les enjeux :** Détermination du développement durable: « *Un développement respectueux de l'environnement, techniquement approprié, économiquement viable et socialement acceptable, permettant de répondre aux besoins des générations présentes sans compromettre la possibilité pour les générations futures de satisfaire les leurs* ». (Source : Plan d'Action pour la Méditerranée). De ce fait ; différents indicateurs de durabilité ont été mis au point pour mesurer les impacts des mesures pratiques et des politiques. Les indicateurs ont pour but de donner des informations utiles sur :

- l'état de l'environnement et des composantes sociales, économiques et écologiques du développement et sur les changements observés ;
- les pressions qui détériorent un état déjà dégradé en rompant le fragile équilibre entre développement et environnement. Ces pressions peuvent être également des forces motrices essentielles du développement économique et social et dont les impacts sur l'état de l'environnement ne sont pas directement perceptibles ou quantifiables ;
- les réponses économiques, politiques et institutionnelles qui visent à réduire ces pressions et à améliorer la situation.

✚ **Cadres axés sur les objectifs** : appliquer les articles des lois mise en œuvre pour la protection et le développement durable ;

- Protection des sites sensibles naturels, historiques, culturels.
- Combattre l'érosion et les effets du changement climatique.
- Combattre la pollution des eaux marine.
- Contrôler le développement urbain (extension en profondeur).
- Elaborer le réseau d'assainissement et encourager le recyclage des déchets.
- Améliorer la qualité et la distribution de l'eau potable.
- Promouvoir le tourisme littoral par le biais d'infrastructures côtières balnéaires.
- Modifier le réseau routier de façon à respecter la loi environnementale.
- Améliorer la qualité de l'air urbain.
- Améliorer le niveau de vie de la population, par la réduction du taux de chômage.

✚ **Cadres axés sur les secteurs** :

- Environnemental,
- Social,
- Économique et technique.

#### II-3-4- Définir les critères de sélection des indicateurs :

Nous adoptons dans le présent travail les critères proposés par le Plan Bleu pour qui, la sélection des indicateurs doit répondre aux critères suivants :

- La *fiabilité*: c'est par rapport à son caractère représentatif et significatif du processus ou phénomène dont on veut rendre compte qu'un indicateur est retenu ;
- La *pertinence*: l'indicateur est en relation directe avec la problématique Environnement Développement de la zone côtière algéroise ;
- La *mesurabilité* : un indicateur peut répondre aux critères de fiabilité et de pertinence, mais par manque ou insuffisance de données, on ne peut le calculer, donc le retenir.

#### II-3-5- Déterminer un ensemble d'indicateurs possibles et les évaluer par rapport aux critères de sélection :

Après avoir défini les critères de sélection, on peut s'en servir pour évaluer les indicateurs pouvant être inclus dans le programme. Trouver des indicateurs répondant à tous les critères de sélection risque d'être difficile. Par conséquent, il faudra exercer son jugement

pour déterminer l'importance relative des critères. Dans la détermination de l'ordre d'importance des critères retenus, il faudra privilégier la pertinence de ces derniers aux yeux des membres de la collectivité.

#### II-3-6- Choisir un ensemble d'indicateurs définitifs et vérifier leur efficacité :

Déterminer si les indicateurs mesurent ce qu'ils sont censés mesurer . *La disponibilité des données peut limiter le nombre d'indicateurs définitifs* et nécessiter une deuxième ronde de sélection des indicateurs. Dans le cadre du calcul des indicateurs de durabilité par l'outil informatique SIG, on a répartis les indicateurs par thème.

### **II-4- Le système d'information géographique :**

#### II-4-1- Le SIG Littoral :

Les SIG se sont développés rapidement durant les 30 dernières années pour devenir un des outils les plus importants à la disposition du manager côtier. D'importantes innovations dans une variété de disciplines ont facilité le développement des SIG, notamment en informatique, en système de base de données, en traitement d'image et en télédétection. (Source : Françoise Gourmelon, Marc Robin. « SIG et littoral ». Lavoisier 2005)

Si l'intérêt des SIG pour l'environnement littoral est reconnu depuis plusieurs décennies ; c'est seulement à partir des années 1990 que les applications se sont diversifiées et multipliées, utilisant alors les progrès technologiques réalisés en informatique et surtout les données d'observation (in situ et télédétection) de plus en plus nombreuses. Les SIG ont un rôle central dans la GIZC car ils ont la vocation à intervenir à tous les niveaux du processus itératif : représentation des enjeux, cartographie des ressources, représentation des contraintes, gestion, suivi et évaluation, information et communication, support à la régulation et au règlement des conflits.

- i. **Représentation des enjeux :** La gestion partagée, au cœur du processus de gestion intégrée, implique le partage des informations relatives à tous ces enjeux pour l'élaboration d'une plate-forme commune d'objectifs, sur la base de compromis. Dans ce contexte, il est essentiel de pouvoir juxtaposer et comparer, sur une base

géographique commune les données « métier » de chaque partenaire de la GIZC. (Source : Françoise Gourmelon, Marc Robin. « SIG et littoral ». Lavoisier 2005).

- ii. **Cartographie des ressources** : L'exploitation optimale mais durable des zones côtières nécessite de disposer de la cartographie actualisée des ressources, renouvelables ou non. En effet, c'est souvent sur la question de l'utilisation ou de la répartition des ressources que se posent des problèmes délicats de recherche de compromis, que ce soit entre des intérêts particuliers ou entre l'intérêt général et des intérêts particuliers. On peut ainsi évoquer la question des ressources halieutiques, de plus en plus disputées dans les zones touristiques entre pêcheurs plaisanciers et les pêcheurs professionnels, celle des ressources en eau sujette à une surexploitation liée au tourisme et aux loisirs, aggravée parfois par des activités très consommatrices comme l'agriculture.
- iii. **Représentation des contraintes** : Idéalement, les contraintes associées à chaque enjeu ou à chaque activité devraient trouver leur représentation dans un SIG littoral, notamment :
  - *En termes d'exigence* : espace, périodes, ressources ;
  - *En terme d'interactions* : il convient de représenter toutes les incompatibilités (entre activités, avec la protection ou le statut de la zone occupée) ;
  - *En terme d'impact environnemental* : associé à chaque activité (panache d'effluents, impacts paysagers, bruit, odeurs) ;
  - *En termes de risques* : L'élaboration de compromis ou la prévention des conflits potentiels, implique en effet le croisement de diverses contraintes s'exerçant sur le littoral.
- iv. **Gestion** : La gestion intégrée est complexe et multidisciplinaire. Elle s'appuie sur de nombreux paramètres, très souvent spatialisés, comme c'est le cas pour la plupart des impacts et des conflits. La représentation dans un système unique de tous ces paramètres est une assistance unique à la décision et à la gestion, ce qui explique pourquoi tout projet de gestion implique nécessairement la mise en place d'un *Système d'Information Géographique* capitalisant notamment les données, des modèles reliant actions et effets attendus, des indicateurs de gestion, la programmation et le suivi des actions de surveillance et de contrôle.
- v. **Suivi et évaluation** : Dans le processus dynamique que constitue la gestion intégrée le suivi tient une place très importante car c'est notamment en fonction des impacts observés ou de l'évolution des objectifs que sont prises les décisions de gestion et que

sont éventuellement adaptés les objectifs ou le calendrier pour les atteindre. Les données utilisées pour le suivi concernent tous les « piliers » du développement durable :

- Aspects écologiques ;
- Aspects économiques ;
- Aspects sociaux.

Sur un territoire étroit que l'on cherche à gérer de manière optimale, il convient de cartographier finement les nombreux paramètres dans l'espace et dans le temps. L'évaluation est un volet important d'une saine gestion. Elle suppose la production régulière d'indicateurs, parfois confondus avec les indicateurs de gestion, qui sont généralement basés sur des données recueillies lors des suivis.

vi. **Information et communication** : La gestion en commun implique la mise à disposition de l'information. Il est évident que les décisions concertées ne peuvent être prises que si tous les partenaires partagent la même information. La mise à disposition d'informations suppose aussi un support commun de connaissances, utilisant des références communes (géographiques, symboliques, temporelles), et capable de générer des synthèses accessibles à un large public.

Si l'information est essentielle aux acteurs directs, la communication est primordiale pour l'adhésion du public aux contraintes de gestion ou de financement. Ceci implique de pouvoir fournir à chacun une information à son niveau de besoin en termes de thématique ou de complexité, de tendances et de perspectives.

#### II-4-2- La boucle de décision dans les SIG :

Il est important de reconnaître que les SIG ne sont qu'une composante de la boucle de prise de décision. Cette boucle a trois composantes:

- A. La réalité: Il est important que les données collectées correctement reflètent la réalité. Décider de la source de données et s'assurer de leur grande qualité sont très importants.
- B. SIG : Une fois la donnée a été collectée, elle est introduite dans le SIG. Le SIG contient d'autres couches de données, qui représentent une image de la réalité. Les couches peuvent être combinées pour caractériser les aspects géographiques et les types de relations. La base de données peut être utilisée pour l'analyse statistique et toute autre analyse numérique.

Il y a plusieurs méthodes d'intégration des données, chacune d'elles peut affecter la qualité et le format des données. Les données peuvent être stockées sous le format raster ou vecteur. Le format des données peut influencer leur qualité.

C. Décision : Les produits du SIG peuvent être utilisés pour l'aide à la décision dans la gestion. Le mécanisme à travers lequel les produits du SIG influencent la décision de gestion varie en fonction du contexte institutionnel, mais il est important de se rappeler que seul le SIG fournit des données dans une forme commode pour aider à prendre des décisions. Le SIG ne prend pas de décisions.

La prise de décision ferme la boucle puisque la décision influence la réalité. Le rôle du SIG cependant, continue, par rapport à la surveillance des changements et le raffinement de l'action de gestion.

# ***Chapitre III***

## ***Mise en place de la base de données SIG***

### **III-1- Calcul des indicateurs de durabilité selon les trois volets du SIG**

#### Matériel :

Les images satellitaires utilisées ont été prises en septembre 2007, géo-référencées automatiquement à la zone qui couvre notre terrain d'étude, selon le référentiel Nord Sahara, zone n°31. Les cartes des limites administratives des communes de la wilaya d'Alger ont été numérisées. Nous avons pour cela utilisé le logiciel **ArcGis** dont l'**ArcMap** pour le géo-référencement, le dessin des couches, le calcul des indicateurs.

#### Méthode :

### **III-2- Les trois volets d'un SIG**

Les informations géographiques sont représentées par une série de jeux de données géographiques qui modélisent la géographie à l'aide de structures de données génériques simples. Des nombreux outils sont intégrés à un SIG, afin de pouvoir travailler avec les données géographiques. Un système SIG doit disposer de plusieurs vues sur l'information géographique pour assurer son exploitation :

*III-2- 1. Le volet géodatabase :* un SIG correspond à une base de données spatiales contenant des jeux de données qui représentent des informations géographiques selon un modèle de données SIG générique (entités, rasters, topologies, réseaux).

*III-2- 2. Le volet géovisualisation :* un SIG est un ensemble de cartes intelligentes et de vues qui montrent des entités et leurs relations à la surface de la terre. Il est possible d'élaborer différentes vues cartographiques des informations géographiques sous-jacentes, qui s'utilisent comme des « fenêtres ouvertes sur la base de données » afin d'effectuer des requêtes, des analyses et de modifier les informations.

*III-2- 3. Le volet géotraitement :* un SIG comprend des outils de transformation des informations qui produisent des jeux de données géographiques à partir des jeux de données existants. Les fonctions de géotraitement utilisent des informations contenues dans les jeux de données existants, appliquent des fonctions analytiques et écrivent les résultats dans de nouveaux jeux de données.

### **III-3- Méthode de la mise en place de la base de données SIG**

- Sélectionner la région à étudier.

- Créer sur l'ArcCatalog les entités, les couches et les indicateurs dans un système en forme de fichiers et sous-fichiers :
- Les différentes couches thématiques ont été réparties de façon à pouvoir superposer l'une sur l'autre pour en conclure avec plusieurs cartes mesurables et significatives.
- Les étapes précédente nous ont permis d'avoir cette liste d'entités pour classer les indicateur de durabilité dans l'ordre ;

⇒ Classification par thème :

1) **Espaces et territoire :** Indicateurs d'état de l'environnement ; qui nous renseigne sur la distribution des différents types d'occupations ou de l'état naturel qui résident encore dans cette partie du territoire.

- Hydrographie :
  - Cours d'eaux permanentes,
  - Cours d'eaux temporaires,
  - Lacs ou barrages,
- Dunes littorales,
- Espaces verts :
  - Forêts,
  - Verdures urbaines,
  - Terres agricoles,
- Zones urbaines (mise en forme spécifique pour les bâtis sur les dunes littorales),
- Réseaux routiers,
- Linéaire côtier (dessiner et calculer),
- Limite littorale (selon la loi 02-02 pour la protection et préservation du littoral),
- Terrains non exploités (spécifique pour les plages et lieux non autorisés),
- Communes de la zone d'étude.

2) **La population :**

- Statistiques de la population :
  - nombre d'individus,
  - Densité,
  - Taux d'accroissement.
- Etablissements (parfois en dehors de la zone d'étude):
  - Université,
  - Instituts,
  - Grandes écoles,
- Hôpitaux (situation et superficies),
- Zones urbaines,
- Réseau routier.

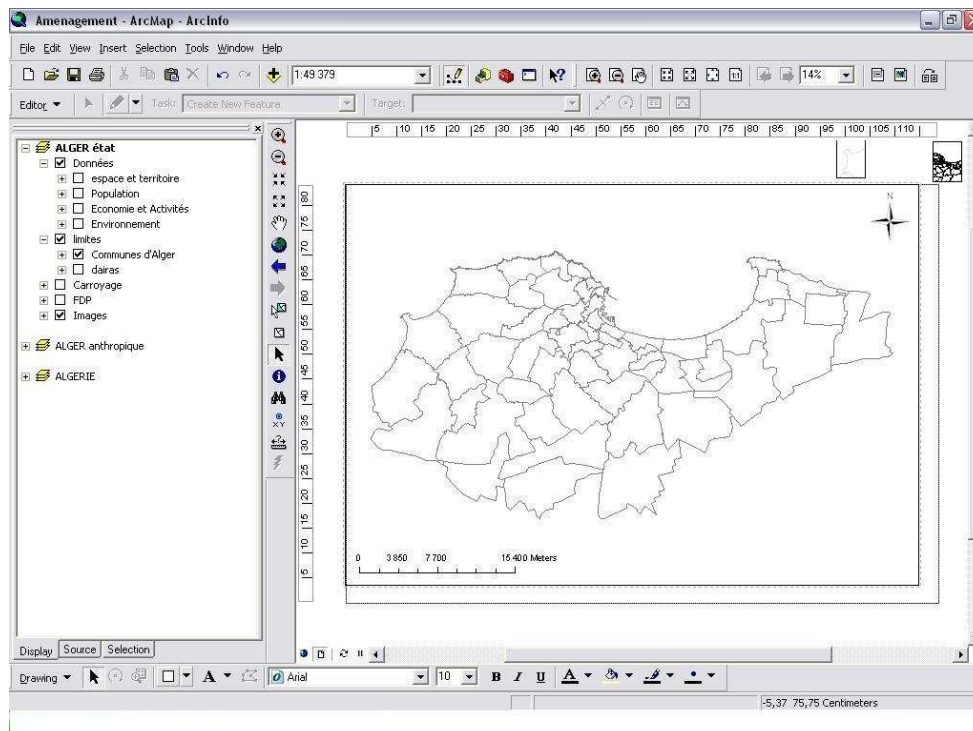
3) **Activités et pression sur le littoral :** Indicateurs de pressions sur l'environnement.

- Tourisme : (situation des activités attractives pour le tourisme)
- Port de plaisance,
- Port de commerce,
- Plages autorisées à la baignade,
- Sites de plongée,
- Sites de camping,

- Sites historiques,
- Parcs aquatiques,
- Stations thermales.
  - Industries :
- Zones industrielles (situations et calcul des superficies),
- Nombre d'industries,
- Centrales électriques (situations et superficies),
- Zones d'activités agricoles.

