

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهينة الساحل  
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



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

**OPTION : Aménagement du littoral.**

**Sujet :**

**Contribution à la stratégie de développement durable d'une zone portuaire :  
Le port polyvalent de Bejaia.**



**Présenté par :**

**-M. HAMMOUDI Zoubir.**

Soutenu le mercredi **08/07/2009** à **10h : 30mn** ; devant la commission de jury  
suivante:

**M. BOULAHIDID. M (Professeur ENSSMAL).....Président**  
**M.GRIMES. S (Docteur ENSSMAL).....Examineur**  
**M. HEMDANE. Y (Docteur ENSSMAL).....Examineur**  
**M. LARID. M (Docteur ENSSMAL)..... Promoteur**

**-Promotion 2009-**

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail aux êtres les plus chers à mes yeux, pour ma mère la plus chère à mes yeux et à mon père qui n'a ménager aucun effort pour me soutenir et m'encourager, que le Bon Dieu les protège pour moi.*

*Je le dédie à toute ma famille en particulier mes frères et sœurs qui ont été, de tout temps, à mes cotés.*

*Mes dédicaces vont aussi à ma grande mère, mes oncles et tantes, cousins et cousines.*

*J e tiens vivement à dédier ce travail à tous mes amis et collègues avec lesquels j'ai partagé un cursus universitaire inoubliable. Qu'ils trouvent chacun son non, mes sincère remerciements les plus distingués.*

*Je ne pourrais conclure sans remercier la plus sympathique et généreuse M. que je ne saurais remercier.*

*A mes amis (es) et à toutes les personnes qui m'ont connu...*

*Zoubir*

# Remerciements

*D'abord je tien à exprimer ma gratitude et ma reconnaissance à toutes les personnes ayant contribué, chacune à sa manière, pour le bon déroulement de ma formation, ainsi qu'à la réalisation de ce modeste travail.*

*Je tien à remercier Monsieur LARID.M, pour avoir accepté, de diriger et de suivre constamment le progrès de ce travail, par ses suggestions et ses critiques constructives, dont la patience et la sympathie m'ont fait aimer la réflexion systémique et la vision scientifique.*

*Je tien à exprimer mes vives gratitudees à tous mes enseignants, depuis la première année, jusqu'à la cinquième année universitaire.*

*Nous tenons aussi à remercier ;*

*Monsieur BOULAHDIÈ.M (ENSSMAL) d'avoir accepté de présider ce jury et pour sa disponibilité et surtout sa grande amabilité.*

*Monsieur GRIMES.S (ENSSMAL), pour avoir pris le temps d'examiner ce travail.*

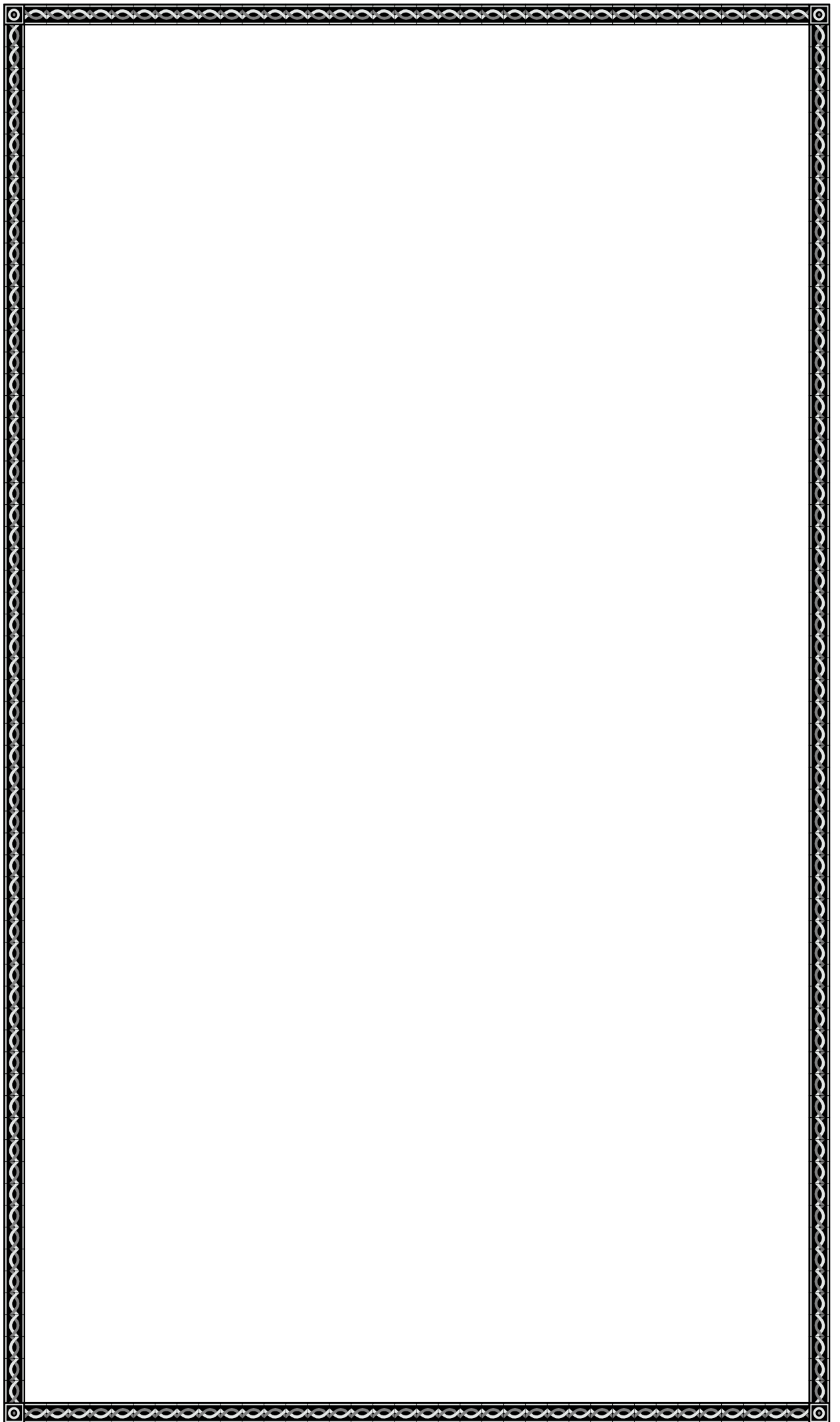
*Monsieur HEMDANE.Y (ENSSMAL), qui a bien voulu examiner et corriger le contenu ce travail.*

*Comme je tien à remercier aussi Madame AMARNIA, Madame OURTACHE et Monsieur BEKTACHE de l'entreprise portuaire de Bejaia, pour leurs aides et orientations.*

*Tous mes sincères remerciements s'adressent aussi au personnel de l'ENSSMAL.*

*Finalement, je tien vivement à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce présent mémoire.*

*Z. HAMOUDI*



## Introduction

Un port est une entité spatiale construit pour répondre à deux rôles complémentaires ;

- Sur le plan économique un port est un établissement destiné à la réception des navires, en vue d'assurer la continuité des transports entre les voies maritimes et terrestres ou fluviale aux quelles peuvent se griffer les rôles industriels et/ou de transbordement.
- Sur le plan physique, l'enceinte portuaire doit permettre aux navires de stationner à l'abri des houles et des vents, afin d'assurer les conditions optimales permettant la manipulation des cargaisons à l'arrivé ou au départ ; ainsi que les opérations d'avitaillement et de réparation des navires (**Chapon, 1975**).

Le port de Bejaia est dans ce sens un port à vocation commerciale, composé d'un port pétrolier, une gare maritime pour le transport des voyageurs, un port commerciale, un petit port de pêche (deux appontement) et d'un mini port de plaisance.

Le trafic maritime, sans cesse croissant, engendre des pressions de plus en plus croissantes aussi bien sur les infrastructures et superstructures portuaires, destinées à assurer le rôle économique du port, qui doivent garantir la prise en charge du trafic, que sur l'environnement sur lequel pèsent les impacts liés à l'exploitation des établissements portuaires (rejets d'eaux usées, diversement accidentels...).

A cette pression peut se joindre, dans le cas algériens en générale et du port de Bejaia en particulier, les rejets des eaux usées domestiques et industriels venant se déverser à l'intérieure des bassins portuaires sans traitement préalable en amont (**Metap, 1993**).

La non maitrise de la qualité des eaux, se déversant dans les bassins portuaires, ajoutée aux risques de pollutions dû aux activités portuaires, sont des contraintes importantes sur la qualité du milieu, et donc de la vie, aquatique et sur la qualité des sédiments sur dans le cas où les sédiments portuaires sont de caractère vaseux (cas du port de Bejaia).

L'objectif du présent travail, est de réunir des données diverses en rapport avec la zone portuaire de Bejaia et les analysées en suivant la méthode suivante :

- Faire un état des lieux de la zone portuaire à travers principalement une approche de son organisation, de son influence régionale et de ses conditions de réponses au trafic maritime, des problèmes liés à son envasement, à la sécurité qu'il offre et à la qualité de son environnement.
- Faire la lumière sur les principales problématiques, qui entravent le fonctionnement et la sécurité de la zone portuaires.

- Procéder à l'analyse de durabilité après avoir déterminé les variables fondamentales et les indicateurs clés du développement durable.
- Impliquer un maximum d'acteurs, en relation avec le développement de la zone portuaire, afin de faire une approche participative.
- Entamer un travail de prospective pour orienter le devenir de la zone portuaire et proposer une stratégie en vue d'un programme d'action.

La finalité de ce travail se fera en dégagant d'autres pistes et perspectives pour l'avenir.

La méthode utilisée pour cette approche est l'Analyse de Durabilité Systémique et Prospective, développée par le plan bleu et testée sur plusieurs projets de territoires et valable pour tous territoires aussi vaste ou aussi réduit qu'il soit (**Plan bleu, 2003**).