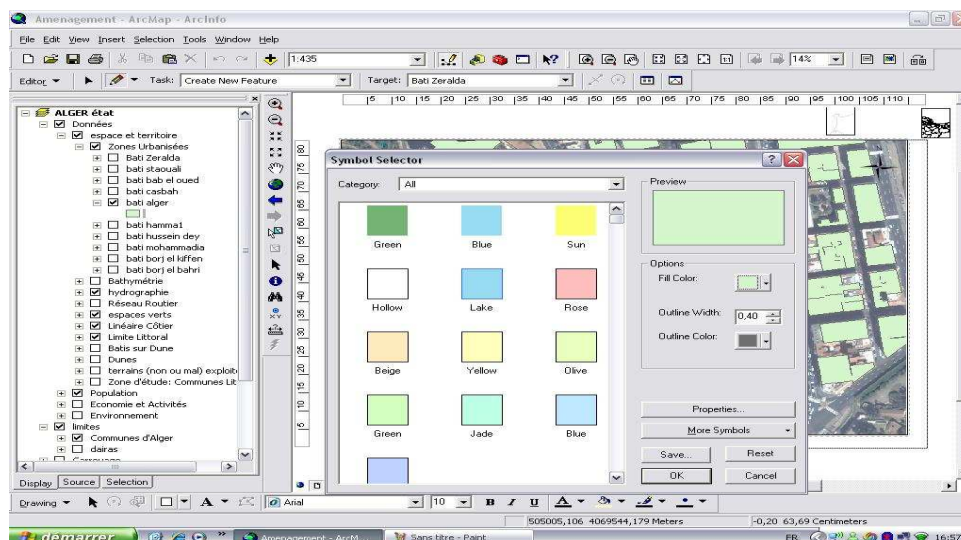
**4) Environnement : les trois types d'indicateurs sont à indiquer dans ce thème.**

- Bassins versants (limites et calcul des superficies) :
  - Bassins de Beni Messous,
  - Bassin d'El harrach,
  - Bassin de Reghaia,
- Plages autorisées à la baignade,
- Zones d'extraction non autorisée de sable,
- Plages érodées (calcul des surfaces),
- Plages d'engraissement (superficie calculée),
- Hydrographies (mise en évidence des cours d'eaux temporaires et permanents),
- Situation des zones industrielles,
- Rejets d'eaux usées en mer,
- Rejets du port d'Alger,
- Situation des stations d'épuration, qui représente un indicateur de réponse de la société pour l'environnement.
- Zones de présence d'activités agricoles,
- Qualité des eaux autorisées à la baignade,
- Taux de détergents anioniques en mer,
- Taux de métaux lourds en mer,
- Taux de matières organiques en mer,
- Qualité de l'air,
- Déchets urbains solides (réseaux de transfert et lieux d'implantation) (parfois en dehors de la zone d'étude).



**Figure N°06: Couches thématiques mise en place sur le logiciel ArcGis.**

- Sélectionner l'image satellitaire correspondante au lieu choisi.
- Prendre les dimensions et les degrés d'agrandissement les plus appropriés nous facilitant la distinction des entités à représenter.
- Dessiner les couches une par une par indicateurs correspondant dans l'ordre : Réseau hydrographique, végétation, réseau routier, urbanisme... de façon à superposer à la fin couche sur couche.
- Sélectionner les symboles significatifs et spécifiques de chaque couche selon sa nature dont les différentes couleurs et formes. (remplissage, contours pour les surfaces) ; (type de trait et couleur pour les lignes) ; (type de point et couleur pour les points).



**Figure N°08 : image scannée démontrant la sélection des symboles.**

Enregistrer et mettre à jour à chaque modification, puis rapporter les dessins obtenus sur des tables attributaires pour chaque entité faite, chaque table contient le nombre de points, de polygones ou de lignes.

- Les tables attributaires contiennent les mesures de toutes les lignes et de toutes les distances.
- Choisir les groupes similaires (exemple : ensemble des polygones caractéristique de l'urbanisme) dans une seule mesure par commune. Et faire cela pour tous les ensembles.
- Pour calculer toutes les mesures à rechercher, on doit choisir le type d'entité (surface, distances, nombre).
- Sélectionner ce qui doit être calculé.
- Choisir dans notre cas le mètre comme pour tous nos calculs.
- Lancer le calcul automatique pour les objets sélectionné.
- Les réseaux peuvent ainsi être élaborés, tenant comme exemple l'ensemble des autoroutes, des routes communales et routes secondaires en un seul réseau routier car notre objectif est de calculer la longueur de ce réseau.
- Les tables attributaires sont complétées par l'intégration de différentes autres données telles que des noms, de spécificité des lieux ou de dates. Cela va être utile pour d'autres applications dans la représentation, la cartographie et l'assemblage de couche pour mieux expliquer et mieux interpréter les cartes.

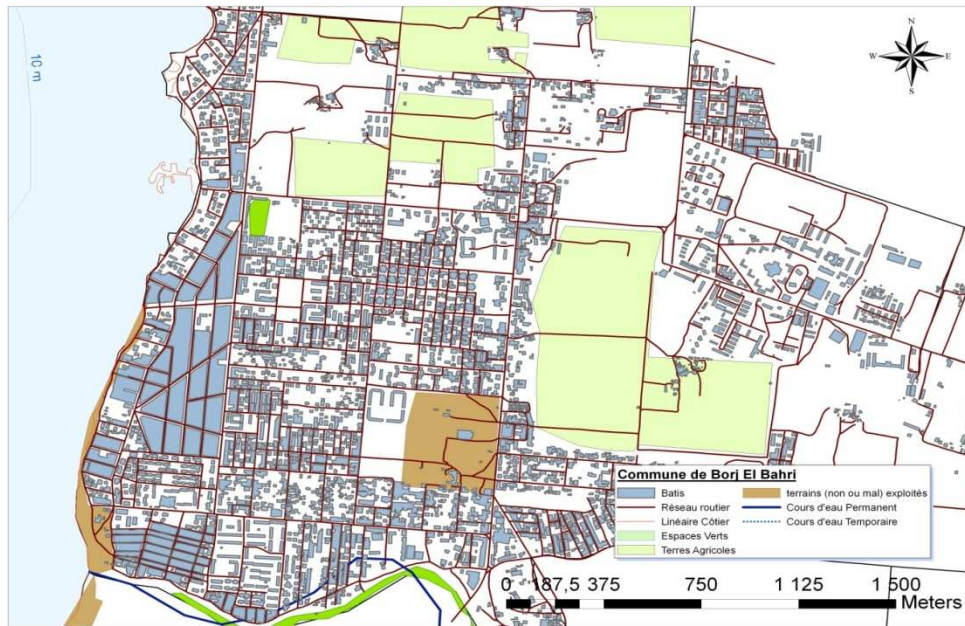
### III-4-Résultats

#### 1<sup>ère</sup> partie :

Les résultats calculés : Indicateurs d'états de l'environnement.

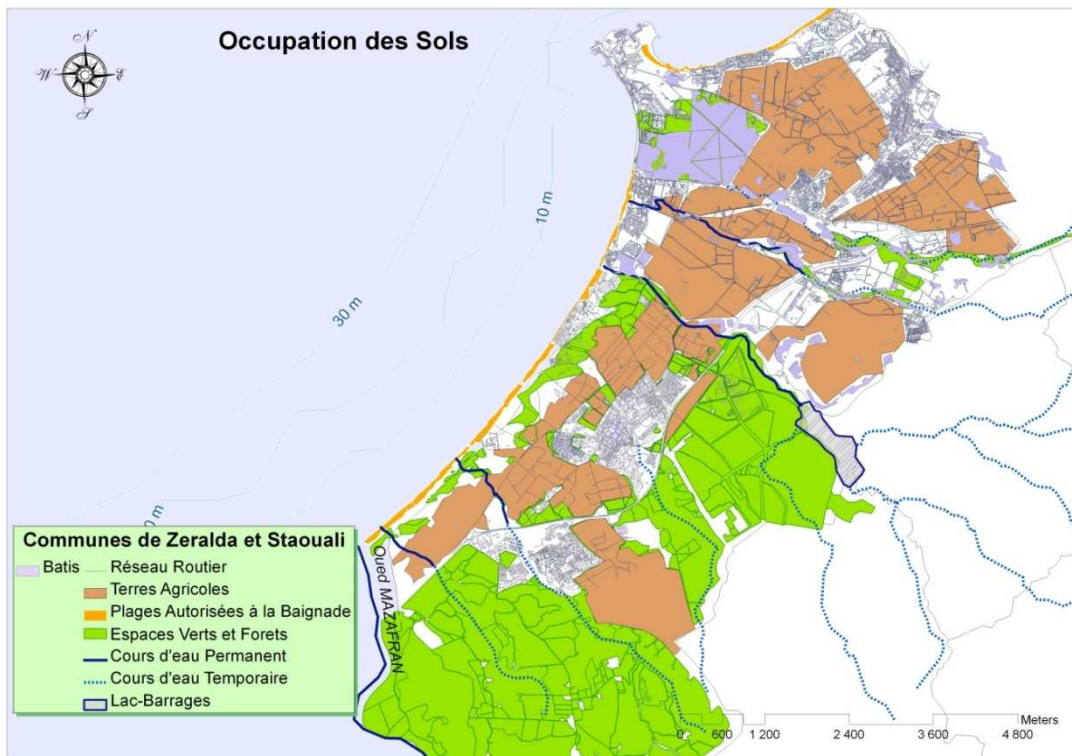
**Tableau N°03 : résultats du calcul des indicateurs spécifiques à la répartition des sols de la zone d'étude. (Voir les cartes de 28 à 36)**

Indicateurs Espaces et territoire	Superficie totale (m²)	Linéaire côtier (m)	Nombre d'agglo. littorales	Surface bâtie (m²)	espaces verts (et terres agricoles) (m²)	Forets (m²)	Nombre de Plages autorisées à la baignade
Bab El-Oued	1 178 901	1 513	1	347 126	50 017	0	2
Casbah	1 116 738	6 602	1	279 698	0	0	0
Alger Centre	3 672 773	9 465	1	788 834	173 410	0	0
Hamma	2 202 414	1 146	1	337 693	401 080	401080	0
Hussein Dey	4 238 995	4 033	1	715 385	88 943	0	0
Mohamedia	7 928 255	5 239	2	810 227	252 244	252244	0
Bordj El Kiffen	20 952 903	8 882	4	2 540 988	5 230 812	291474	3
Bordj El Bahri	7 637 125	3 743	1	1 229 444	1 320 742	10 013	2
Staouéli	21 569 356	11 760	9	3 548 377	11 860 852	2 209004	10
Zeralda	29 460 019	4 638	3	769 624	24 793 873	5 978286	6



**Carte N°35 : Carte d'occupation des sols d'une commune de la baie d'Alger (Commune de Borj El Bahri)**

Etablie à partir : D'image satellitaire géo référencée (Zone 31 Nord Sahara).



**Carte N°36 : Carte d'occupation des sols des communes témoins : Zeralda & Staouali**

Etablie à partir : D'image satellitaire géo référencée (1959, Zone 31 Nord Sahara).

Résultats du calcul des surfaces et distances des plages des communes à étudier :

**Tableau N°04 : résultats du calcul des surfaces et distances des plages des communes à étudier.**

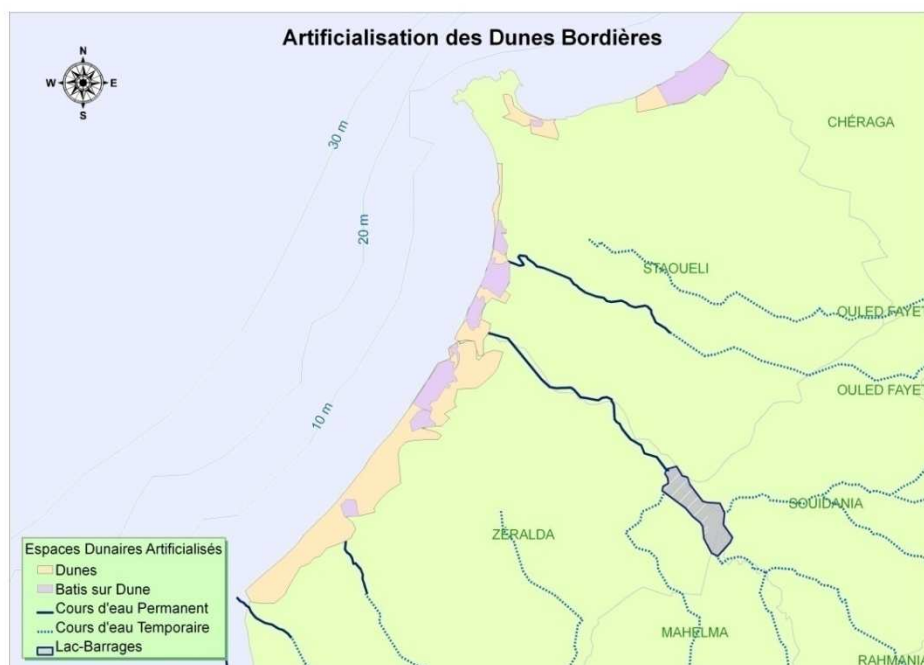
Plages	commune	Longueur (APPL)	Longueur calculée (ARCGIS) (m)	Largeur (APPL)	Largeur calculée (ARCGIS) (m)	Superficie calculée (ARCGIS) (m <sup>2</sup> )	granulométrie <sup>13</sup>	Hôtels ou sites touristique	érosion <sup>14</sup>
KITTANI	BAB EL	900 m	281	10 m	30	7 165	Sable fin	Absence	Absence
R'MILA	OUED	650 m	242	10 m	14	3063	Sable fin	Absence	Absence
SIRENE I	BORJ EL	288 m	269	23 m	36	8 589	Sable fin	Absence	Faible
SIRENE II	KIFFEN	600 m	220	15 m	13	3 386	Sable fin	Absence	Forte
BATEAU CASSE		757 m	1 338	50 m	17	29 696	Sable fin – massifs rocheux	2 parcs aquatiques	Faible
LES ONDINES	BORJ EL BAHRI	233 m	412	23 m	29	5 516	Sable moyen	Absence	Présence
ALGER PLAGE		385 m	ND	21 m	ND	ND	Sable moyen	Absence	Présence
PALM BEACH	STAOUEL I	535 m	693	33 m	53	22 763	Sable moyen	Hôtels et plage privée	Présence
SIDI FREDJ EST		414 m	412	83 m	67	26 765	Sable fin	Complexe touristique et port de plaisance	Engraissement
AZUR PLAGE		656 m	753	32 m	31	29 839	Sable moyen	Complexe Azur Plage	Forte
RIADH		100 m	329	30 m	45	5 539	Sable fin	Hôtel Riadh	Forte

<sup>13</sup> Agence de Protection et de Promotion du Littoral

<sup>14</sup> Agence de Protection et de Promotion du Littoral.

CRF		600 m	285	20 m	24	11 289	Sable moyen	Complexe de Repos	ND
MENZEH		100 m	ND	20 m	ND	ND	Sable moyen	Hôtel El Menzeh	ND
MORETTI		500 m	1 090	30 m	45	24 500	Sable fin	Non	ND
SHERATON		500 m	1 090	30 m	45	24 523	Sable fin	Hôtel Shératon	Absence
SAHEL		300 m	1 097	30 m	15	18 793	Sable fin	Non	Absence
THALASSO		200 m	242	30 m	39	5 268	Sable moyen	Centre de thalasso thérapie de Sidi Fredj	ND
KHELOUFI I	ZERALDA	800 m	886	40 m	84	58 870	Sable fin à grossier et galets par endroits	Absence	Absence
KHELOUFI II		1 000 m	1 109	40 m	64	62 858	Sable fin et galets par endroits	Absence	Absence
P. FAMILIALE		1 200 m	1 162	40 m	65	74 445	Sable fin à grossier et galets par endroits	Absence	Absence
COMPLEXE TOURISTIQUE		600 m	669	3 à 8 m	71	41 500	Sable fin	Complexe Touristique de Zéralda	Absence
SABLE D'OR		200 m	432	10 m	68	8 942	Sable fin	Hôtel Sable D'Or	Absence
CRF		200 m	103	10 m	21	2320	Sable fin	Centre de Repos	Absence

Artificialisation des dunes littorales :



**Carte N°05 : artificialisation des dunes bordières par les infrastructures touristiques dans les communes de Staouéli et Zéralda.**

**Tableaux N°09: Surfaces calculées des agglomérations construites sur les dunes bordières de la commune de Staouali. (Voir la carte 05)**

Agglomérations sur dunes	Type	Surface (m)
1	Complexe touristique (hôtel)	71 832
2	quartiers (villas)	141 230
3	quartiers (villas)	57 590
4	Complexe touristique (hôtel classé)	12 623
5	Hôtel classé + cartier résidentiel	357 804
<b>Totale</b>		<b>641 079</b>

Surface dunes bordières : **1 131 080 m<sup>2</sup>**.  
**56,6 %** de la surface dunaire est bâtie.

**Tableaux N°10: Surfaces calculées des agglomérations construites sur les dunes bordières de la commune de Zéralda. (Voir la carte 05)**

Agglomérations sur dunes	Type	Surface (m)
1	Camps de vacances	45 524
2	Parcs logements	63 282
3	Appartements de vacance + CRF	199 883
<b>Totale</b>		<b>308 689</b>

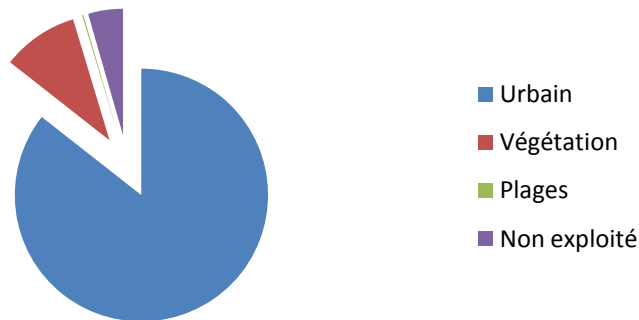
Surface dunes bordières : **1 986 910 m<sup>2</sup>**.  
**15,5 %** de la surface dunaire est bâtie.

*Pourcentage de la répartition des sols des communes de la zone d'étude :*

**Tableau N°06 : pourcentage de la répartition des sols des communes de la zone d'étude.**

Communes	Urbain %	Espace vert %	Plages %	Non exploité %	total
Bab El Oued	<b>94.5</b>	4.2	1.3	0	<b>100 %</b>
Casbah	<b>96</b>	2	<b>0</b>	2	
Alger Centre	<b>95.3</b>	4.7	<b>0</b>	0	
Hamma	76.6	18	<b>0</b>	5.4	
Hussein Dey	<b>87</b>	3	<b>0</b>	10	
Mohammadia	<b>84.2</b>	3	<b>0</b>	12.8	
Borj El Kiffen	74.7	25	0.25	2.77	
Borj El Bahri	79.88	17.7	0.17	2.25	
	<b>85.93</b>	<b>9.8</b>	<b>0.17</b>	<b>4.5</b>	<b>100 %</b>
Staouali	45.88	<b>53.5</b>	0.62	0	<b>100 %</b>
Zéralda	15.15	<b>84.1</b>	0.45	0	

## occupation des sols des communes de la baie d'Alger



### Conclusion :

Les SIG, avec ses multiples applications donnent un avantage considérable dans la visualisation et la représentation de l'occupation des espaces, permettant de calculer précisément le taux de chaque type d'occupation, ce qui laisse projeter, par exemple ; l'évolution temporelle des terres littorales grâce à des prises de photographies et d'images satellitaires continues pour ainsi avoir des graphes permettant une bonne utilité pour une analyse de durabilité par exemple.

La cartographie résultante met en évidence le problème de la densité de la population qui est élevée sur la partie occidentale de la baie d'Alger pour des causes historiques telles que : La concentration de la population qui vivait en grande partie en aval du mont de Bouzaréah, engendrant une surpopulation ayant comme conséquence une forte pression urbaine, entraînant, une diminution du taux de végétation urbaine, piétinement et construction de routes sur les terres fragiles du littoral. Il est à noter entre autre que cette concentration se justifiait par la présence du port d'Alger.

### 2<sup>ème</sup> partie :

#### *Indicateurs cartographiés à partir de données diverses*

##### *A. Espaces naturels littoraux :*

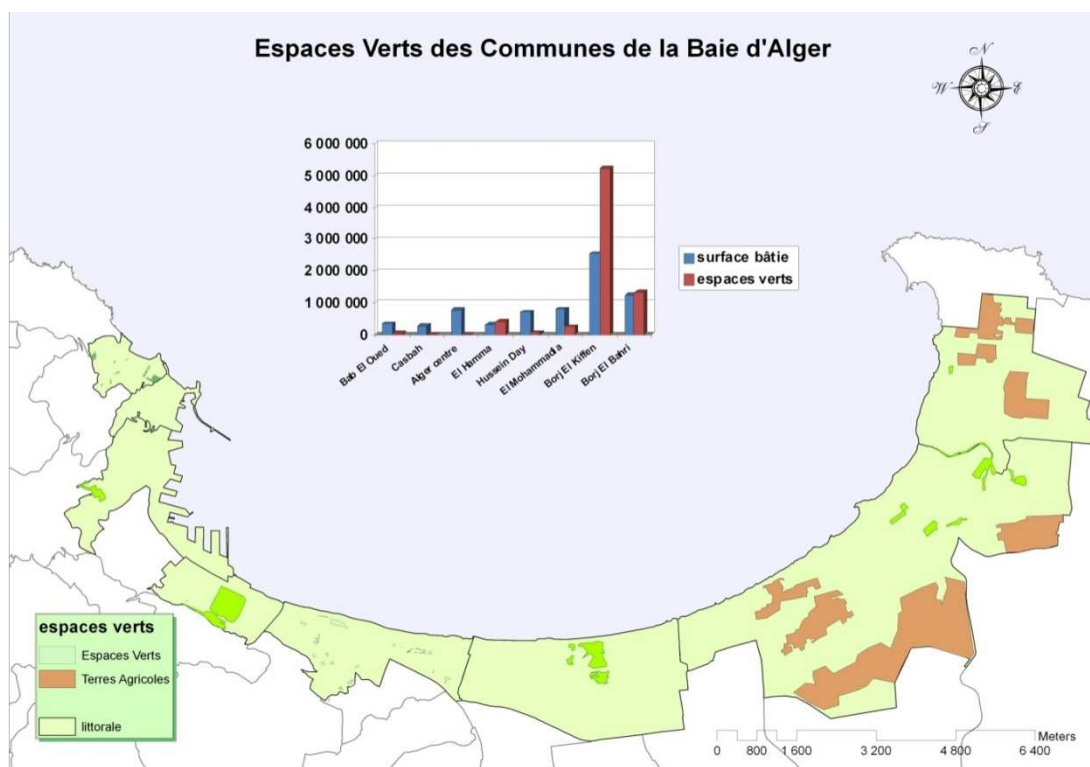
##### Les espaces verts :

Le taux de couvert végétal varie d'une commune à l'autre, le taux global est de 9,7 % dans les communes de la Baie d'Alger avec une superficie de 7 517 248 m<sup>2</sup>, tandis que le taux d'urbanisme atteint 85,98 %. La végétation est représentée par les forêts (Hamma,

Mohammedia, Bordj El Kiffen et Bordj El Bahri) ou par des terres agricoles (Borj El Kiffen et Borj El Bahri) se qui caractérise ces deux communes par une activité agricole remarquable. Ainsi que d'espaces verts urbains présents dans pratiquement toutes les autres communes par des valeurs minimales.

Pour les communes de Zeralda et Staouéli le taux de végétation est de 68,7 % soit 36 654 725 m<sup>2</sup> pour les deux communes réunies par rapport à la surface générale. La végétation est présente par des forêts, terres agricoles d'où une importante activité agricole ou espaces verts urbains. Le taux d'urbanisme est de 30,51 %.

La présence de 15 plages autorisées à la baignade est à signaler dans ces deux communes, ce qui encourage l'activité touristique et d'autres activités balnéaires ou nécessitant la présence de la côte. Le littoral de la Baie d'Alger est pratiquement entièrement interdit à la baignade à cause de la présence du grand port d'Alger, de la pollution due aux rejets d'eaux usées urbaines ou industrielles à travers les Oueds d'El Harrach et d'El Hamiz principalement, ou à cause de la géomorphologie de la côte ne permettant pas l'accès aux plages. Seules les communes de Bab El Oued, Borj El Kiffen et Borj El Bahri offrent en tout 7 plages autorisées à la baignade. (Voir carte 06)



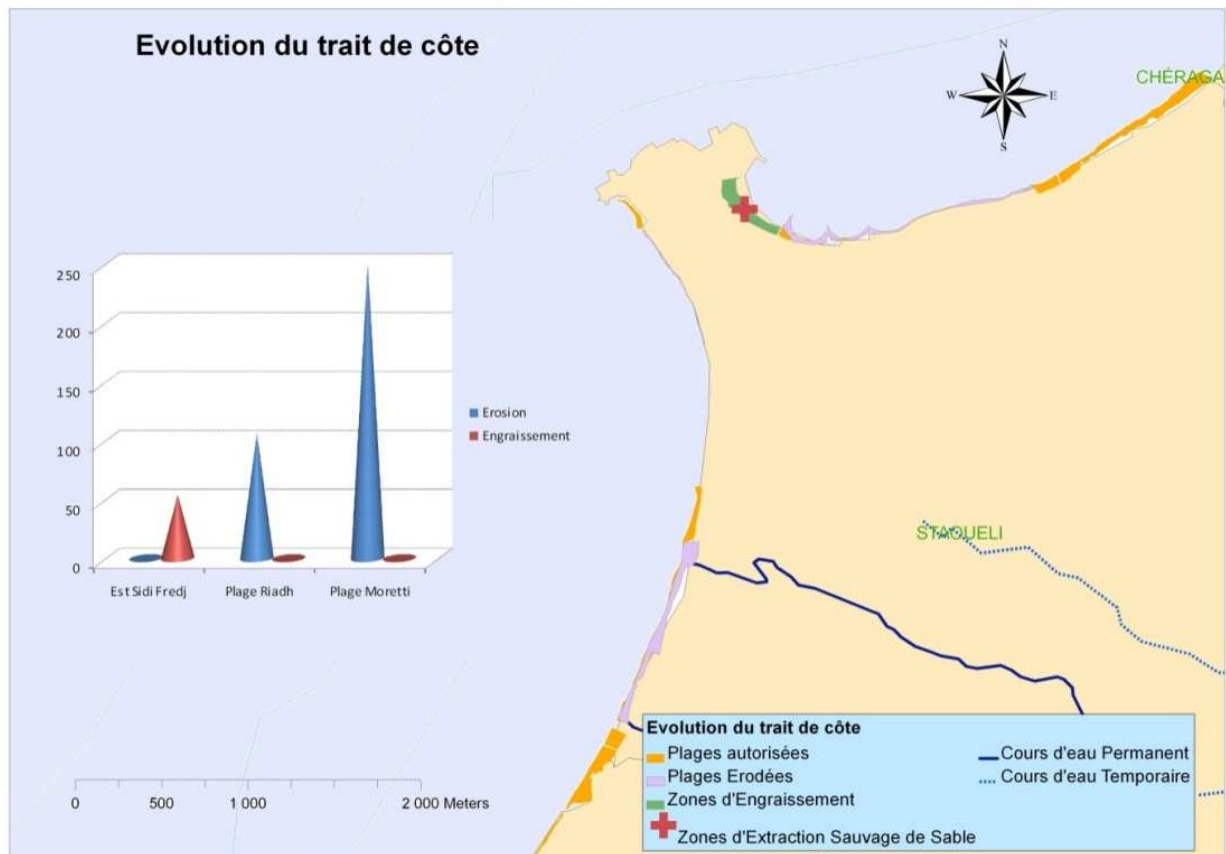
**Carte N°06 : distribution de la végétation dans les communes de la baie d'Alger.**

### Trait de côte :

En moyenne la côte algéroise perd 2.25 m/an causé par l'érosion marine.

Ce phénomène est le résultat de la combinaison de plusieurs facteurs, mais qui globalement est associé au déséquilibre dans le bilan sédimentaire entre la plage et la mer<sup>15</sup> :

- Disparition du cordon dunaire (presque toute la baie d'Alger)
- Disparition du haut de plage (Zeralda, Sidi Fredj, Bordj El Kiffan)
- Extraction abusive du sable de plage ;
- Extraction abusive du sable des oueds ;
- La sécheresse et les conditions climatiques ;
- Des aménagements d'ouvrages de protection contre nature (Sidi Fredj Ouest et Borj El Kiffen)
- Des aménagements en bordure de route ;
- Sur fréquentation estivale des plages
- L'apparition de parkings sur le haut des plages (Zeralda) ;
- Des constructions « pieds dans l'eau » (Sidi Fredj Ouest, Zéralda, Borj El Kiffen, Borj El Bahri). (voir carte 07-08)



**Carte N°07: Trait de côte sur le littoral des communes-témoins (Staouali et Zéralda).**

**Carte N°08 : évolution du trait de côte à l'embouchure d'Oued El Harrach.**

Cette situation appelle des mesures urgentes notamment en ce qui concerne :

1. Le contrôle strict et permanent, une verbalisation rigoureuse des pilleurs de sable (plages et oueds) ;

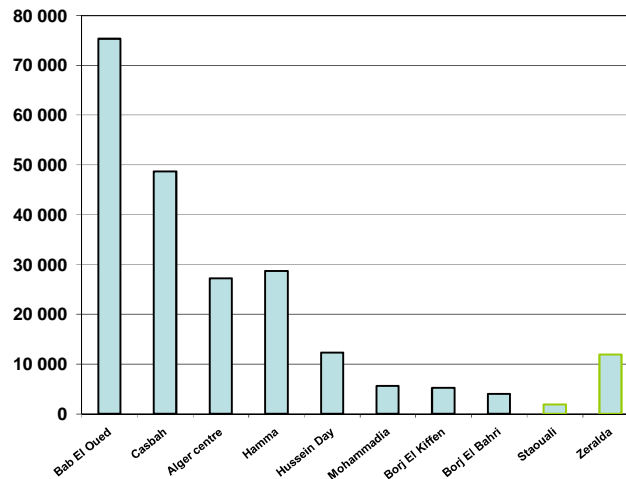
<sup>15</sup> Bibliographie N°06.

2. Délocalisation de tous les parkings qui se trouvent sur le haut des plages ;
  3. L'arrêt de tout aménagement dans la bande des 100 mètres ;
  4. le contrôle de la fréquentation estivale ;
  5. La révision du décret réglementant les concessions des plages et prévoir un bail plus long pour permettre une meilleure implication des concessionnaires dans la gestion des plages (Durant toute l'année et non plus pendant la saison estivale) ;
- Une plus grande sensibilisation des estivants.

B. Thème : Population : (Voir les cartes : 39-40-41 – cartothèque)

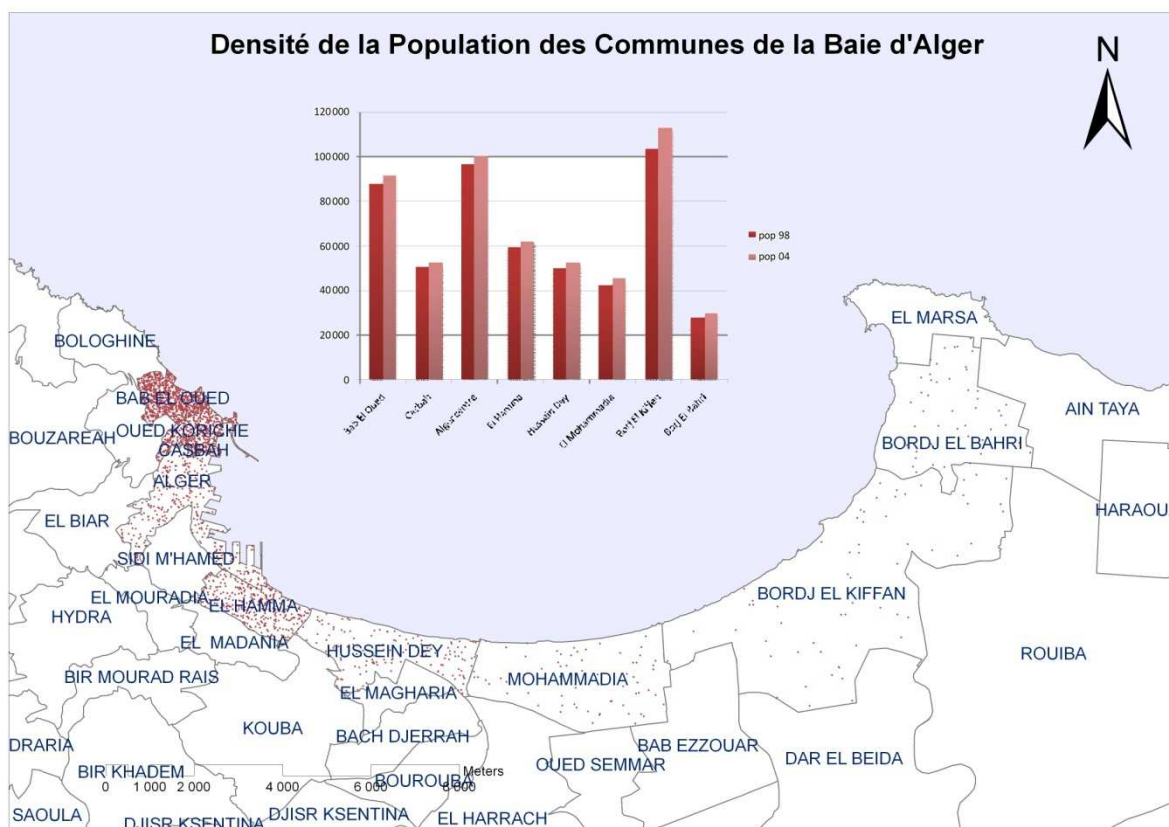
**Tableau N°06 : statiques par communes des indicateurs sociaux.** (Source : ONS)

Indicateurs Sociaux	Pop 2004 (ind)	Densité (ind/km <sup>2</sup> )	Taux Accr. annuel (%)
Bab El Oued	91 223	75 390	0.80
Casbah	52 582	48 687	0.79
Alger Centre	100741	27 227	0.90
Hamma	61 962	28 686	0.90
Hussein Dey	52 295	12 275	0.95
Mohammadia	45 142	5 649	1.40
Bordj El Kiffen	112896	5 202	1.70
Bordj El Bahri	30 010	4 012	1.45
Staouali	42 210	1 918	1.64
Zeralda	35 793	11 931	1.61



**Figure N°12 : répartition de la densité de la population par commune.**

La densité la plus élevée de la population est remarquée à Bab El Oued avec une valeur de 75 390 hab/Km<sup>2</sup>, suivie de la commune de la Casbah avec une valeur égale à 48 648 hab/Km<sup>2</sup>. Tandis que la population est plus élevée à Bordj El Kiffen avec 112 896 hab. et d'une densité de 5 202 hab/Km<sup>2</sup> seulement, due à la grande superficie de la commune, les habitations sont concentrées sur la marge la plus proche du rivage ce qui constitue une grande pression sur le littoral et provoque la dénaturalisation de l'écosystème côtier. La commune d'Alger Centre avec 100 741 hab compte une densité de 27 227 hab/Km<sup>2</sup> avec un littoral caractérisé par la présence du port d'Alger. Sur les communes de Zeralda et Staouéli la densité est faible n'atteint que 1918 hab/Km<sup>2</sup> à Staouéli, ces villes balnéaires sont sur-fréquentée durant la période estivale.