## CHAPITRE I : présentation de la zone d'étude

Ce présent chapitre, présente le contexte général dans lequel s'insère la zone portuaire de Bejaia. Il se base sur des données que nous avons collectées et qui nous paraissent avoir un lien avec le développement et le fonctionnement du port. Les différents aspects traités, relatent les caractéristiques essentielles de la zone étudiée : localisation, environnement naturel et activités portuaires.

### I.1 Le cadre régional

#### I.1.1 données géographiques

La région de Bejaia, se situe dans la partie Est du littoral algérien comprise entre les **parallèles 36°43'** de latitude Nord et les **méridiens 4°55'** de longitude Est, dans la rive Sud de la méditerranée, à environ 250 km de la capitale Alger, avec une superficie de 3261.26 km<sup>2</sup> et un ligned côtier d'environ 100km longeant la mer ; donnant à cette wilaya une qualité et plusieurs atouts naturels.



Figure 1: Insertion du port de Bejaia dans sa région.



### *1.1.2 milieux physique et naturel*

D'un point de vue Géologique (**Bétier & al, 1960 in Aloui, 2007**), La ville de Bejaia est construite sur des terrains appartenant principalement à deux systèmes de l'ère secondaire, qui sont successivement le jurassique et le crétacé.

La partie nord, de la région d'étude (djebel Gouraya et cap Carbon), est caractérisée essentiellement par des formations du jurassique (calcaires riche en fer), alors que la partie Sud (cap Bouak jusqu'à l'avant port) est caractérisée essentiellement par des formations du crétacé (marneuses et conglomératiques, également riches en fer).

Le lessivage de ce type de sol, notamment lors des périodes de forte pluviométrie, peut entraîner des quantités non négligeables de fer qui ira en mer.

Les apports solides ont sûrement un impact sur la zone portuaire et sont aussi conditionnés par les caractéristiques et les données hydrologiques. Des travaux antérieurs (**LEM, 1993 in Hamana & Mazouz, 1994**) fournissent des indications intéressantes sur l'hydrologie de la région, dans laquelle est insérée la zone portuaire de Bejaia.

Plusieurs cours d'eau drainent les bassins versants adjacents, et se déversent directement en mer, parmi lesquels l'oued Soummam, qui est le plus important de la région, avec un bassin versant de plus de 9125km<sup>2</sup> et une longueur de plus de 100 km.

Ce bassin versant, se caractérise par une forte discontinuité au point de vue écoulement et ruissèlement ; ceci est due essentiellement à trois facteurs :

- Irrégularité de la pluviométrie.
- Variation des perméabilités et des pentes.
- Diversification du couvert végétal.

L'impacte de ces paramètres ce fera sentir sur les débits liquides(Ql) et les apports solides(As). Les seules données disponible datent de la période (1964-1974), enregistrées à la station de Sidi-Aich, (**ANRH in Mazouz & Hamana, 1994**) qui sont les suivantes :

- Débit liquide moyen : 26 m<sup>3</sup>/s.
- Minimum journalier (étiage) : 0,8 à 1m<sup>3</sup>/s.
- Maximum journalier (hivernale) : 2200 m<sup>3</sup>/s.

Sur le plan hydrogéologique, les nappes d'eau les plus importantes se localisent dans les plaines côtières alluvionnaires de Bejaia (figure 2). L'alimentation des nappes se fait par :

- Infiltration des eaux de précipitation sur la plaine.
- Infiltration de l'eau drainée par les bassins versants de la plaine au niveau des piémonts.
- Les apports des oueds traversant la plaine.

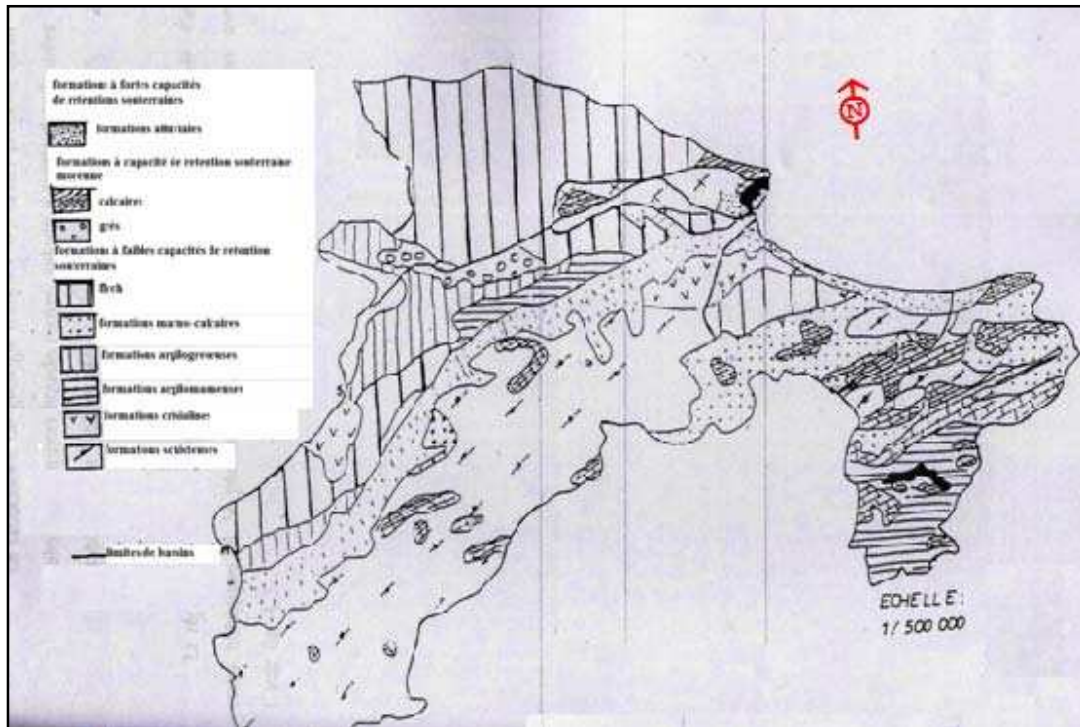


Figure 2 : Carte des bassins hydrogéologiques de la région de Béjaïa (in LEM, 1993).

### 1.1.3 données climatiques

En ce qui concerne les données climatiques, il est évident aussi que le contexte de la région, notamment pour les vents et les températures, influence directement ou indirectement l'évolution de la zone et des activités du port.

L'exploitation des documents réalisés suite à des études et travaux sur la région (SSMO, 1963-1970 in LEM, 1993) permettent de faire une présentation synthétique sur le climat.

**A- Les vents :** L'analyse de la rose des vents de la région de Bejaïa fait ressortir deux régimes dominants :

- ◆ **Le régime hivernal**, pendant lequel les vents des secteurs **Sud-ouest** et **Ouest** sont dominant (40% du temps). Le mois de janvier est le plus représentatif de ces vents. 8% de ses vents ont une vitesse supérieure à 16m/s (31 nœuds).



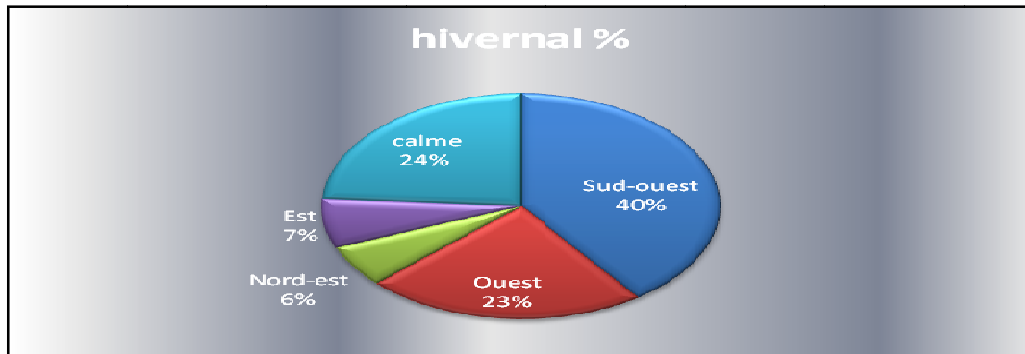


Figure 3 : Fréquences d'apparitions des vents Hiveraux(%) à la station de Bejaia (1963-1970), (LEM, 1993).

- ◆ **Le régime estival**, au cours duquel, on assiste à une prédominance des vents **Nord-est** et **Est**, mais dont la prédominance n'est nette que durant les mois de juillet et août.



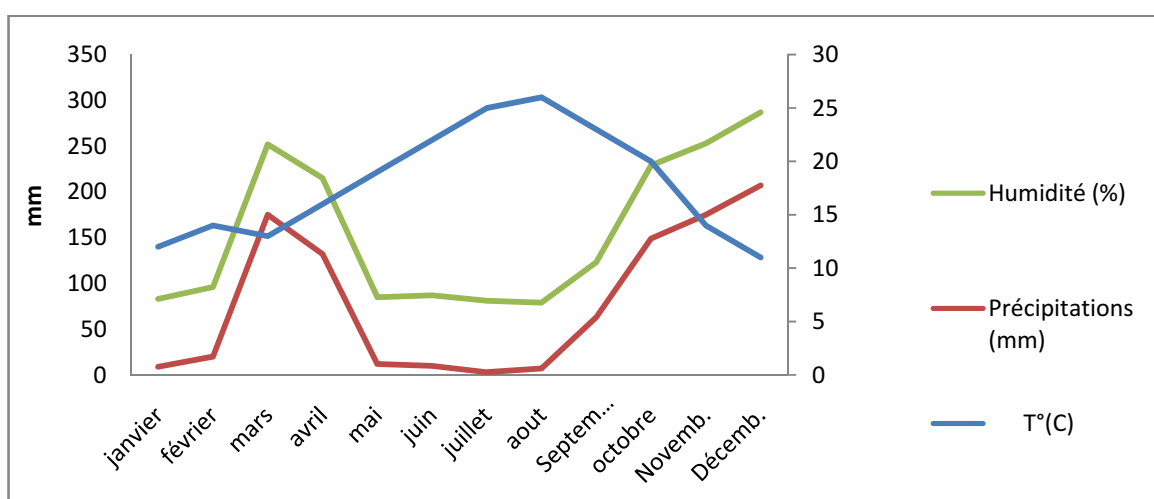
Figure 4: Fréquences d'apparitions des vents Estivaux(%) à la station de Bejaia (1963-1970). (LEM, 1993).