**Carte N°40 : Densité de la population dans les communes de la baie d'Alger**

C. Thème : Economie et activités : indicateurs de pression de l'environnement.

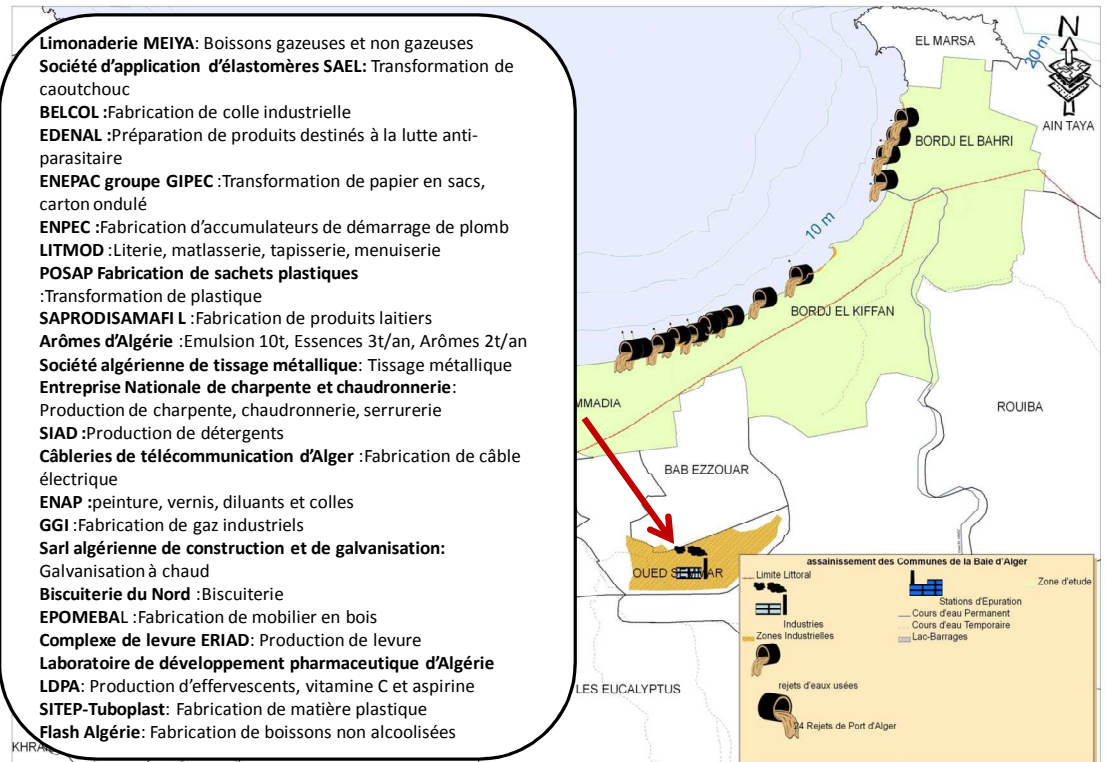
**Tableau N°07 : indicateurs des activités économiques.**

Indicateurs Economiques Et activités	Réseau routier (m)	Nombre de sites touristiques	Nombre d'hôtels classés	Monuments et sites historiques	Bases industrielles installées
Bab El Oued	57 701	0	1	0	98
Casbah	123 521	3	1	2	234
Alger Centre	142 832	0	9	1	301
Hamma	63 548	1	1	1	28
Hussein Dey	240 557	0	0	0	203
Mohammedia	114 131	1	1	0	80
Bordj El Kiffen	272 202	0	0	0	318
Bordj El Bahri	116 303	0	0	0	90
Staouéli	495 939	7	6	1	74
Zeralda	145 133	1	4	0	87

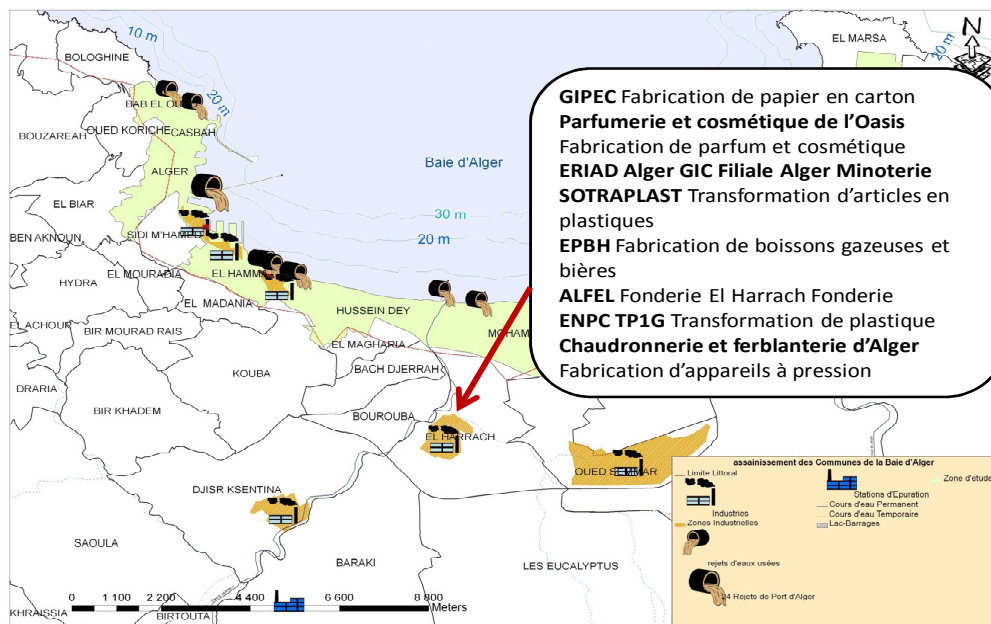
o L'industrie :

- o Zones industrielles : Alger est une grande ville industrielle, les communes littorales de la baie d'Alger contiennent 1352 unités industrielles. La présence de trois principales zones industrielles proches du littoral font de la ville d'Alger un pôle économique de renommé mais influence l'équilibre écologique de ces zones sensibles par les rejets d'eaux usées non traités ou de déchets solides.

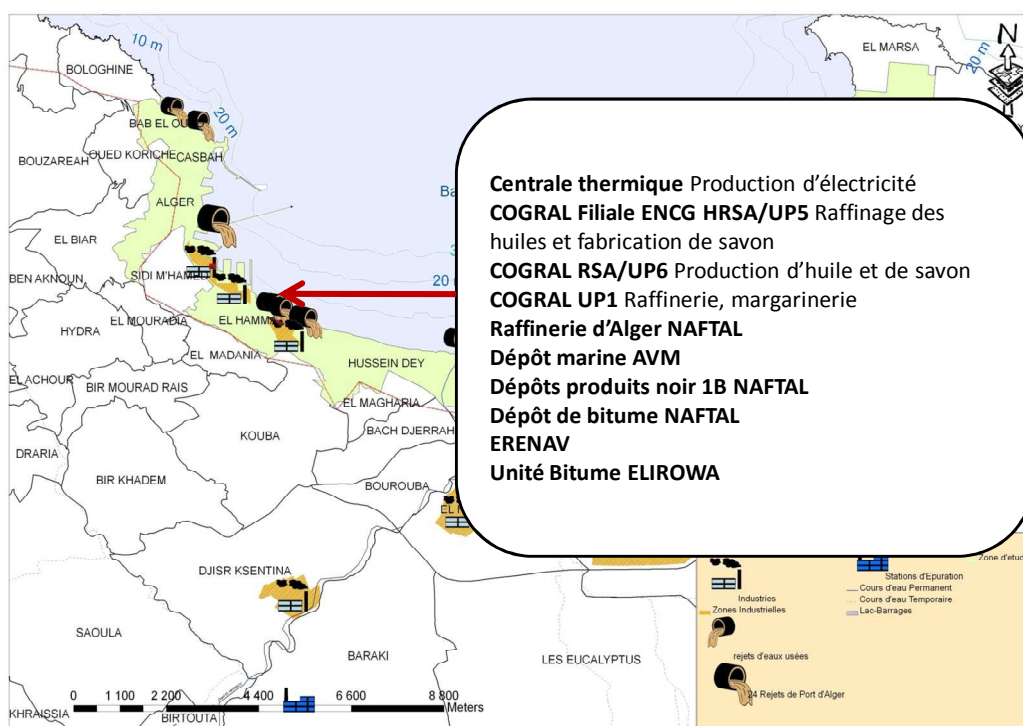
(Source : Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise"*Lutte contre la pollution liée aux déchets solides*).



**Carte N°11 : situation et répartition des entreprises industrielles de la zone d'Oued Smar à influence directe sur les eaux côtière de la baie d'Alger à travers les cours d'eaux.**



**Carte N°12 : Situation et répartition des entreprises industrielles de la zone d'El Harrach à influence directe sur les eaux littorales de la baie d'Alger par l'oued El Harrach.**



**Carte N°13 : situation et répartition des entreprises industrielles de la zone du port d'Alger influant sur les eaux côtières de la ville.**

- Le tourisme :
  - Développement :

Les sites de Zeralda, Sidi Fredj et de Bordj El Bahri constituent des espaces de développement touristique et de valorisation des ressources naturelles à considérer dans un schéma global d'aménagement de la zone PAC.

Les principaux problèmes générés par le tourisme sont :

- ⇒ L'évacuation des eaux usées directement en mer sans traitement préalable : ces cas sont observés à Sidi Fredj, Sahel et Moretti. Des résidences implantées dans le haut de plages évacuent les rejets liquides directement en mer.
- ⇒ Certains ouvrages de protection supposés protéger les plages et les installations touristiques (Sidi Fredj Est), s'avèrent être à termes, une menace pour l'activité et à la base de la modification des processus originels qui ont été générés :
  - modification et détournement du transit sédimentaire ;
  - ensablement du port de plaisance de Sidi Fredj ;
  - réduction de l'engraissement de la plage Ouest (disparue presque entièrement) ;
  - modification de la nature sédimentaire avec ses implications sur les peuplements
  - macrozoobenthiques ;

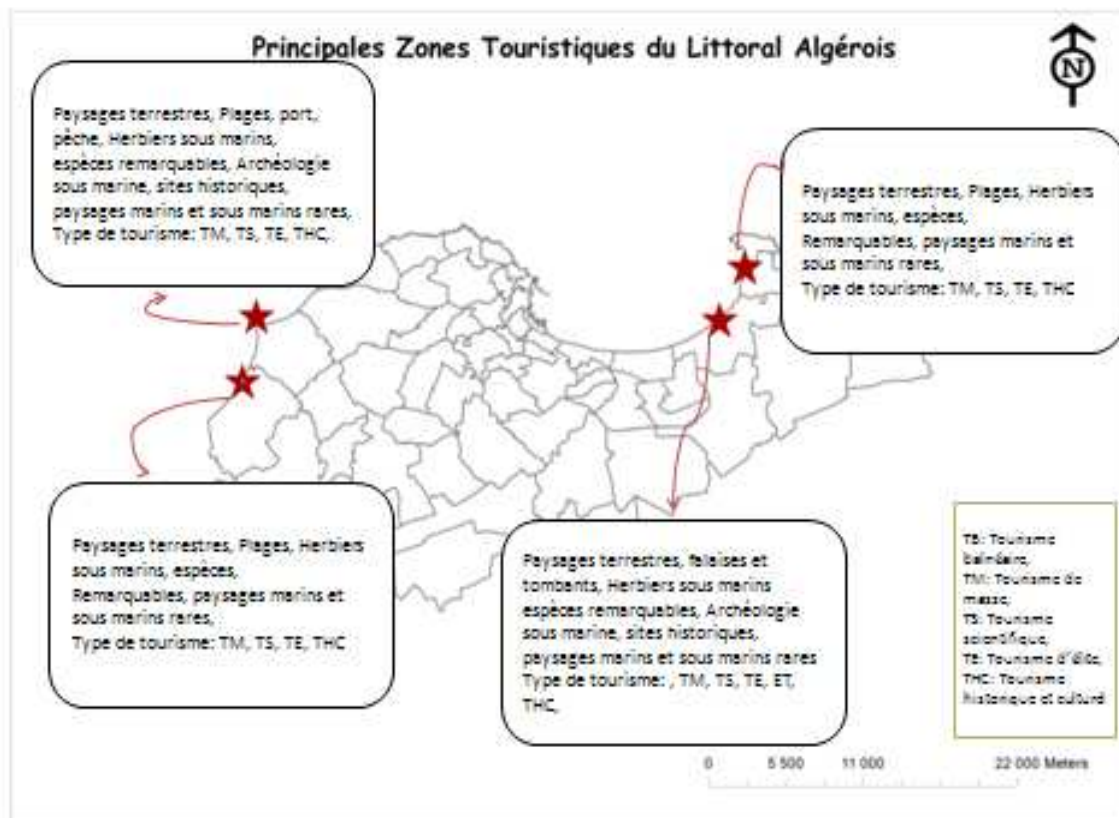
- Formation de plages alvéolaires (Sidi Fredj Est et Sahel) ;
- Quasi disparition de certains segments de la plage de Moretti ;
- Quasi disparition de la plage Ouest de Sidi Fredj ;

Certains aménagements se font dans la zone *non-aedificandi* malgré le dispositif réglementaire en place, cette situation traduit les incohérences de certaines dispositions de textes régissant l'espace littoral (loi portant protection et valorisation du littoral).

Dans notre cas se qui pose le plus problème c'est surtout le tourisme de masse, ce dernier se traduit par une fréquentation de la zone côtière non organisée. Ce tourisme sauvage est difficilement maîtrisable

- Les macros déchets sur les plages et en mer ; ce problème est lié à deux considérations. La première est relative au niveau de sensibilisation des plaisanciers qui pour la plupart reste encore insensible, voire « imperméable » aux valeurs d'hygiène et d'environnement de base pour ce type de fréquentation. La seconde est plutôt institutionnelle puisqu'il s'agit du non respects des termes des cahiers de charges par les concessionnaires de plage. Pourtant la réglementation est claire sur ces volets, elle stipule entre autre.
- Piétinement de la végétation du haut de plage (cas observés à Sidi Fredj Est, Zeralda, Alger plage.) l'exemple est édifiant sur la capacité de ce type de tourisme à déstabiliser des processus naturels ; en effet le parking (transports collectifs de plaisanciers) est installé sur le haut de plage et « déverse » quotidiennement une population en croissance sur ladite plage.
- Pression sur certaines espèces de poissons remarquables (mérrou, corb, badèche,...) par la chasse sous marine autonome : cas observés à sidi fredj, Borj El Kiffen, Borj El Bahri...).
- Prélèvement de certains Mollusques rares en Algérie et en Méditerranée pour leur intérêt ornemental telle que la grande nacre *Pinna nobilis* (cas observés à Sidi Fredj).

- Valorisation touristique en développant un tourisme adapté aux sites :

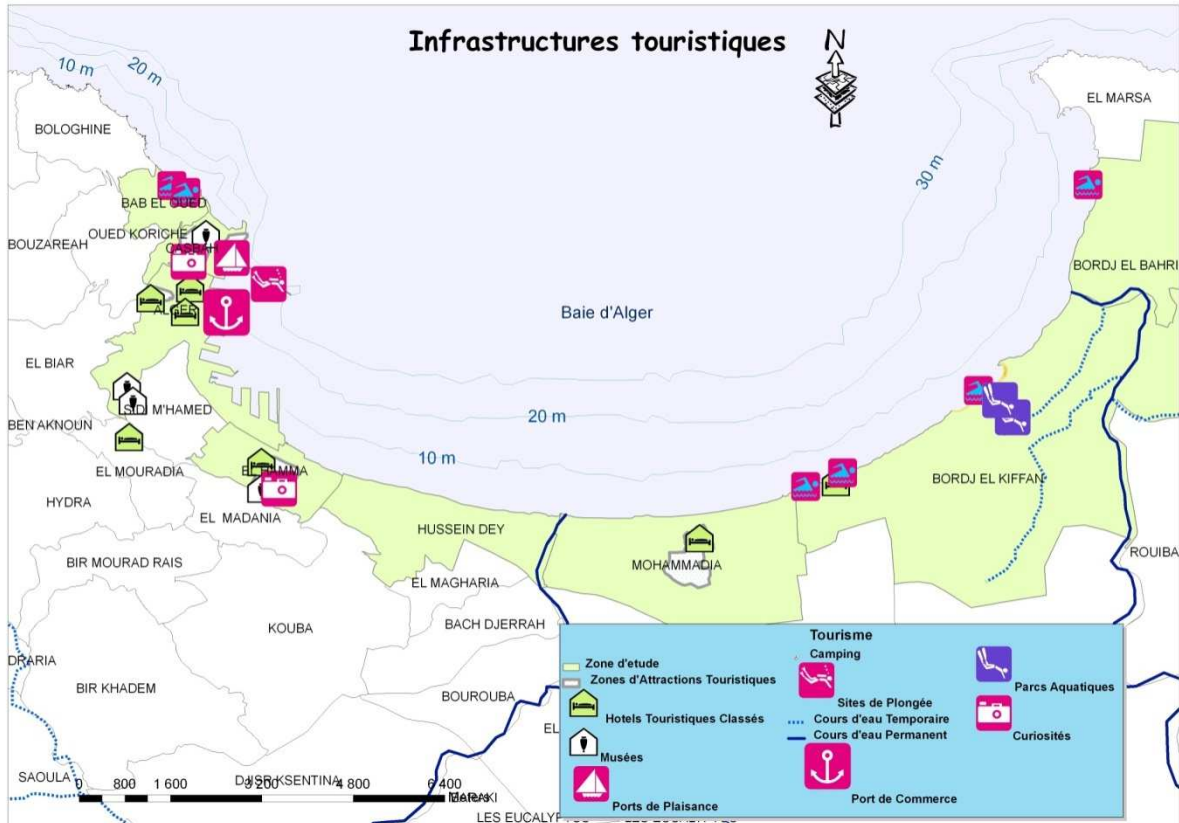


**Carte N°14 : Localisation des principales zones touristiques avec répartition par type de tourisme sur le littoral algérois.**

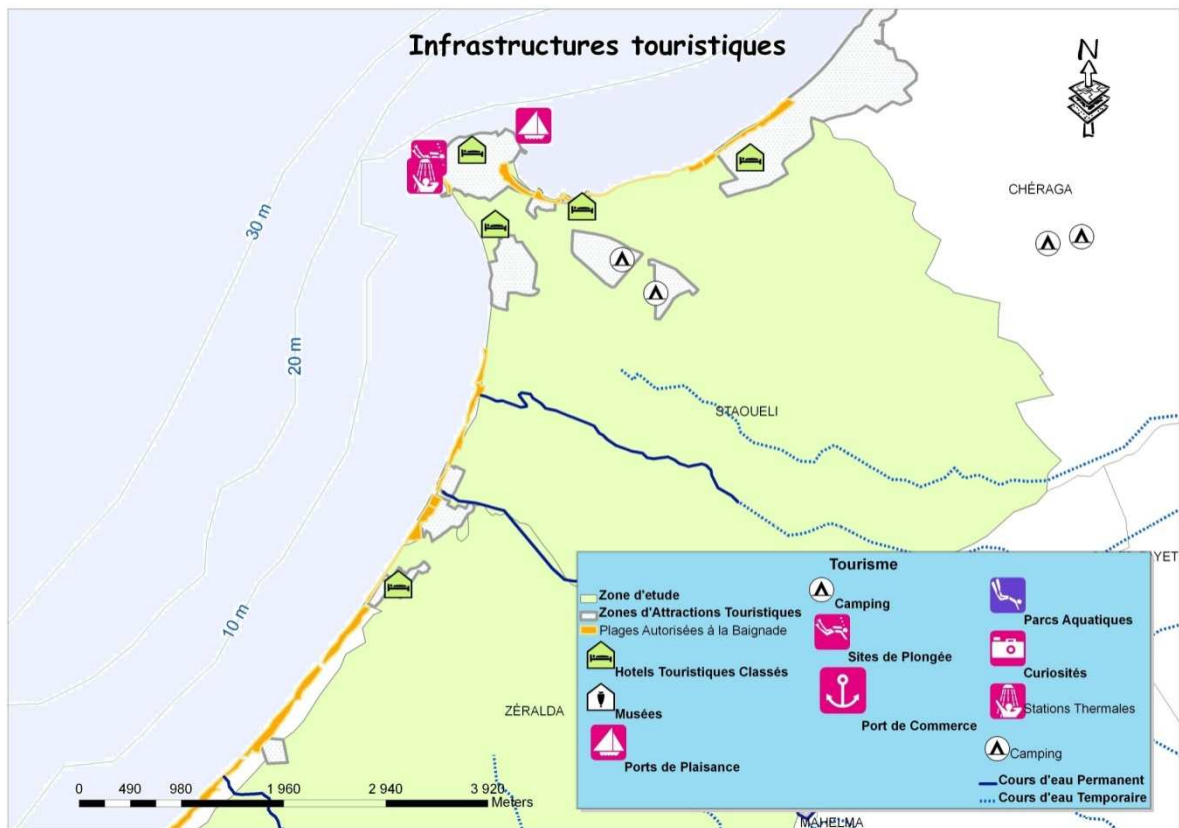
Un potentiel touristique important ne demande qu'à être adapté aux valeurs et atouts de chaque segment de la cote située tout le long des plages de la côte algéroise. Ces atouts peuvent être valorisés avec diverses variantes ou la combinaison de plusieurs d'entre elles : (Voir la carte 14)

- tourisme de masse,
- tourisme d'élite,
- tourisme scientifique,
- tourisme éducatif,
- tourisme historique et culturel.

Il sera recommandé lors de l'élaboration des plans d'aménagement touristiques des ZET (Zone d'Expansion Touristique) incluse dans le domaine littoral de la zone PAC de tenir compte de l'ensemble de ces valeurs qui, une fois intégrées dans ces plans d'aménagement, assureront d'une part la durabilité de l'activité en tant que ressource, maintenir les équilibres écologiques et les processus naturels dans leurs proportions originelles et garantir ainsi une rentabilité économique à l'activité touristique. (Source : *Analyse de durabilité* dans le cadre du PAC « Zone côtière algéroise »).



**Carte N°37 : Infrastructures touristiques des communes de la baie d'Alger**



**Carte N°38 : Infrastructure touristiques des communes-témoins**

*D. Thème : environnement :*

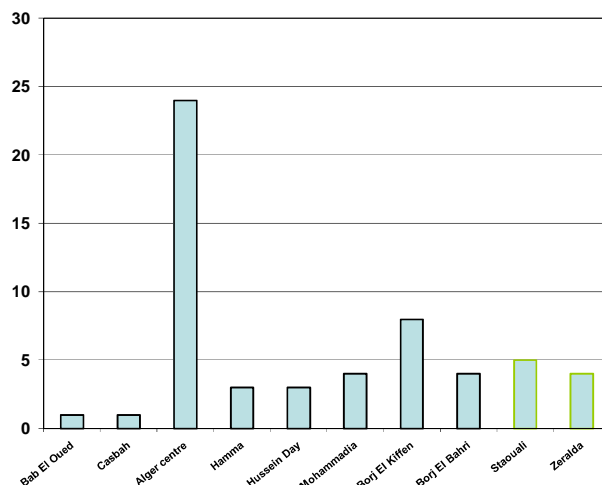
**Tableau N°11 : indicateurs environnementaux influant sur la pollution des eaux côtières algéroises.**

Indicateurs D'environnement	Unités industrielles polluantes (Source : ONS)	Nombre de rejets d'eaux usées (source : ONS)
Bab El Oued	5	1
Casbah	0	1
Alger Centre	10	24
Hamma	5	3
Hussein Dey	16	3
Mohammadia	5	4
Borj El Kiffen	4	8
Borj El Bahri	0	4
Staouéli	2	5
Zeralda	7	4

**La pollution en mer due aux effluents domestiques et industriels :**

La zone côtière algéroise est à classer parmi les segments de la côte algérienne les plus affectés par la pollution hydrique et détritique. Cette zone constitue, en effet, le réceptacle de plusieurs sources de pollution. Diverses sources de contamination sont à signaler (Source : Programme des nations unis pour l'environnement. Plan d'action pour la méditerranée d'aménagement côtier (PAC) de la «zone côtière algéroise») :

- Les rejets des industries chimiques et pétrochimiques sont également responsables de la dégradation de la qualité des eaux et des fonds marins,
- Le lessivage des sols des grands périmètres agricoles (littoral centre et Ouest) présentent des teneurs élevées en éléments nutritifs des zones marines voisines.
- Les déchets solides d'origine industrielle et domestique posent plus particulièrement des problèmes dans la zone côtière métropolitaine.
- Les eaux usées domestiques et industrielles sont l'une des causes majeures si ce n'est la plus importante source de dégradation de l'écosystème marin côtier algérois.
- Les eaux usées hospitalières constituent également une source de pollution potentielle et très dangereuse pour le milieu et la santé publique. Ces rejets peuvent être très toxiques et générateurs d'infections. Cependant, très peu de données existent concernant ce type de rejets. Ci-après (tableau) le résultat de l'enquête sur les rejets d'eaux usées, pour les quatre autres, les données disponibles sont très incomplètes et inexploitable. (Source : Programme d'Aménagement Côtier "Zone côtière algéroise "Gestion intégrée des ressources en eau et assainissement liquide)



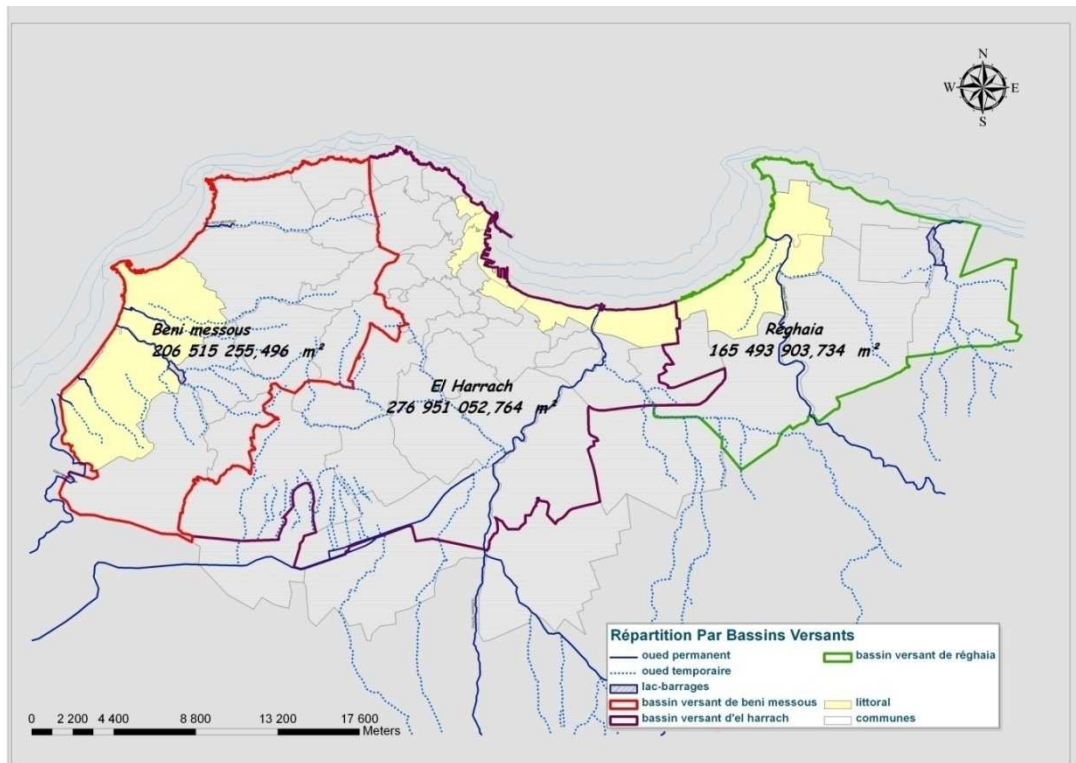
**Figure N°15 :** nombre de rejets d'eaux usées par communes de la zone d'étude.

Bassins versants :

Le bassin versant d'une rivière recouvre le secteur géographique qui collecte les eaux vers ce milieu. Il est délimité par une ligne de partage des eaux (en rouge), au-delà de laquelle celles-ci sont drainées vers d'autres milieux aquatiques. La ressource en eau d'une région dépend, d'une part, du fonctionnement de son bassin versant, d'autre part, des activités humaines qui y sont implantées.

**Tableau N°12 :** caractéristiques des trois bassins versants de la wilaya d'Alger.

Bassins versants	Oueds permanents	Superficie du bassin (m <sup>2</sup> )	Zones industrielles majeures	Unités indus. polluantes	Nombre de rejets d'eaux usées	Nombre de plages autorisées à la baignade (source : ONS)
Réghaia	-El Hamiz -Réghaia	165 493 903	Régaia	93	29	11
El Harrach	-El harrach	276 951 052	Oued Smar El Harrach Gué De Constantine Port D'Alger (3 stations électriques SONELGAZ)	201	52	8
Beni Messous	-Beni Messous -Mazafran	206 515 255	Nouvelle zone de Zeralda	38	28	20

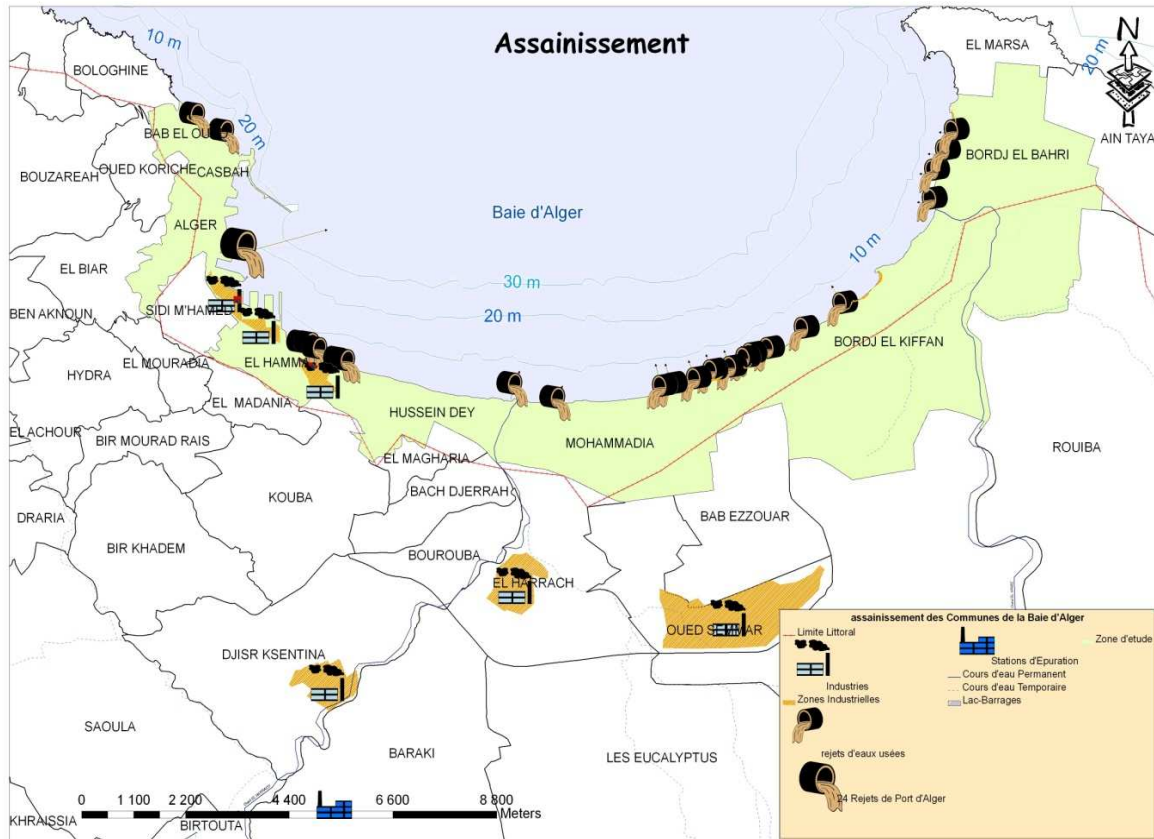


**Carte 15 : bassins versants de la wilaya d'Alger.**

Traitement des eaux usées :

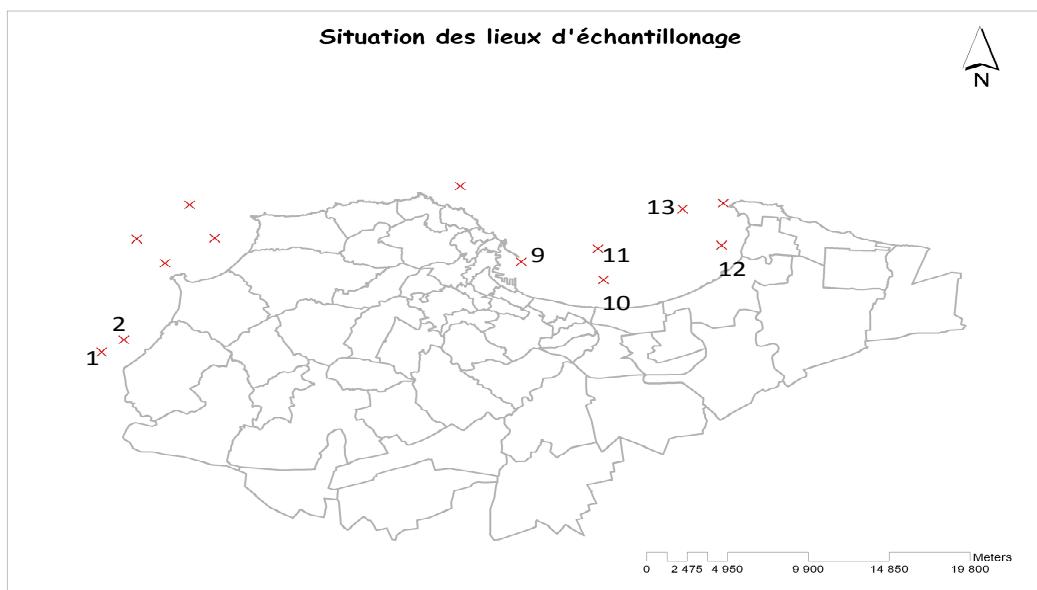
- Alger est la seule wilaya côtière qui bénéficie d'un traitement des eaux usées avec la plus importante des stations d'épuration littorale, celle de Baraki en l'occurrence fonctionne **partiellement** ;
- très peu d'investissements sont consentis pour l'épuration des eaux usées.
- Néanmoins de nouvelles dispositions réglementaires ont été prises afin d'augmenter le volume des eaux épurées avant leur rejet en mer (En l'occurrence l'article 22 de la loi 02-02 pour la valorisation et la protection du littoral : Les agglomérations de la zone côtière de plus de 100 000 habitants doivent disposer d'une station d'épuration des eaux usées. Les agglomérations de moins de 100 000 habitants doivent disposer de procédés et de système d'épuration des eaux usées).