**B- Précipitations et températures :** La région de Bejaia est caractérisée par un climat méditerranéen, chaud et sec en été, doux et pluvieux en hiver.

Le tableau (1) représente les moyennes mensuelles de la pluviométrie, de la température et de l'humidité de l'année 2007.

**Tableau 1 : Moyennes mensuelles de la pluviométrie, de la température et de l'humidité de l'année 2007 (ONM, 2008).**

Mois	janv	févr	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	Sept	octo	Nov	Déc
T°(c)	12	14	13	16	19	22	25	26	23	20	14	11
Préci pitati ons (mm)	9	20	175	132	12	10	3	7	63	149	175	207
Humi dité (%)	74	76	77	83	73	77	78	72	60	80	78	80



**Figure 5 : Evolution des paramètres météorologiques durant l'année (2007).**

**C-** La région de Bejaia est caractérisée par des averses importantes. Selon les experts de l'ONM elle est considérée « ...comme l'une des villes les plus pluvieuses du pays... ». Elle reçoit une moyenne de 800 à 1200 mm d'eau de pluie par an (**Direction de l'Hydraulique de Bejaia, 2006**).

L'analyse de ses trois paramètres, nous indique que la saison hivernale est la plus importante en matière de précipitation ; et pendant laquelle les vent de secteur Sud-ouest et Ouest sont dominants (40%), ceci mis en relation avec l'importance des crues et lessivages des bassins versants de l'oued sghir et Soummam, et couplé avec le vent de la Soummam ; qui entraîne les eaux superficielle, chargés en matière fine (<63µm) qui reste en suspension par défaut de mer calme, vers le large dans la direction du port (Nord-est par rapport a



l'embouchure) nous donne une idée sur les apports extra portuaire de matière, et qui a été remarquée sur place durant ces périodes.

## 1.2 la zone portuaire et sa proximité

Les caractères océanologiques dominants dans le golfe de Bejaia et les données spécifiques de sa zone côtière, influencent surement l'évolution de la zone portuaire.

### 1.2.1 géomorphologie côtière et sous marine

Le golfe de Bejaia correspond à une importante ouverture du littoral sur le large, sous forme concave. Il est bordé à l'Ouest par les falaises jurassiques du cap Bouak et à l'Est par le massif volcanique miocène du cap El Aouana. Par ailleurs, ce golfe se singularise par sa morphologie très particulière (leclaire, 1972) :

- Plateau continental peu étendu, d'une largeur moyenne de 1,5km avec une pente de l'ordre de  $1^\circ$  en moyenne et ressemblant à un talus d'accumulation sédimentaire.
- Glacis continental festonné par d'imposants « criques » (cap Aokas, Béni-segoual) d'où partent des vallées sous marines.
- Littoral sablonneux (dunes) qui ourle le pied des falaises de la Kabylie des Babors.

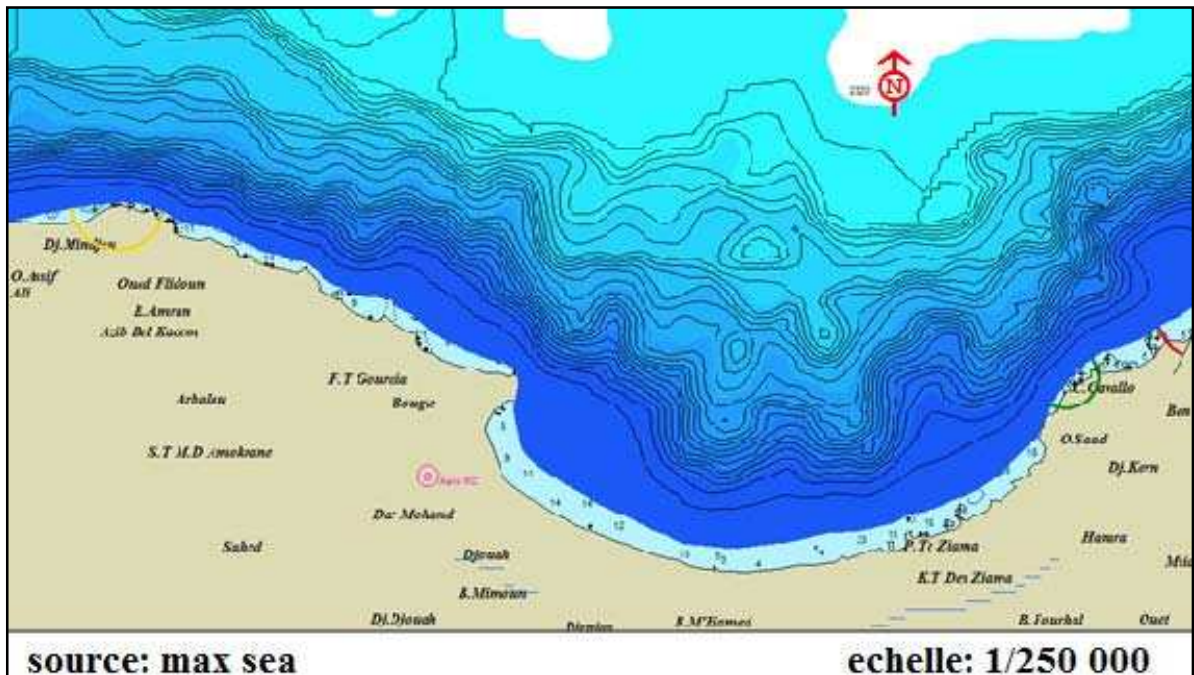


Figure 6 : bathymétrie du golfe de Bejaia.

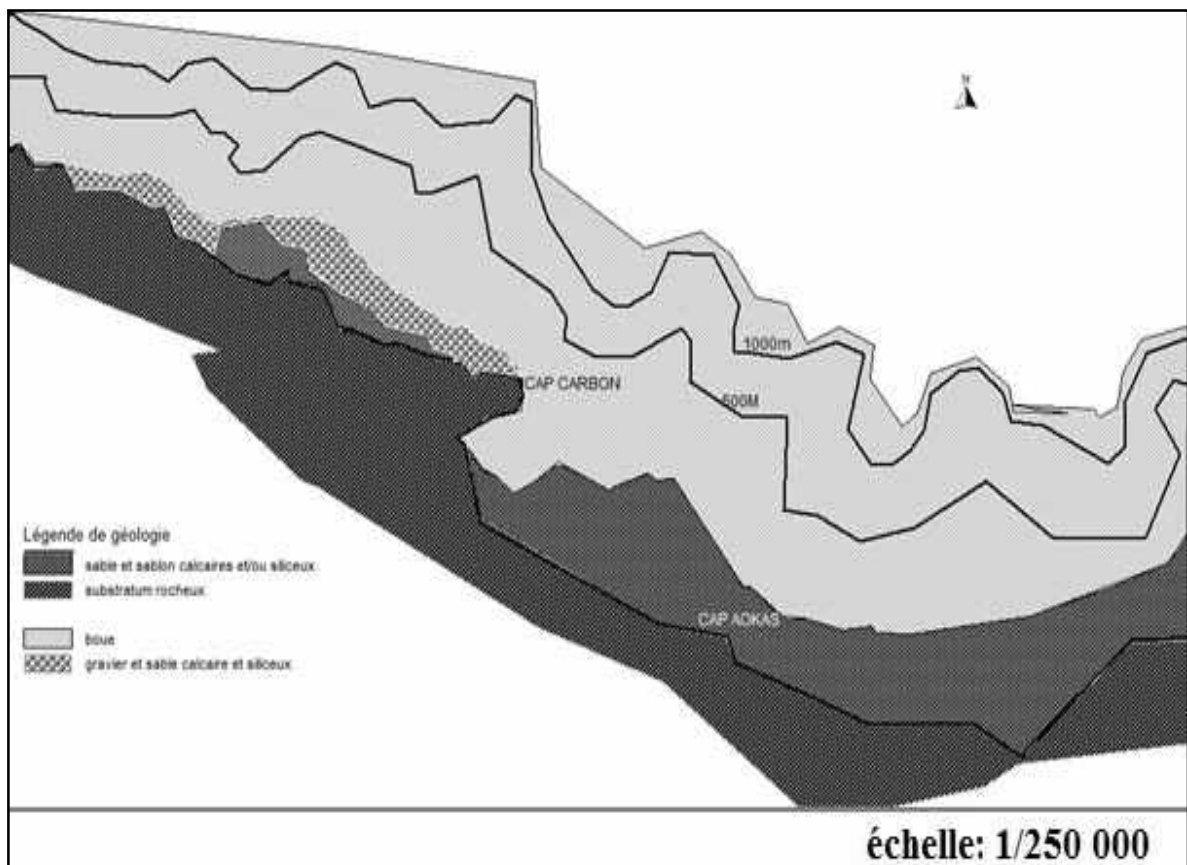


Le plateau de la baie de Bejaia, est raviné de 40 à 100 m, de profondeur, par un petit canyon, unique en son genre par ses dimensions et sa localisation. Il entaille légèrement le rebord du plateau et disparaît au delà des isobathes de 150 m (**Leclaire, 1972**).

### 1.2.2 données sédimentologique et bathymétriques

La distribution des sédiments du golfe de Béjaia est fonction de la bathymétrie. En outre, elle est caractérisée par trois principaux types de faciès (**Leclaire, 1972**):

- Sables et sablons siliceux rencontrés aux faibles profondeurs (0-20m) et ce à partir de la ville e Bejaia jusqu'à la rive Est de l'oued agrioun.de plus une extension vers le large (40m) de ce faciès est observée particulièrement entre les embouchures des oueds Soummam et Djemââ.
- Le faciès à boues silico-argileuses est au niveau de tout le golfe dominant entre 40 et 80m de profondeur ;
- A partir de 100m de profondeur et plus, les boues silico-argileuses et argilo-siliceuses sont retrouvées.



### 1.2.3 Les données hydrodynamiques

Au niveau de la baie de Bejaia, les courants de l'atlantiques n'affectent pas la frange côtière. Seuls les courants locaux sont à prendre en compte dans l'hydrodynamisme côtier (LEM, 1996).

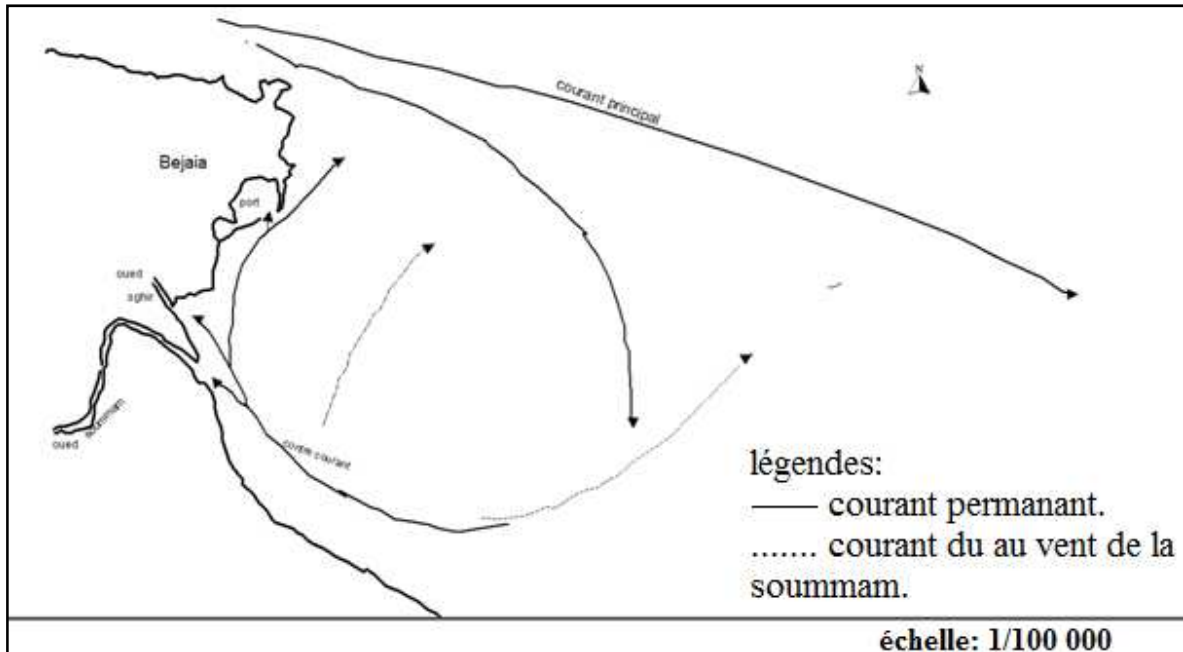


Figure 8: Les Courants généraux et circulation des eaux de surface dans le golfe de bougie (Leclair, 1972).

- Un courant de retour qui est induit par les houles d'incidences frontales (nord-est), il assure la dissémination, des sédiments, vers le large.
- Les résultats d'études universitaires décrivent un vent de la Soummam qui entraîne les eaux superficielles vers le large depuis le débouché de l'oued Soummam. La combinaison de ces courants entre eux, entraînant les particules en suspension vers le large dans la direction Sud-ouest/Nord-est.

Tableau 2: Relation état de la mer (degrés) et amplitude des vagues (LEM, 1993).

degrés	amplitudes m	appellation
calme	<0,25	0
0°	de 0,25 à 0,75	ridée ou belle
1°	de 0,75 à 1,75	modérée
2°	de 1,75 à 2,75	agitée
3°	de 2,75 à 3,75	forte
4°	>3,75	très forte ou supérieure



Les vents dominants, déterminent l'orientation et l'intensité des houles les plus conséquentes. Ils proviennent du Nord-est et Est en été, et d'Ouest à Nord Ouest en hiver. des différences de niveau, de la surface de la mer, peuvent atteindre des surcotes d'environ 50 cm.

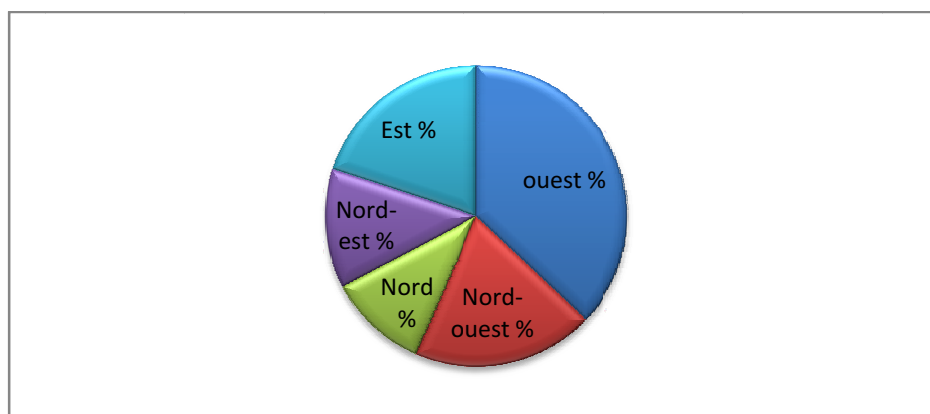


Figure 9 : Répartitions des fréquences annuelle des houles dans le golf de Bejaia.

Tableau 3: fréquences et directions des houles pour différents états de la mer (LEM, 1993).

degrés	ouest %	Nord-ouest%	Nord %	Nord-est %	Est %
calme	2,6	1,9	2,3	2,3	3,2
0°	8	4,2	2,8	4,3	6,6
1°	14,2	6,7	3,3	3,7	6,1
2°	4,4	2,3	0,5	0,4	0,7
3°	1,1	0,8	0	0	0
4°	0,6	0,3	0	0	0
TOTAL	30,9	16,2	8,9	10,7	16,6

### I.3 Le port de Bejaia

Comme toutes les villes portuaires de son envergure, Bejaia doit une bonne part de sa dynamique à son port qui étend son influence sur un vaste hinterland.

#### I.3.1 Historique et présentation

De Saldae, Ennaciria à Bougie, Bejaia a depuis toujours servie de pole d'échange entre l'Afrique du Nord et le reste du monde. Cela explique la place importante qu'occupe le port de

Bejaia dans l'échiquier régional et national en desservant un hinterland vaste et important, qui a favorisé le développement de l'industrie locale et régionale.

Il s'y traite annuellement plus de 5 millions de tonnes de marchandises générales, un chiffre qui ne fait qu'augmenter chaque année. Bejaïa est le deuxième port d'Algérie avec plus de 23% de part du marché national.

Parce que le port de Bejaïa affirme, année après année, sa position de grand port méditerranéen et développe de nouveaux outils performants, il offre des atouts exceptionnels et une excellente qualité de service :

- Il possède une situation géographique privilégiée et des atouts nautiques remarquables.
- C'est un port polyvalent avec des infrastructures de stockage et de traitement adéquats pour chaque type de produit.
- Un excellent rendement de manutention et un bon rapport qualité / prix.
- De bonnes liaisons routières et ferroviaires.
- Un port connu pour sa sécurité avec agrégation ISPS code.
- Un port certifié aux normes ISO 9001 et ISO 14001.

Sa position géographique est donnée par les coordonnées suivantes : Latitude Nord : **36°45'24''** et Longitude Est : **05°05'50''**.

### ***1.3.2 Description du plan de masse***

Le Port de Béjaia, est accessible par un chenal extérieur large de 320 m et draguée à 13,50 m. Les navires de marchandises générales accèdent aux bassins du vieux port et de l'arrière port par le biais de deux passes, respectivement la passe Abdelkader, large de 110 m et draguée à 12 m et la passe de la Casbah (entre le vieux port et l'arrière port), large de 125 m et draguée à 12 m.

Le port est composé de trois bassins :

- ◆ Bassin de l'Avant Port : sa superficie est de 75 hectares et ses profondeurs varient entre 10,5 m et 13,5 m. Disposant d'installations spécialisées, l'avant port est destiné à traiter les navires pétroliers.
- ◆ Bassin du Vieux Port : sa superficie est de 26 hectares et ses profondeurs de quai varient entre 6 et 8 m.
- ◆ Bassin de l'Arrière Port : Sa superficie est de 55 hectares et ses profondeurs varient entre 10,5 m et 12 m.

**Tableau 4 : Caractéristiques des bassins portuaires de Bejaia.**

Bassins	Superficie (hectares)	Profondeur (m)	Activités
Avant port	75	10,5 à 13,5	Pétrolière
Vieux port	26	6 à 8	Pêche et commerce
Arrière port	55	10,5 à 12	Commerce

Les ouvrages extérieurs protègent le port contre l'agitation du large et se composent comme suit :

- à l'Est une jetée de 650 mètres linéaire
- Au sud, la Jetée en chevrons est composée de trois éléments dont la longueur totale atteint 2.750 m
- Vers le large, la jetée s'étend sur 1600 mètres linéaires
- La digue de fermeture est d'environ 800ml.



Figure 10 : Plan de masse et ouvrages du port de Bejaia (Entreprise Portuaire de Bejaia, 2007).