**Carte N°16 : assainissement et relation entre zones industrielles et rejets des eaux usées dans la baie d'Alger.**



**Indices de pollution des eaux dans les embouchures des cours d'eau et dans le port d'Alger**

*Cartographie et localisation des lieux d'échantillonnage :*



## **Carte N°18 : localisation des lieux d'échantillonnages pour l'étude de la pollution des eaux littorales algéroises.**

### *a) Métaux lourds:*

#### *I. Secteur oriental : (Baie d'Alger)*

La valeur maximale (0,23 Qg/g) de la concentration en mercure (Hg) est enregistrée dans la station 10 située devant l'embouchure de l'oued El-Harrach. La station (9) du port d'Alger montre des teneurs élevées en métaux étudiés où la valeur maximale du Cd (0,24Qg/g) et particulièrement celle du Pb (245,59Qg/g), alors qu'elles varient entre 14,59 et 56,19 Qg/g pour toutes les autres stations.

Concernant le Cu et le Zn, les valeurs maximales sont observées respectivement dans la station 11 (en face de l'oued El-Harrach) et la station 12 (en face de l'oued El-Hamiz). La nature vaseuse du sédiment explique ces fortes teneurs liées à l'affinité de ces deux éléments pour les argiles et la matière organique. Alors que les teneurs les plus élevées en Cu et Zn sont très marquées près du port (source : Grimes. S, Biodiversité marine et littorale algérienne). En effet la circulation des eaux au sein de la baie masque la source principale en raison de la diversité des apports (oueds, émissaires d'eaux usées, port).

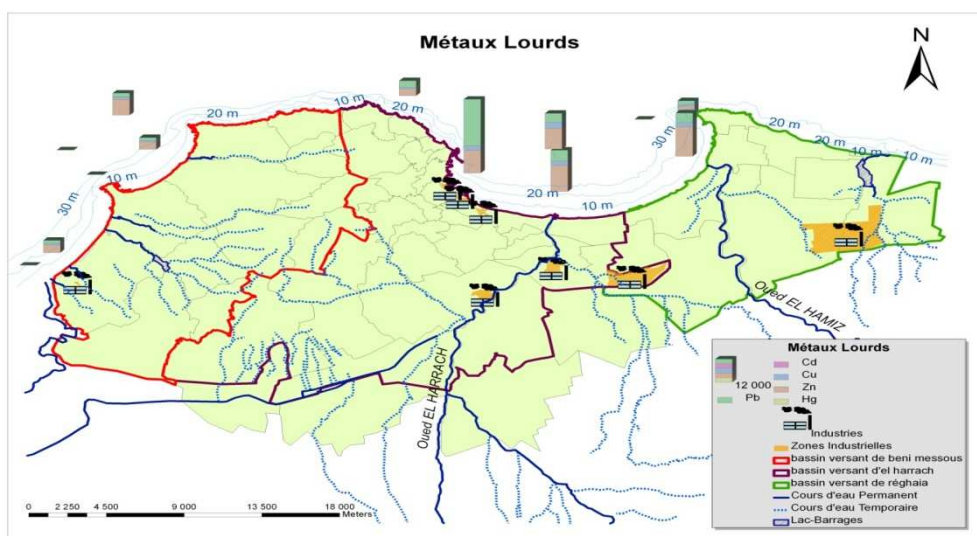
L'enrichissement observé près de l'oued El-Harrach (sédiment vaseux) en métaux lourds est vraisemblablement liée à leur adsorption sur les particules fines. Egalement c'est en face de l'oued El-Hamiz que les concentrations les plus importantes en métaux étudiés ont été rapportées dans une étude diagnostique entre cet oued et Tamentefoust.

#### *II. Secteur occidental:*

Les valeurs des teneurs en métaux lourds enregistrées dans le secteur ouest du littoral algérois indiquent une diminution nette par rapport à celles trouvées dans les études antérieures concernant le Cu, Hg et Cd. Alors qu'elles restent dans l'ensemble identiques pour le Pb et le Zn.

La station 1 ne semble pas être influencée par les apports directs de l'oued Mazafran concernant le mercure (Hg).

Inversement il semble que la concentration observée en Cd relativement comparable à la station 10 (oued El-Harrach), met en évidence la relation directe de ce métal avec l'apport important de l'oued Mazafran. (Source : Boulahdid M., Rouibah M., Boudejellal B., Eddalia N., Ounadi F. « étude de la pollution du littoral algérois et du lac de Réguaia »).

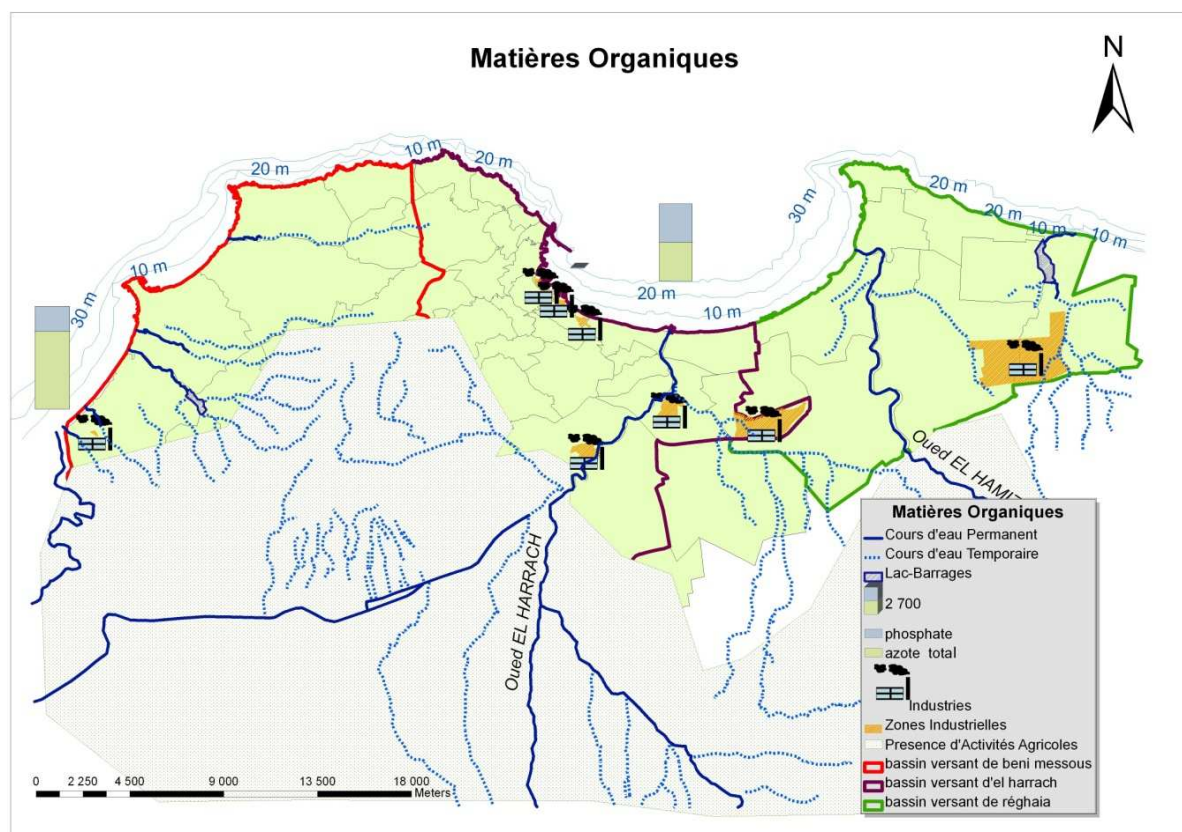


## **Carte N°19 : relation entre zones industrielles réseaux hydrographiques et taux des métaux lourds dans les eaux littorales d'Alger.**

### ***b) Matières organiques : Azote total & Phosphore total :***

Bien qu'ils ne soient pas des polluants ces éléments nutritifs peuvent, à des concentrations exceptionnellement élevées dans l'eau de mer et seront à l'origine dans ces conditions du phénomène d'eutrophisation. Il faut mettre ce processus au compte du transfert d'éléments nutritifs du système terrestre au système marin. Les activités agricoles, notamment les cultures intensives des plaines littorales (Mitidja et Sahel algérois), par l'usage des engrais phosphatés et azotés, dont nous avons déjà mentionné les proportions des quantités utilisées, ont démultiplié les apports vers le milieu marin d'azote et de phosphore.

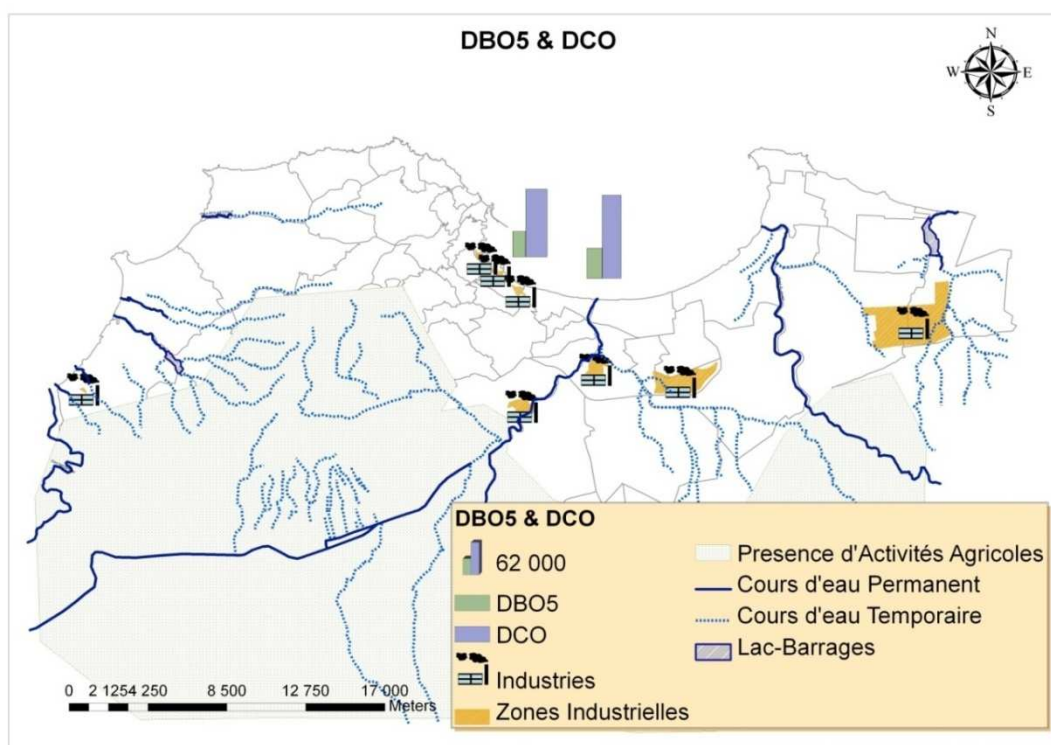
A titre indicatif, des analyses effectuées au niveau des aquifères de la Mitidja indiquent des pics alarmants de 200 mg/litre de nitrates. Alors que les normes tolérées sont de 45 à 50 mg/l. Sur les collines du Sahel et des autres replats côtiers les nitrates sont lessivés par les eaux de ruissellement et transférés directement en mer ou vers les cours d'eau côtiers. Les études effectuées par l'ISMAL ont donné les résultats suivants pour les eaux de mer. (Voir la carte 20)



**Carte N°20 : relation entre les activités industrielles et agricoles avec les taux des matières organiques aux embouchures des cours d'eau permanents.**

c) DBO5 & DCO:

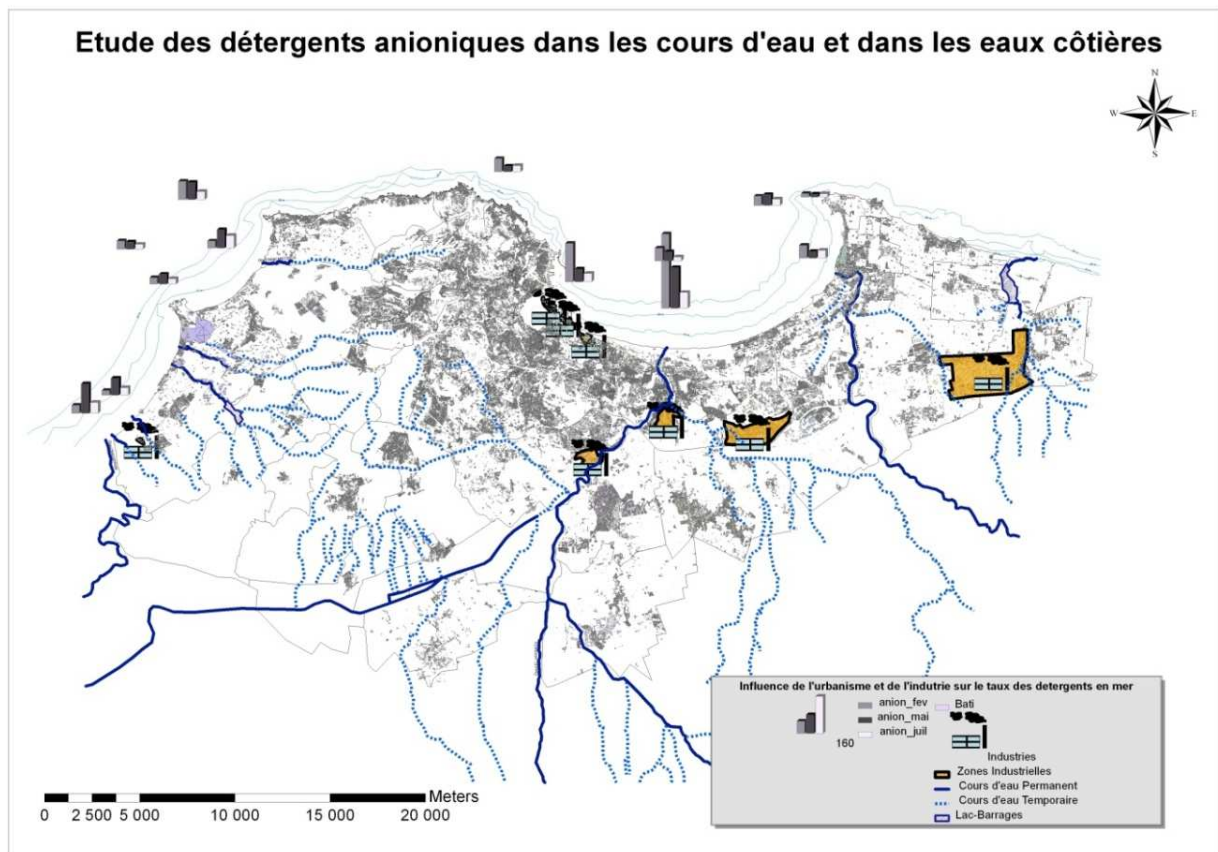
L'une des principales sources de pollution qui affecte la qualité des eaux à l'intérieur et au voisinage immédiat des ports reste, sans conteste, le volume important des rejets liquides domestiques et industriels qui y aboutissent sans être traités au préalable. De ce point de vue, le port d'Alger « offre » le réceptacle le plus important.