### 1.3.3 les conditions de mouillage

Connue pour être l'une des meilleures de la côte algérienne, la rade de Béjaia offre d'excellentes potentialités en matière de protection et des fonds propices à un bon mouillage, avec des profondeurs allant de 10 m à plus de 20 m. Abrisée de tous les vents sauf du Nord Est à l'Est, la rade est limitée par une ligne imaginaire s'étendant du Cap Carbon au Cap Aokas. Pour les pétroliers, la zone de mouillage est située à l'Est de l'axe du chemin d'accès.



### 1.3.4 les activités portuaires

L'entreprise portuaire de Bejaia, étant gestionnaire de l'espace portuaire, assure l'aboutissement de plusieurs activités liées aux navires et au traitement de la marchandise depuis l'arrivée à la rade, jusqu'à ce que le navire quitte celle-ci, à savoir :

a) ***l'aide à la navigation*** : Elle se traduit par les différentes fonctions liées aux aides apportées aux navires pour accéder au port et le quitter. *Le pilotage* portuaire est assuré sans discontinuité. *Le remorquage* est assuré jour et nuit et dépend des caractéristiques techniques du navire. L'Entreprise Portuaire dispose d'une flotte de six (06) remorqueurs de 1500 à 4000 CV, équipés de puissants moyens de lutte contre l'incendie et la pollution. *Le lamanage* est assuré par les services de la capitainerie du port à l'aide de 05 canots d'amarrage armés en permanence.

b) ***la manutention et l'aconage*** :

Le Port dispose d'infrastructures et installations spécialisées, pour recevoir tous types de marchandises. Il s'appuie sur une bonne accessibilité nautique, des espaces de stockage spécialisés, et un outillage performant.

*Le terminal à Conteneurs* : est exploité depuis juillet 2005 par une nouvelle entité (Bejaïa Mediterranean Terminal), issue d'une joint-venture entre l'EPB et le singapourien PORTEK (navire ne pouvant pas passer le canal Panama). C'est le seul terminal algérien qui dispose de portiques de quai pouvant traiter les navires postpanamax. Le terminal dispose également de sa propre structure douanière (guichet unique) de dispositifs et d'équipements appropriés à la conteneurisation<sup>1</sup>.

*Le terminal à bois* : il dispose de sa propre surface d'entreposage ainsi que d'un guichet unique. Son principal atout réside dans la qualité des équipements mis en place. Les nouvelles grues à palonniers, acquises en 2005, permettent de traiter dix fardeaux en

---

<sup>1</sup> **Caractérisation et équipements du terminal containers**

***Caractéristiques :***

500 ml de quai avec 03 postes à quai spécialisés

Tirant d'eau maximum autorisé : 11,50 m

Emplacement : Nouveau Quai

Superficie du terminal : 9 hectares

02 zones de dépotage et visites

500 connections pour conteneurs frigorifiques

***Equipements :***

02 portiques de quai de 45 tonnes de capacité

05 portiques gerbeurs (6+1) et (5+1)

12 tracteurs remorques navettes.

04 spreaders et stackers.

Le site est hautement sécurisé, (ilotage, accès dédié et spécialisé, entièrement clôturé et sous surveillance électronique) et le suivi informatique est assuré en temps réel.

même temps et de réduire la durée de séjour à quai des navires, tout en réduisant le risque d'endommagement de la marchandise<sup>2</sup>.

Le port dispose aussi d'un *terminal Divers*<sup>3</sup> et d'un *terminal pétrolier*<sup>4</sup>.

Le *vrac solide* est un secteur dynamique qui constitue près de 44% des importations de marchandises générales. Le port de Béjaïa est le numéro un dans cette activité<sup>5</sup>.

## <sup>2</sup> Caractérisation et équipement du terminal à bois

### **Caractéristiques :**

300 ml de quai avec 02 postes à quai favorisés  
Emplacement : Nouveau Quai et quai de la gare  
tirant d'eau maximum autorisé : 8 m à 11,50 m  
superficie du terminal : 7 hectares  
capacité totale : 19.300 fardeaux gerbés sur 04 niveaux

### **Équipements :**

grues à palonniers pouvant traiter dix(10) fardeaux de bois en même temps  
chariots élévateurs et remorques

## <sup>3</sup> Caractérisation et équipement du terminal divers

### **Caractéristiques :**

07 postes à quai  
Emplacement : quai de la Casbah et quai de la gare  
tirant d'eau maximum autorisé : 10 m  
surfaces d'entreposage : 50.218 m<sup>2</sup>

### **Installations spécialisées:**

#### **Abri papier :**

Emplacement : A l'entrée du poste 19  
Surface totale : 1286 m<sup>2</sup>  
Capacité commerciale au sol : 1528 unités  
Hauteur de gerbage : 2 niveaux

#### **Centre de transit des marchandises dangereuses**

Surface totale : 7000 m<sup>2</sup>  
Nombre de hangars : 06 sur une surface de 1440 m<sup>2</sup>  
Emplacement : Nouveau quai (poste 20)

## <sup>4</sup> Caractérisation et équipement du terminal pétrolier

770 ml de quai avec 03 postes à quai spécialisés  
Emplacement : Avant Port et tirant d'eau maximum autorisé : 13,50 m  
Capacité de chargement : 16,8 millions de tonnes  
Une station SPM/ sea-line pour le chargement des navires de grande capacité entre 80.000 DWT et 320.000 DWT avec un débit de 10.000 m<sup>3</sup> / heure.

## <sup>5</sup> Equipement et installations destinés au vrac solide

### **Quais :**

400 ml de quai avec 03 quais favorisés  
Emplacement : Quai Sud Ouest / Quai de la gare et Nouveau Quai  
Tirant d'eau maximum autorisé : 10 m à 11,50 m

### **Équipements :**

03 pompes à grains d'une capacité de 250 tonnes / heures  
Pelles mécaniques  
Grues  
Trémies  
03 ponts bascules

### **Installations spécialisées:**

#### **Silos OAIC :**

Emplacement : poste 17

- c) **le soutage** : L'avitaillement des navires en carburant est assuré, de jour seulement, par une barge (Bordj Menaïl) d'une capacité de 1000 T.
- d) **le service aux navires** : L'avitaillement en eau douce est assuré par l'Entreprise Portuaire de Béjaïa à l'aide de plusieurs bouches à quai. La mise à disposition des bennes est assurée par la Direction des Domaines et Développement.

### ***I.3.5 Le port commercial de Bejaia au niveau national***

Les efforts et stratégies de gestion ajoutés aux atouts naturels et historique dont dispose la région et le port de bougie lui confèrent des places très honorables sur le podium des ports algériens, en effet le port de Bejaia est en 2008 :

Troisième port national pour le trafic des hydrocarbures avec une **part de 9,9%** du marché global.

Troisième port national pour le trafic de toute marchandise confondue avec une **part de 12,24%** du marché.

Deuxième port national pour le trafic des marchandises hors hydrocarbures avec une **part de 19,29%** du marché.

Deuxième port national pour le trafic des marchandise hors vrac avec une **part de 15,48%** du marché.

Troisième port national pour le trafic des conteneurs avec une **part de 11,16%** du marché.

#### **A-Evolution du trafic de marchandise :**

Le caractère polyvalent du port de Bejaia lui confère une place importante dans l'échiquier national et méditerranéen. En effet, l'évolution du trafic et la croissance du volume de la marchandise traité annuellement par l'amélioration continue des services confèrent à l'entreprise portuaire de Bejaia une place très honorable dans tous les domaines de sont activités.

Le volume des marchandises au port de Bejaia enregistre depuis le début de la décennie une croissante évolution.

---

Capacité: 30.000 tonnes

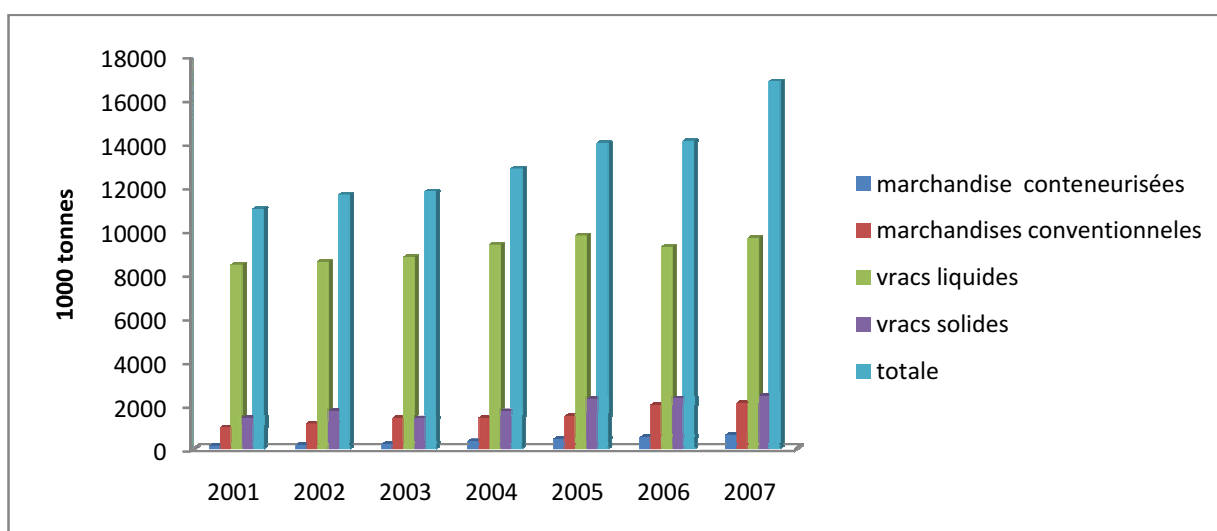
#### **Silos CEVITAL :**

Emplacement : Nouveau Quai  
Capacité: 120.000 tonnes

**Tableau 5: Evolution du trafic commercial au port de Bejaia entre 2001et 2007(EPB, 2008)**

année	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
marchandise conteneurisée	146	180	212	343	459	530	651
marchandise conventionnel	985	1160	1400	1412	1493	2020	2104
vrac liquides	8435	8569	8777	9354	9769	9244	9650
vrac solides	1420	1734	1394	1724	2281	2308	2410
totale	10986	11643	11783	12833	14002	14102	16822

Unité : 1000 tonnes.



**Figure 11 : Evolution du trafic commercial au port de Bejaia entre 2001 et 2007 (EPB, 2008).**

### B- trafic et transport des passagers

Quoique secondaire, se secteur engendre des retombées économiques pour la ville et la région et contribue à accroître la notoriété de la ville à l'étranger.

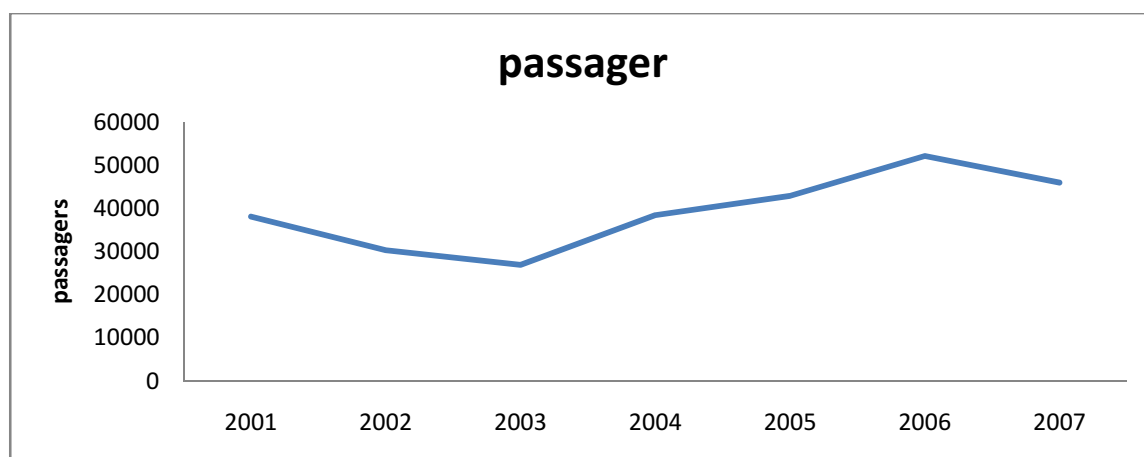


Figure 12: Evolution du trafic des passager entre 2001 et 2007 (EPB 2008).

La ville de Bejaia dispose de sites touristiques et culturels nombreux et importants témoignant de son histoire et de sa position centrale dans la région au fil des siècles.

la diversité de la morphologie de surface de la cote, allant des falaises rocheuses de la cote Ouest, aux plages sablonneuses étendues de la cote Est, donnent à bougie le mérite d'être une région touristique importante ; toutes fois il reste nécessaire de souligner le manque de prise en charge et de rénovation des sites et vestiges historiques et culturels tous comme la non prise en charge adéquate des plages et sites touristiques, qui peuvent générer des fonds important en matière de tourisme.

### C-La production halieutique:

Le port de pêche est constitué de deux quais de 260 ml de longueur total, et d'un tirant d'eau maximal de 7 m, l'un réservé aux chalutiers et sardiniers et l'autre ne pouvant accueillir que les petits métiers.

la superficie des eaux territoriales du golf de bougie est de 2222,40km<sup>2</sup> (ligne de 12 milles nautiques) la superficie de la zone de pêche est répartie comme suit :

- Une zone de pêche réservées d'une superficie de 9630,4 km<sup>2</sup> dont une superficie de pêche côtière de 555,6 km<sup>2</sup> (ligne des 3 milles nautiques) qui sont les eaux intérieures.
- Une zone de pêche réservée nette de 7408 km<sup>2</sup> (en dehors des eaux territoriales).

La production annuelle atteint une quantité de 4683,129 tonnes. La production la plus importante touche le poisson bleu avec une part de 94,09% et le poisson blanc avec 5,91% de captures (**Direction de la pêche et des Ressources Halieutique de Bejaia, 2008**).



## CHAPITRE II : fonctionnalité et qualité de l'environnement portuaire

Après la présentation du port et du contexte général dans lequel il s'inscrit, qui ont fait l'objet du chapitre précédent, il convient maintenant d'aborder l'aspect central de notre travail, à savoir la problématique environnementale et le fonctionnement de la zone portuaire.

Ce présent chapitre traitera de ces aspects importants de la gestion du port. L'objectif est de collecter et interpréter des informations et des données nécessaires pour aborder, au chapitre suivant l'analyse de durabilité. Pour cela, on traitera des phénomènes de la pollution et de l'envasement, ainsi que le problème du fonctionnement portuaire.

### II.1. La pollution

#### II.1.1. les sources de pollution

Les bassins portuaires peuvent être soumis à des risques de pollution d'origines diverses, directement (rejets directs), ou indirectement par l'intermédiaire des réseaux d'assainissement ou des exutoires naturels (**Oueds, fossés....**) qui débouchent dans le port.

La reconnaissance des sources de pollution, de sa transmission en mer et des implications sur la zone portuaire seront étudiés à deux niveaux différents. On tentera d'abord de donner un aperçu sur l'état des conditions qui génèrent cette pollution en amont et de ses incidences sur la zone portuaire. Ensuite, nous traiterons des sources directes de pollution au niveau du port.

#### A. La situation en amont de la zone portuaire

Les activités industrielles en plein essor, la croissance de la population de Bejaia ville et les insuffisances en matière de traitement des eaux usées urbaines et industrielles, sont autant de facteurs qui posent crucialement le problème de la pollution dans la région. Cette situation ne manque pas d'avoir des incidences sur la zone portuaire.

- **le réseau d'assainissement**

La ville de Bejaia est dotée de deux réseaux d'assainissements, l'un très ancien, vétuste, sous dimensionné, datant de la période coloniale, de type unitaire et débouchant dans le port. L'autre relativement récent, suit l'extension de la ville. Ce dernier réseau est doté de deux stations de relevage dont une seule est en fonctionnement.

A l'heure actuelle, nous ne disposons que de très peu d'informations sur l'état du réseau d'assainissement de la ville de Bejaia. Cette situation est due à l'insuffisance des études dans ce domaine. La seule carte disponible du réseau d'assainissement de la ville est réalisée par **GEOSYSTEM** en 1998 (Annexe).

- **les rejets domestiques**

D'après la direction de la planification et de l'aménagement du territoire (DPAT - 2007), la population de wilaya de Bejaia est estimée à la fin de l'année 2006 à 990 951 habitants avec une densité de 307 habitant / km<sup>2</sup> et un taux d'accroissement de l'ordre de 1,23%.

L'essentiel de la population urbaine, est concentré dans les villes situées dans la vallée de la Soummam et son prolongement vers le nord, soit 42,6% à Bejaia ville avec 173 693 habitants, accuse une densité de 1445 habitant/km<sup>2</sup>.

Sur la base de ces données démographiques, en considérant la dotation journalière en eau potable pour la ville de Bejaia, on peut estimer le volume quotidien d'eau usée d'origine domestique à environ 120 litres/hab/J<sup>6</sup>. Une proportion de ce volume aboutit vers la zone portuaire.

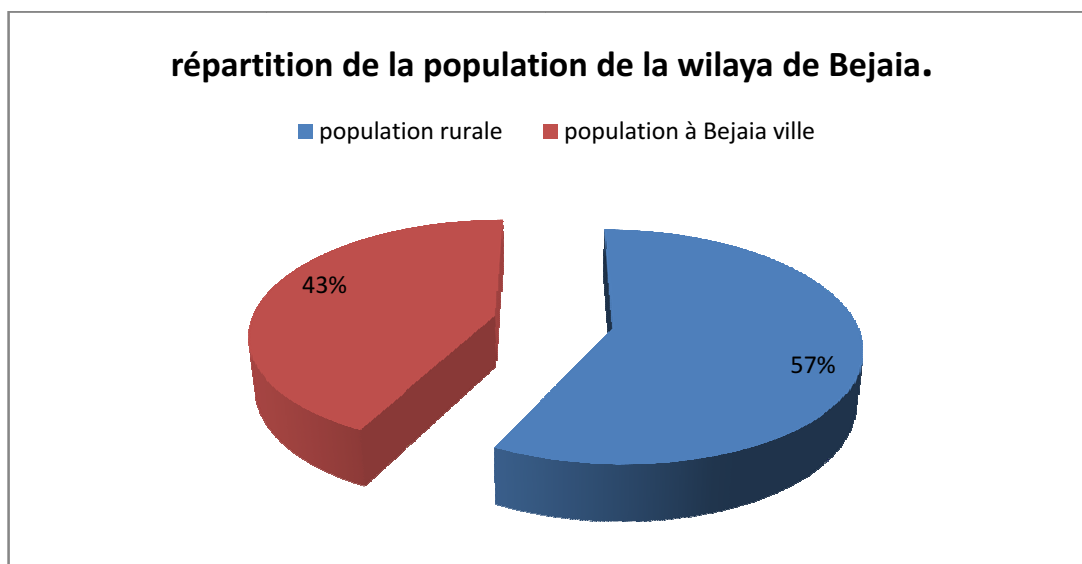


Figure 13 : Population urbaine et rurale de la wilaya de Bejaia en 2007 (DPAT,2008).

- **les rejets industriels**

Bejaia dispose d'un tissu industriel significatif, ou presque toutes les branches sont présentes, avec une prédominance des activités manufacturières et de transformation qui comptent plus de 220 unités en activités.

Le tableau, présenté en (annexe), indique les principales unités industrielles polluantes au niveau de la périphérie de la zone portuaire de Bejaia.

<sup>6</sup> Ce volume est calculé sur la base de 80 % de la consommation journalière de la dotation en eau potable.