**Carte N°21 : relation entre les activités agricoles et industrielles avec les taux du DBO5 et DCO à l'embouchure d'Oued El Harrach et du port d'Alger.**

d) Détergents anioniques :

Les concentrations les plus élevées pour les trois périodes des prélèvements effectués en 2004, sont rencontrées à proximité de l'oued El-Harrach. Elles diminuent de 3,11mg/l en mois de février pour atteindre 0,66mg/l en mois de juillet. Ce gradient décroissant en relation avec la diminution des apports d'eau usée, est marqué au niveau de l'oued El-Harrach surtout aux niveaux des stations localisées à proximité des sources d'apports dans la baie d'Alger (port, oued El-Hamiz et oued Reghaia).

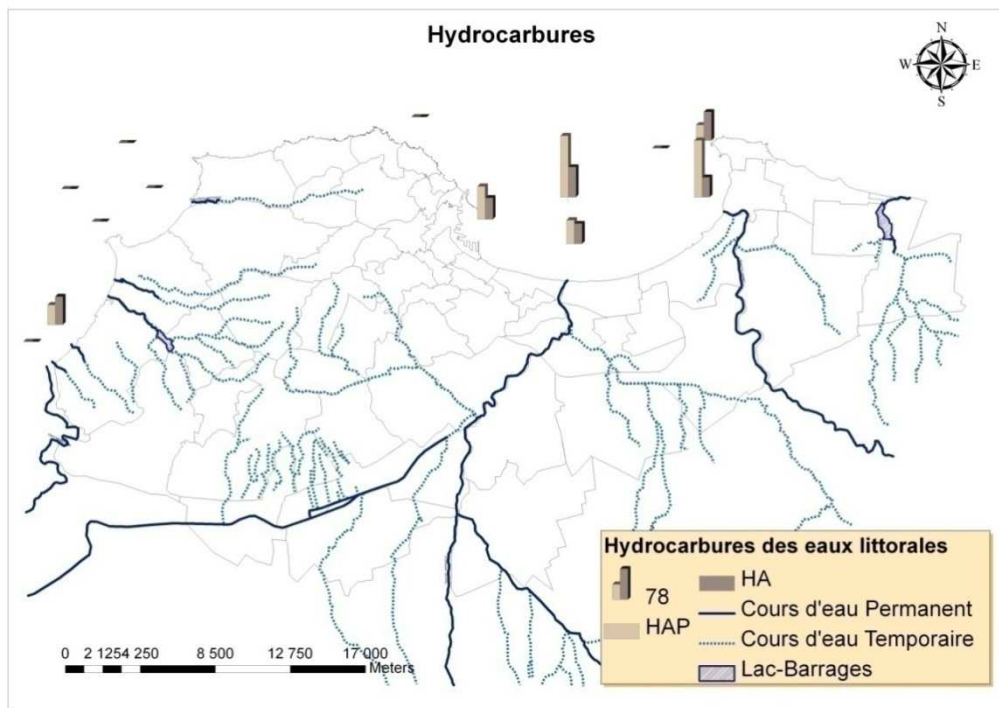


**Carte N°22 : relation entre l'urbanisme, l'industrie et les taux des détergents anioniques dans les eaux côtières algéroises.**

e) Pollution par les hydrocarbures :

▪ Analyse des hydrocarbures dans eaux littorales :

La pollution par hydrocarbures est importante par le pétrole et ses dérivés dans le secteur occidental de la baie d'Alger et le secteur affecté par l'oued El-Harrach ainsi qu'une situation particulière liée à l'hydrodynamisme dans la zone Est de la baie (Bordj-El-Kiffen). Les teneurs plus ou moins importantes sont localisées près du port d'Alger et les plus faibles dans le secteur occidental du littoral algérois et particulièrement au niveau de la zone Est de la baie d'Alger. (Source : Boulahdid M., Rouibah M., Boudejellal B., Eddalia N., Ounadi F. « étude de la pollution du littoral algérois et du lac de Régaia »).



**Carte N°23 : répartition des taux des hydrocarbures dans les eaux littorales de la zone d'étude.**

▪ Présentation de l'indice de qualité de l'air :

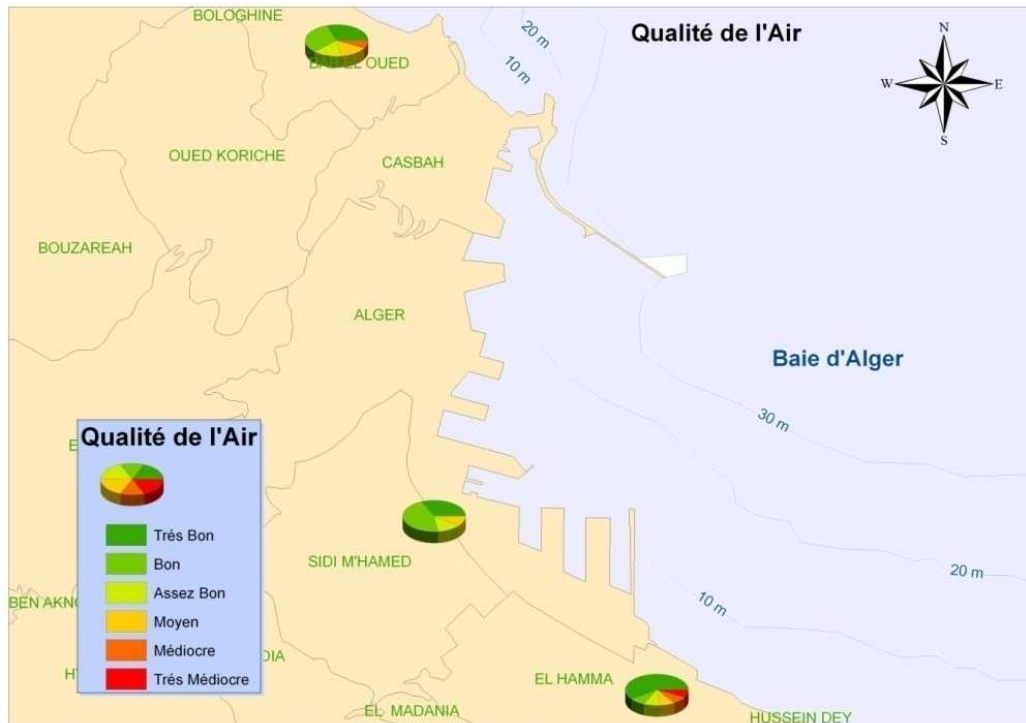
L'indice caractérise la qualité de l'air quotidienne d'une agglomération sur une échelle qui va de 1 à 10.

Ces indices permettent de traduire les nombreuses données enregistrées chaque jour par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air, en un indicateur chiffré simple, de façon à être aisément comprises par le public.

Quotidiennement SAMASAFIA calcule les indices de la qualité de l'air.

Méthode d'intégration des indices de la qualité de l'air :

Les données obtenues sur la qualité de l'air sont introduites dans le tableau attributaire des trois régions dans lesquelles à été faite l'étude. Ces trois endroits ont été indiqués sur une l'image satellitaire des sites correspondants. Cette couche a été insérée à la carte administrative. Les données sont représentées en graphes circulaires sur le lieu d'échantillonnage à l'aide des options de symbole sur l'ArcMap.



**Carte N°24 : qualité de l'air dans les trois repaires effectué par SamaSafia** (source des données : Réseau de surveillance de la qualité de l'air d'Alger » Bulletin Annuel 2004).

**Conclusion :**

Les SIG offrent la possibilité de corréler entre l'occupation des sols et les types et natures de pollution qui déferlent en mer. La relation entre déchets domestiques et pollution par détergents à travers les rejets d'eaux usées et les cours d'eaux. Entre la présence des industries polluantes et la pollution par métaux lourds. La présence du port d'Alger à cause de ces activités on y remarque une pollution accentuée en hydrocarbure. Enfin, l'agriculture, grâce aux cours d'eaux qui mènent les matières organiques aux eaux superficielles côtières.

La cartographie thématique facilite la compréhension de ces phénomènes causés par la pression anthropique avec des visualisations et des projections SIG qui correspondent pouvant être modifié selon notre objectif.

La cartographie résultante met en évidence quelques points importants :

- L'absence remarquable de station d'épuration sur la côte algéroise demeure un problème urgent pour la diminution des rejets polluants en mer.
- Le nombre d'industries est important sur les communes littorales et dans les communes algéroises en général, ayant un impact direct sur les eaux côtières à travers les cours d'eaux permanents et temporaires avec des débits continus et élevés.
- La densité de la population est élevée sur la partie occidentale de la baie d'Alger engendrant une surpopulation ayant comme conséquence une forte pression urbaine, entraînant des rejets domestiques en grand nombre directement en mer, sans traitement spécifique.
- Le taux d'accroissement annuel est plus élevé dans les communes littorales orientales de la baie d'Alger : Bordj El Kiffan est une commune vaste présentant des terres agricoles, mais aussi une agglomération côtière d'une longueur de 3 377m de part en part de ses limites, avec des bâtis pied dans l'eau et des rejets domestiques très importants en mer, sans traitement préavis, ce qui constitue l'un des problèmes à signaler particulièrement, avec l'encouragement pour l'aménagement futur vers l'arrière du pays, en profondeur.
- Le port d'Alger dont le rôle économique est important grâce à ses différentes activités mais qui engendre une pression directe sur la mer, avec la pollution par hydrocarbures et par les métaux lourds principalement.
- Les routes parallèles au littoral dénoncent un trafic routier intense, ce qui a pour effet la pollution de l'air par rejet dans l'atmosphère des gaz, accentuant à leur tour, la pollution des eaux superficielles côtières.
- La côte algéroise contient un nombre considérable d'infrastructures culturelles dont l'importance pour le tourisme et pour l'éducation est d'une richesse unique en son genre. (C'est le cas la ville d'Alger-Centre ou de la Casbah), constituant à elles seules, des vestiges à exploiter et à mettre en valeur dans ce cadre touristique essentiellement.
- Les deux communes-témoins (Staouéli et Zéralda), ont la particularité d'être plus naturelles, avec une biodiversité plus riche par rapport au taux de végétation et de plages autorisées à la baignade avec une eau plus claire, plus propre, signalant la présence d'hôtel touristiques, de centre de repos balnéaires attirant de plus en plus d'estivants.

## *Conclusion générale*

Les systèmes d'informations géographiques (SIG) offrent toutes les possibilités des bases de données (telles que requêtes et analyses statistiques) et ce, au travers d'une visualisation unique et d'analyse géographique propres aux cartes. Ses capacités spécifiques font du SIG un outil unique, accessible à un public très large et permettant une très grande variété d'applications.

Les enjeux majeurs auxquels nous avons à faire face aujourd'hui sont la démographie, l'occupation logique des sols, la protection et la préservation de l'environnement littoral face à la pollution due essentiellement aux activités industrielles, agricoles et touristiques. Les SIG permettent de représenter les corrélations existantes entre toutes les activités anthropiques pratiquées près de la côte et l'état de la mer et de sa côte fragilisée.

Notre travail souligne l'importance de représenter, par les meilleures méthodes de visualisation, dont la cartographie thématique qui offre une nouvelle méthodologie donnant la possibilité de créer des systèmes pour mieux comprendre, de gérer et de représenter les relations existantes entre les activités anthropiques :

- Industrie,
- agriculture,
- urbanisme,
- réseau routier,
- activités et pressions portuaire,
- état de l'environnement tel le taux de végétation urbaine, et l'environnement marin côtier ;
- pollution des eaux et des sédiments,
- pollution de l'air,
- occupation des sols et nature des côtes.

L'installation de stations d'épuration modernes et le respect des dunes littorales contre le piétinement et l'artificialisation urbaine, devrait limiter les risques de pollution et de dégradation de la bande côtière. Dans ce cadre, et à l'exemple des autres pays méditerranéens, membres du PAC, il est suggéré d'œuvrer pour créer des plages et espaces portuaires ayant comme titre « pavillon bleu », encourageant ainsi la concurrence entre communes littorales pour donner à ces lieux des références touristiques positives...

Pour terminer, nous souhaitons préciser que cette approche ne constitue qu'une base d'un travail continu pour *une analyse de durabilité*. L'utilisation des outils du SIG permet une sélection *d'indicateurs-clés de durabilité*, mesurant et expliquant la situation socio-

environnementale de la zone côtière algéroise avec un positionnement dans un AMOEBA pour effectuer des analyses et des interprétations. Cela nous permet par la suite :

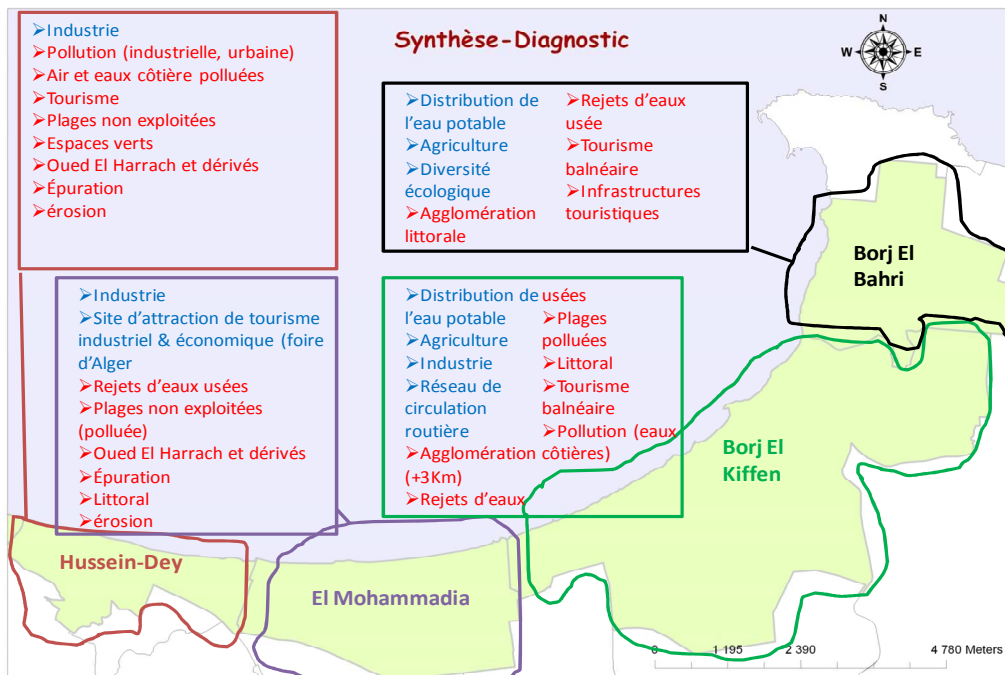
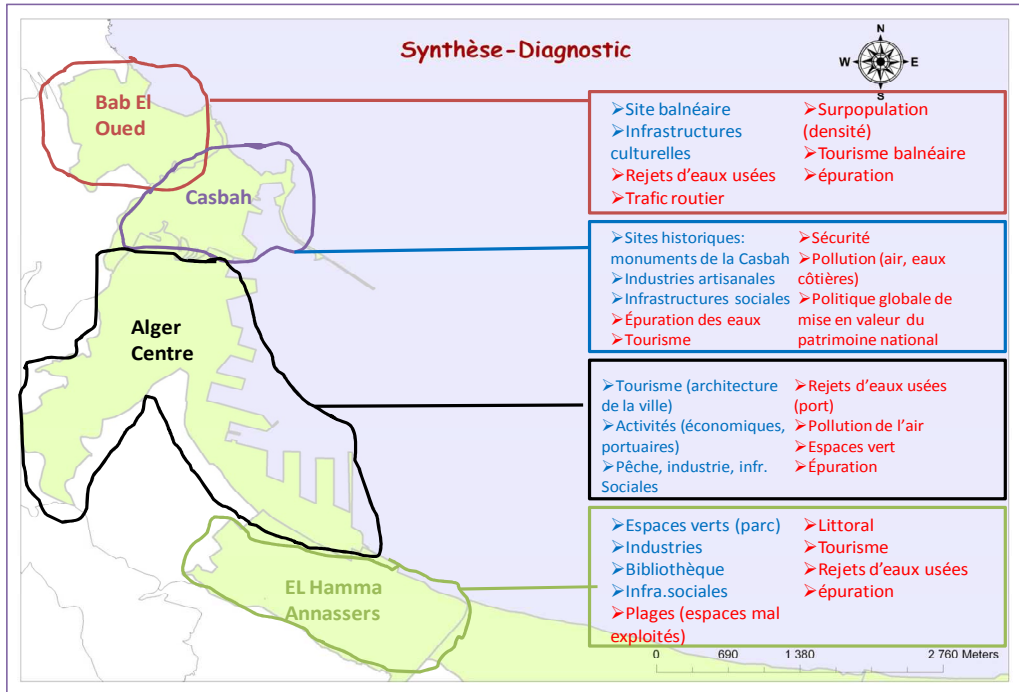
- L'évaluation de l'état actuel de durabilité du système ;
- La détermination des tendances lourdes ;
- La projection d'une situation souhaitée dans les années à venir.

L'apport d'images satellitaires en continu serait très bénéfique et permettrait un suivi permanent dans le temps et dans l'espace, laissant la possibilité d'effectuer des fonctions mathématiques grâce à l'analyse de données et ainsi prévoir des projections attendues et souhaitées.