Il faut noter qu'au niveau du port, les principales branches industrielles qui s'y localisent sont l'agro-alimentaire, le textile et l'industrie chimique (**Direction de la Planification et de l'Aménagement du territoire de Bejaia, 2007**). Les informations tirées de ce tableau ne permettent qu'une évaluation quantitative des rejets.

L'évaluation qualitative ne peut être réalisée vu le manque de données sur les caractéristiques et la composition de ces effluents. L'insuffisance d'enquêtes et d'études sur la pollution d'origine industrielle dans la région fait que nous ne disposons pas d'informations sur les dispositifs de traitement à la source de ces rejets d'origine chimique.

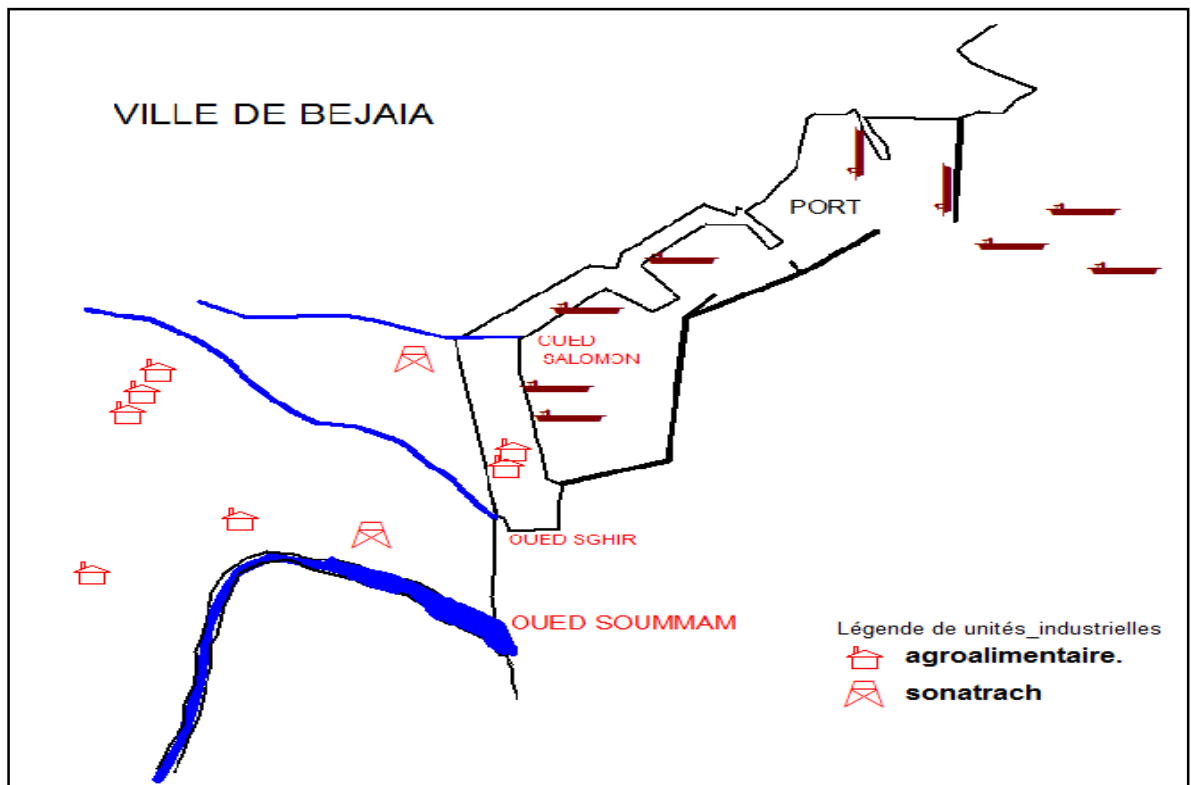


Figure 14 : Localisation des principales unités de la zone industrielle de Bejaia.

- **les eaux de ruissellement**

La pollution provoquée par les eaux de ruissellement urbaine a pour origine, d'une part le lessivage de l'atmosphère et d'autre part le lessivage et l'érosion des surfaces urbaines. Au niveau de la ville de Bejaia, les eaux pluviales sont collectées par des conduites sous dimensionnées d'une part et qui sont mal entretenues d'autre part.

Cette situation conduit à des débordements d'eaux lors des chutes de pluie. Les eaux pluviales qui parviennent en zone portuaire se déversent directement dans ses bassins. Sur la base des informations recueillies au niveau des services techniques de la wilaya il existe trois exutoires principaux (**Direction de l'Hydraulique de Bejaia, 2006**) :



- l'exutoire fort Abdelkader qui draine toute la haute ville de Bejaia en partant de Sidi Touati et des oliviers vers l'aval.
- L'exutoire carrefour du port qui draine le bassin versant de la zone limitée par les bois sacrés en amont et l'avenue Mustapha Ben Boulaid en aval.
- L'exutoire Bitouri (Oued Danous), les eaux pluviales de la plaine se déversent directement vers l'oued Danous et Salomon.

- **l'apport des oueds**

Les oueds constituent une source importante de pollution surtout pendant la saison hivernale. De ce fait, la zone de notre étude reçoit quotidiennement des rejets directs chargés en polluants divers véhiculés par l'oued Salomon qui débouche directement à l'intérieur du port (arrière port), ainsi que dans l'oued Soummam et l'oued Sghir à l'extérieure du port.

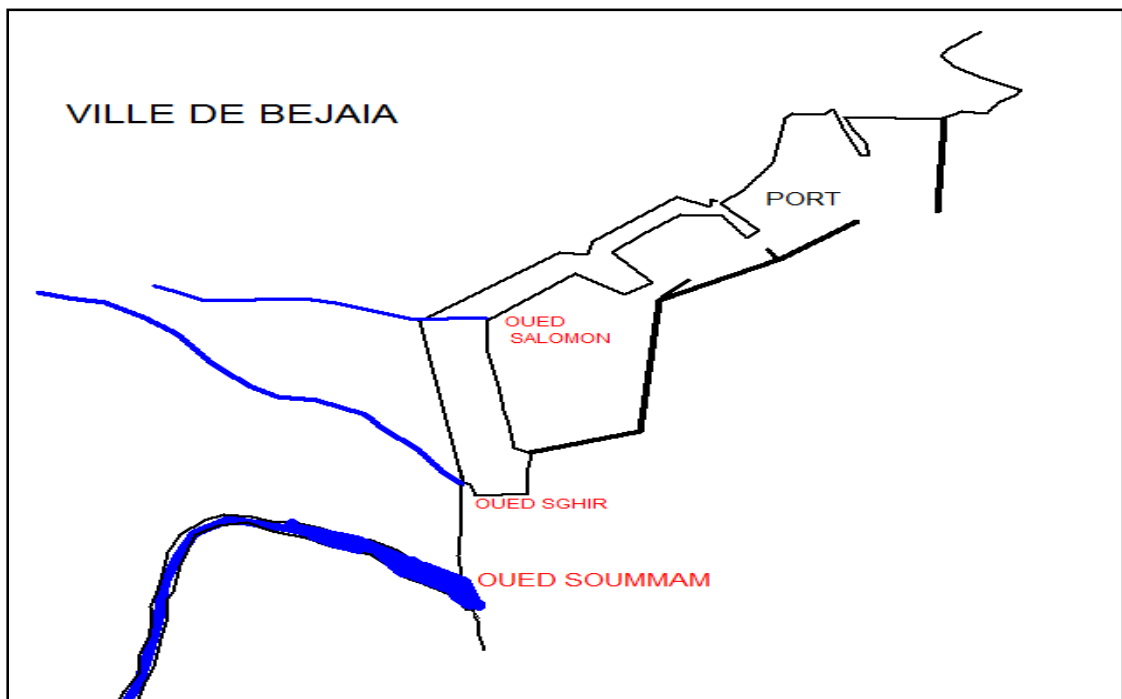


Figure 15: Localisation des affluents (oueds) dans la zone portuaire de Bejaia.

- **la station de traitement**

En plus des insuffisances relevées au niveau du réseau d'assainissement, qui rendent problématique une bonne collecte des eaux usées, celles – ci sont évacuées vers le milieu récepteur quasiment sans qu'elles ne soient traitées. Beaucoup d'efforts restent encore à faire pour le traitement des eaux usées urbaines et industrielles.



La station d'épuration biologique de la ville de Bejaia est depuis longtemps à l'arrêt. La cause de son arrêt est attribuée, selon les responsables, aux flux importants de rejets chimiques industriels et aux eaux pluviales infiltrées au réseau d'assainissement, ce qui a rendu le traitement biologique inefficace.

De plus même si sa remise en état est effectuée, elle s'avère être de peu d'efficacité, du fait que c'est une station conçue pour une capacité de traitement de seulement 80 000 équivalents habitants. Elle demeure donc insuffisante si on tient compte de la croissance de la population urbaine et du développement récents des activités industrielles. Suite à cette situation et dans le but de protéger la région de l'arrière port contre les nuisances des eaux usées des actions immédiates sont envisagées :

- la direction hydraulique de Bejaia a proposé de projeter un collecteur dimensionné à partir du tunnel sidi Abdelkader jusqu'à la STEP. Ce collecteur aura comme tâche principale l'évacuation des eaux usées vers la station d'épuration existante, après sa remise en état de fonctionnement.
- de même, l'Office National d'Assainissement (ONA) a lancé une offre internationale pour le diagnostic et la réhabilitation du réseau d'assainissement de la ville de Bejaia.

#### B. Les sources directes de la pollution portuaire

En se basant sur la carte du réseau d'assainissement de la ville (**GEOSYSTEM, 1998**) et qui a été actualisée par des observations sur site, on relève neuf principaux points de rejets, localisables dans les trois bassins portuaires (**figure 16**).