L'état des lieux-diagnostic résultant de notre réflexion est représenté dans les cartes suivantes pour mettre en évidence les différents atouts et contraintes par commune, pour mieux comprendre et résoudre les problèmes des zones étudiées.

## Cartes synthèse-Diagnostic :

- Enjeux & atouts
- Contraintes et problèmes



## Synthèse-Diagnostic



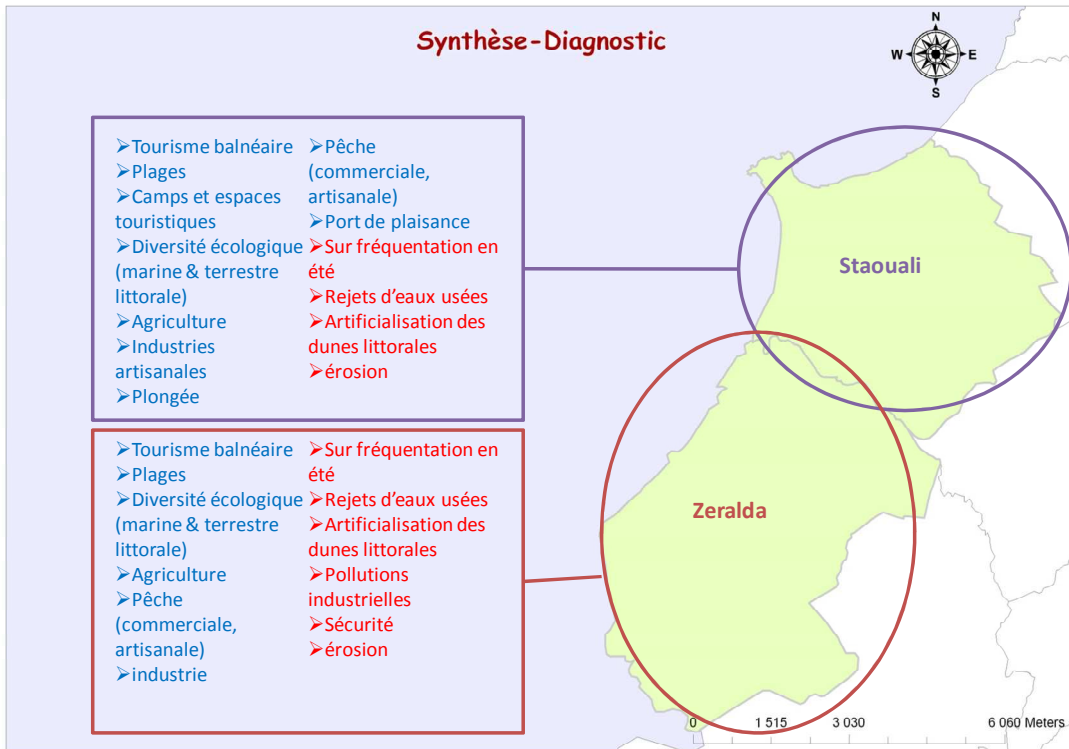
- Tourisme balnéaire
- Plages
- Camps et espaces touristiques
- Diversité écologique (marine & terrestre littorale)
- Agriculture
- Industries artisanales
- Plongée
- Pêche (commerciale, artisanale)
- Port de plaisance
- Sur fréquentation en été
- Rejets d'eaux usées
- Artificialisation des dunes littorales
- érosion

- Tourisme balnéaire
- Plages
- Diversité écologique (marine & terrestre littorale)
- Agriculture
- Pêche (commerciale, artisanale)
- industrie
- Sur fréquentation en été
- Rejets d'eaux usées
- Artificialisation des dunes littorales
- Pollutions industrielles
- Sécurité
- érosion

Staouali

Zeralda

0 1 515 3 030 6 060 Meters



## *Références bibliographiques*

**Programme des nations unis pour l'environnement. Plan d'action pour la méditerranée d'aménagement côtier (PAC) de la«zone côtière algéroise» :**

1. *Analyse de durabilité* dans le cadre du PAC « Zone côtière algéroise" (Algérie) Rapport Final Plan Bleu Centre d'Activités Régionales Sophia-Antipolis Octobre 2005
2. Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise"  
*Gestion intégrée des ressources en eau et assainissement liquide* –Tendances et alternatives- Programme d'Actions Prioritaires ; Centre d'Activités Régionales, Avril 2005
3. Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise"  
*Lutte contre la pollution liée aux déchets solides PHASE II – PROGRAMMES DE GESTION* –Programme d'Actions Prioritaires Centre d'Activités Régionales Avril 2005
4. Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise"  
*Protection des sites culturels sensibles* – Phase2 –Programme d'Actions Prioritaires Centre d'Activités Régionales Février 2005
5. Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise"  
*Maîtrise de l'urbanisation et de l'artificialisation des sols Projet d'aménagement*  
Rapport: Etude prospective de l'urbanisation – Phase 2 –Programme d'Actions Prioritaires Centre d'Activités Régionales Décembre 2004
6. Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise"  
*Protection des sites sensibles naturels*. Rapport de troisième phase – élément de plan de gestion pour la zone littorale. Centre d'Activités Régionales Aires Spécialement Protégées Février 2005
7. Programme des nations unis pour l'environnement. Plan d'action pour la méditerranée d'aménagement côtier (PAC) de la«zone côtière algéroise»  
***RAPPORT FINAL INTEGRE 2005.***
8. «*Projet de protocole sur la gestion intégrée des zones côtières de la méditerranée* ». Version finale 27 avril 2005

**Ouvrages :**

9. **Françoise Gourmelon, Marc Robin.** « SIG et littoral ». Lavoisier 2005.
10. **Grimes. S,** Biodiversité marine et littorale algérienne, édition Djazair Janvier 2004.
11. **Gilbert Barnabé, Régine Barnabé-Quet.** « Ecologie et aménagement des eaux côtières ». Lavoisier 1997.
12. **Michel Essevaz-Roulet.** « La mise en œuvre d'un système d'information géographique dans les collectivités territoriales ». TechniCités. Janvier 2003.

13. **Organisation de Coopération et de Développement Economique.** « Indicateurs d'environnement ». 1994.

**Etudes :**

14. **Boulahdid M., Rouibah M., Boudejellal B., Eddalia N., Ounadi F.** « étude de la pollution du littoral algérois et du lac de Régaia ». CONTRAT ISMAL-APPL Avril 2005

15. **Cyria EMELIANOFF** « Comment définir une ville durable.L'université d'Orléans : "La ville durable, un modèle émergeant" » (Porto, Srasbourg, Gdansk) SEP 2002

**16. Durabilité du PAS MED**

Plan Général de Mise en Œuvre des Projets Pilotes : développement des instruments économiques au niveau du sous-bassin versant algérois. « OUED EL HARRACH » Programme d'Actions Prioritaires Centre d'Activités Régionales Split, mai 2002

17. **François MAHO TOULON** « - état des lieux-diagnostic de l'environnement littoral et marin de Cassis à Six-Fours-les-Plages » Cellule Environnement Littoral et Marin JUIL 2002.

18. **Julie BROUSSE-** « Gestion et Protection des ressources naturelles en Suède : Exemple d'un suivi environnemental à l'aide des SIG, dans la commune d'Umea »-2004

19. **Larid. M** – « L'ANALYSE de DURABILITE comme instrument Important pour la Gestion Intégrée de la Zone Côtière algéroise ». Institut des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral 2004.

20. **SAMASAFIA.** « Réseau de surveillance de la qualité de l'air d'Alger » Bulletin Annuel 2004

21. **Samuel DEPRESZ** « Vers des indicateurs de développement durable pour connaître, informer et décider : réflexion méthodologique appliquée à l'étude des effets environnementaux du transport de marchandises en ville » Centre interdisciplinaire de Recherches en Transports et Affaires Internationales Université du Havre (France) 2003.

22. **Xavier Martí Ragué** « L'Observatoire Les résultats du programme Interreg Deduce du littoral » Dossier réalisé par l'Ifen dans le cadre du programme européen Interreg Deduce 2005

23. **Xavier Martí Ragué** « L'Observatoire La gestion intégrée du littoral et ses indicateurs de suivi » Dossier réalisé dans le cadre du programme européen Interreg Deduce

**Documents téléchargés (colloques internationaux):**

24. **Colloque international pluridisciplinaire.** La loi de protection et de valorisation du littoral en Algérie : un cadre juridique ambitieux toujours en attente. "*Le littoral : subir, dire, agir*" - Lille, France, 16-18 janvier 2008.

25. **Jacques Denis et Yves Henocque** « Des outils et des hommes pour une gestion intégrée des zones côtières »
26. Guide méthodologique publié dans les manuels et guides de la Commission Océanographique Intergouvernementale Direction de l'environnement et de l'aménagement littoral UNESCO 2001.
27. **KACEMI M.** « la loi de protection et de valorisation du littoral en Algérie :  
Un cadre juridique ambitieux en attente- le cas du pôle industriel d'Arzew (ORAN – ALGERIE) » Actes du colloque international pluridisciplinaire "Le littoral : subir, dire, agir" - Lille, France, 16-18 janvier 2008.
28. **Mohammed Midoun** « l'aménagement du littoral et développement durable en Tunisie ». Abderrahmane Azzi. « Gestion des villes et développement durable en Algérie ». ' Aménagement du territoire et développement durable. Quelles intermédiations ?'
29. **NATIONS UNIES** « Le premier rapport sur les objectifs de développement du millénaire pour l'Algérie ». Février 2004.
30. Programme du développement durable du gouvernement du Canada, 1996.
31. **Symposium international de Tunis.** « Le droit de l'environnement, la bonne gouvernance et le développement durable : opportunités et perspectives » Tunis, 13 et 14 décembre 2005.
32. **SNAT** « La mise en œuvre d'un schéma national d'aménagement du territoire ». 2025 - Document de Synthèse Février 2008.
33. Sander van der Leeuw et Patrick Bourgeron. « Partage de données et d'information scientifique dans le domaine socio-environnemental ».\*
34. Pôle national français de compétence pour l'éducation au développement durable (Amiens).

## *Liste des illustrations*

## Liste des cartes :

Numéro	Titre	Pages
1	Répartition administrative des communes de la baie d'Alger	02
2	Représentation administrative des communes témoins de l zone d'étude	03
3	Représentation des bandes de la limite du littoral de la commune de Borj El Kiffen selon la loi 02-02 relative à la protection et à la valorisation du littoral.	06
4	Limite du littoral dans la commune d'El Mohammadia suivant la loi 02-02 pour la protection et à la valorisation du littoral.	06
6	distribution de la végétation dans les communes de la baie d'Alger	35
7	Trait de côte sur le littoral des communes-témoins (Staouali et Zéralda).	36
8	Trait de côte à l'embouchure d'Oued El Harrach	36
10	plan urbain du site de la casbah	39
11	situation et répartition des entreprises industrielles de la zone d'Oued Smar à influence directe sur les eaux côtière de la baie d'Alger à travers les cours d'eaux	41
12	Situation et répartition des entreprises industrielles de la zone d'El Harrach à influence directe sur les eaux littorales de la baie d'Alger par l'oued El Harrach	42
13	situation et répartition des entreprises industrielles de la zone du port d'Alger influant sur les eaux côtières de la ville	42
5	artificialisation des dunes bordières par les infrastructures touristiques dans les communes de Staouali et Zéralda	32
14	localisation des principales zones touristiques avec répartition par type de tourisme sur le littoral algérois	44
15	bassins versants de la wilaya d'Alger	49
16	assainissement et relation entre zones industrielles et rejets des eaux usées dans la baie d'Alger	51
17	assainissement et relation entre zones industrielles et rejets des eaux usées dans les eaux littorales des communes témoins	51
18	situation des lieux d'échantillonnages pour l'étude de la pollution des eaux littorales algéroises	52
19	relation entre zones industrielles réseaux hydrographiques et taux des métaux lourds dans les eaux littorales d'Alger	49
20	relation entre les activités industrielles et agricoles avec les taux des matières organiques aux embouchures des cours d'eaux permanents	50
21	relation entre les activités agricoles et industrielles avec les taux du DBO5 et DCO à l'embouchure d'Oued El Harrach et du port d'Alger	51
22	relation entre l'urbanisme, l'industrie et les taux des détergents anioniques dans les eaux côtières algéroises.	52
23	qualité de l'air dans les trois repaires effectué par SamaSafia	53
35	Carte d'occupation des sols de la commune de Borj El Bahri	29
	Carte d'occupation des sols des communes témoins	30
37	Infrastructures touristiques des communes de la baie d'Alger	43
38	Infrastructure touristiques des communes témoins	43
40	Densité de la population dans les communes de la baie d'Alger	38

## Liste des figures :

Numéro	Titres	Pages
1	Schéma présentant les méthodes pour aboutir à un état des lieux-diagnostic de la région littorale algéroise.	02
2	représentation de la relation entre les trois piliers du développement durable.	10
4	Nature et usage des indicateurs d'environnement.	12
5	processus d'élaboration des indicateurs de durabilité.	14
6	couches thématiques mise en place sur le logiciel ArcGis	21
8	Image scannée démontrant la sélection des symboles	22
11	taux de végétation par commune	30
12	répartition de la densité de la population par commune	37
15	nombre de rejets d'eaux usées par communes de la zone d'étude	47

### Liste des tableaux :

Numéro	Titres	Pages
1	Les superficies de la zone d'étude	03
2	formats et types d'indicateurs par rapport à la clientèle cible	17

3	résultats du calcul des indicateurs spécifiques à la répartition des sols de la zone d'étude	30
4	résultats du calcul des surfaces et distances des plages de la zone d'étude	31
5	pourcentage de la répartition des sols des communes de la zone d'étude	33
6	statiques par communes des indicateurs sociaux	37
7	indicateurs des activités économiques	40
9	Surfaces calculées des agglomérations construites sur les dunes bordières de la commune de Staouali	32
10	Surfaces calculées des agglomérations construites sur les dunes bordières de la commune de Zéralda	32
11	indicateurs environnementaux influant sur la pollution des eaux côtières algéroises	46
12	caractéristiques des trois bassins versants de la wilaya d'Alger	49
13	résultats des analyses des concentrations des métaux lourds et des hydrocarbures dans les eaux côtières algéroises	<b>A.n.n.e.x.e.</b>
14	Concentrations en métaux lourds (Hg/g du poids sec)	
15	concentration du DBO5, DCO et des matières organiques dans les cours d'eaux et du port d'Alger	
16	Concentrations en détergents anioniques (mg/l) dans les eaux superficielles du littoral algérois	
17	Fréquence de l'indice de la qualité de l'air	

## *Annexes*

**Tableau N°13 : résultats des analyses des concentrations des métaux lourds et des hydrocarbures dans les eaux côtières algéroises.**

	Hg	Pb	Cd	Cu	Zn	HCT (hydrocarbures)
Embouchure Oued El Hamiz	12	5 080	22	205	15 680	548-1299
Eaux côtières Borj El Bahri	4	1958	9	903	3 828	ND
Embouchure El Harrach	23	5619	19	241	13 748	1 281-3 015
Eaux du Port d'Alger	13	24 559	24	249	11 825	1 900-31 000
Embouchure Oued Bousegar (Zeralda)	1	1459	15	988	3995	ND

**Tableaux N°15 : concentration du DBO5, DCO et des matières organiques dans les cours d'eaux et du port d'Alger.**

	débit (rejets)	DBO5	DCO	Azote Total	Phosphate total
El Harrach	675	41 296	123 465	3 193	2 342
Port d'Alger	6 944	51 100	102 200	45	09
Mazafran	11,50	10 880	47 146	5 440	1 813

**Tableau N°17 : Fréquence de l'indice de la qualité de l'air**

Qualité de l'Air	Très médiocre	Médiocre	Moyen	Assez bon	Bon	Très bon	TOTAL
Bab El Oued	0	6	16	18	28	32	100 %
1 <sup>er</sup> Mai	0	0	8	14	44	34	100 %
Hamma	6	7	10	11	8	58	100 %

**Tableaux N°16 : Concentrations en détergents anioniques (mg/l) dans les eaux superficielles du Littoral algérois**

	<b>Février 2004</b>	<b>Mai 2004</b>	<b>Juillet 2004</b>	<b>Moyenne annuelle 2004</b>
<b>1 (embouchure Oued Mazafran)</b>	0,20	0,71	0,31	<b>0.40</b>
<b>2</b>	0,33	1,23	0,45	<b>0.67</b>
<b>9 (port d'Alger)</b>	1,61	0,54	0,35	<b>0.83</b>
<b>10 (embouchure Oued El Harrach)</b>	3,11	1,70	0,66	<b>1.82</b>
<b>11 (large Oued El Harrach)</b>	0,54	0,39	0,17	<b>0.36</b>
<b>12 (embouchure Oued El Hamiz)</b>	0,53	0,28	0,32	<b>0.37</b>
<b>13 (large cote Borj El Bahri)</b>	0,39	0,46	0,27	<b>0.37</b>