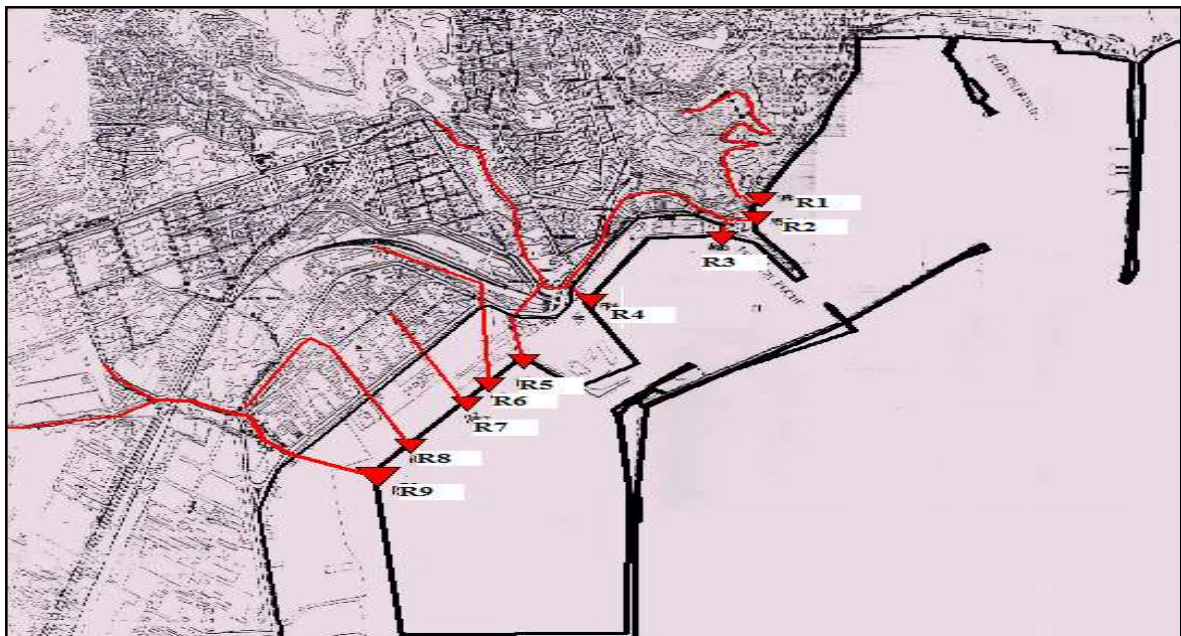


Figure 16: localisation des points de rejets dans les bassins du port de Bejaia.



Les points de rejets dans la zone portuaire sont indiqués comme suit sur le tableau : situation des points de rejets au niveau des trois bassins du port.

**Tableau 6: Localisation des points de rejets à l'intérieure des bassins portuaires de Bejaia.**

Points de rejet	Type de rejet	Rejet final
R1 R2	Eaux usées domestiques et eaux Pluviales de l'ancienne ville	Bassin de l'avant port
R3 R4	Eaux usées domestiques venant Des habitations de l'ancienne ville.	Bassin du vieux port
R5	Eaux usées domestiques et eaux pluviale	Bassin de l'arrière port
R6 R7 R8	Eaux usées domestiques et eaux Usées industrielles de la zone Pré-portuaire et les eaux pluviales	
R9	Eaux usées domestiques et eaux Pluviales drainées par l'Oued Salomon.	

Aux rejets des eaux usées domestiques et industrielles provenant de la ville et de sa périphérie, il faudra ajouter les sources, de rejets, internes dans la zone portuaire qui peuvent être lié aux opérations de manipulation de la marchandise et cela est dû au fait :

- de l'importance du trafic de marchandises vrac tel que, les produits céréaliers dont les processus de chargement/déchargement peuvent générer des pertes considérables.
- le trafic de marchandises conteneurisées est moins important que celui des produits vrac (voir chapitre1-traffic de marchandises).
- les rejets accidentels, lors des transbordements de marchandises, qui pourraient être à l'origine d'une quantité de produit à draguer.

### **II.1.2. qualités des eaux**

L'étude et l'appréciation de la qualité des eaux portuaires, se sont effectuées pour une bonne part sur les résultats et les données recueillis par l'exploitation des travaux antérieurs (**Aloui, 2007**). Comme on peut le constater en exploitant le tableau (7), les eaux portuaires accusent une forte altération de leurs caractères physicochimiques et sont affectées d'une importante pollution organique.

Les multiples sources de pollution que nous avons recensée ne manquent pas d'avoir des impacts sérieux sur la qualité des eaux des trois bassins portuaires.

Tableau 7: Résultats des analyse physico-chimiques des eaux portuaires (Aloui, 2007).

paramètre	minimum	moyenne	maximum
température (T°C)	17,17°C	18,19°C	18,7°C
potentiel hydrogène (pH)	7,54	7,72	7,82
La conductivité	27,23mS/cm	30,35mS/cm	31,3mS/cm
L'oxygène dissous (O <sub>2</sub> )	3,2mg/l	5,12mg/l	6,5 mg/l
La Demande chimique en oxygène (DCO):	/	4736,31 mg/l	12023 mg/l
La demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> )	10,33 mg/l	98,54 mg/l	234 mg/l
La matière en suspension (MES)	27 mg/l	54,46 mg/l	223,66 mg/l

De plus nous avons procédé à des prélèvements, en avril 2009, d'eaux et de sédiment portuaires.



Figure 17: localisation des prélèvements d'eau et de sédiment (avril 2009).

Les analyses faites en 2007 (Aloui, 2007), indiquent une mauvaise qualité des eaux portuaires, et les valeurs les plus élevés se concentrent au niveau du bassin de l'arrière port, comme l'indique le détail des résultats:

➤ **Les paramètres physico-chimiques :**

**La température (T°C) :** L'ensemble des stations se caractérisent par une **moyenne de 18,19°C**, avec un **maxima de 18,7°C** au niveau du quai de la gare, et un **minima de 17,17°C** à l'avant port.

**Le potentiel hydrogène (pH) :** La valeur moyenne de l'ensemble est **de 7,72** avec un **minima de 7,54** au niveau du quai de la gare et un **maxima de 7,82** à l'extérieure du port.

**La conductivité :** D'une valeur **moyenne de 30,35 mS/cm** sur les trois bassins, un **maxima de 30,5 mS/cm** dans les bassins du vieux et de l'avant port et un **minima de 27,23mS/cm** au niveau du bassin de l'arrière port près des quais, ont été enregistrés.

**La turbidité :** Un pic d'absorbance **maximale 0,0437 UA** caractérise la station 12 de l'arrière port (près des quais), la valeur **la plus faible 0,014 UA** est mesurée à la passe d'entrée et à l'extérieur du port.

**L'oxygène dissout (O2) :**

Une concentration **moyenne de 5,12mg/l** est obtenue pour l'ensemble des bassins néanmoins les stations 11 et 12 dans les abords du quai de la gare se caractérisent par des concentrations très basses (**3,2mg/l et 3,6 mg/l respectivement**). L'agence écossaise de la protection de l'environnement indique qu'un milieu marin de bonne qualité environnementale présente des teneurs en O2 dissout de l'ordre de 4 à 6mg/l, alors qu'une teneur de 2 à 4 mg/l est considérée médiocre.

➤ **Les paramètres de pollution organique :**

○ **La Demande chimique en oxygène (DCO)**

La valeur **moyenne mesurée est de 4736,31 mg/l** avec une valeur **très élevée de 12023 mg/l** au niveau pied du quai de la gare (post 19).

○ **La demande biochimique en oxygène (DBO5)**

Une valeur **moyenne de 98,54 mg/l** caractérise l'ensemble des trois bassins. On remarque cependant une grande dispersion dans la distribution des concentrations par stations. Les valeurs varient de **10,33 mg/l** (station 06) dans le vieux port à **234 mg/l** (station 11) au pied du quai de la gare.

○ *La matière en suspension (MES)*

Les résultats révèlent des teneurs allant de **27 mg/l** à **223,66 mg/l** et la valeur moyenne est de **54,46 mg/l**. Un pic maximal de **223,66 mg/l** est constaté au niveau de la station 12 (quai de la gare).

Si l'on se réfère aux normes algériennes régissant les valeurs limites maximales des paramètres de rejets (**décret N°46, 1993**) fixant la valeur limite de la teneur en matière en suspension à 30 mg/l, on peut dire que les eaux portuaires tendent à la sur saturation en MES. Les analyses faite au laboratoire de l'ESSMAL (protocole en annexe 3) confirme les valeurs élevées des matières en suspension avec des valeurs de la MES entre **24,65 mg/l** et **40,65mg/l**.

Ce paramètre intervient dans plusieurs processus, dont le transfert par décantation des métaux lourds et des hydrocarbures de la colonne d'eau vers le sédiment.

○ *Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)*

L'analyse spectrale (qualitative) avait révélé la présence de la majorité des HAP classés par l'US-EPA, même ceux réputés dangereux pour leur toxicité. Toutefois, on a noté la prédominance des HAP de haut poids moléculaire (3 à 5 cycles aromatiques) indiquant une concentration essentiellement d'origine anthropique (**Aloui, 2007**).

L'analyse quantitative donne des concentrations en hydrocarbures aromatiques Assez élevée avec des valeurs oscillant entre **4,94µg/l** et **6,93µg/l**. la valeur **moyenne calculée** pour l'ensemble des stations est **de 5,5µg/l**.

D'après (**Aloui, 2007**), il existe une forte corrélation entre les teneurs en HAP et les MES<sup>7</sup>, essentiellement en relation avec le caractère peu soluble et hydrophobe des HAP qui favorise leur adsorption sur les particules en suspension dans l'eau ; de ce fait les concentrations des HAP dans le sédiment peuvent être 1000 fois supérieures à leurs concentration dans la colonne d'eau.

Si l'on se réfère à la norme de qualité environnementale dans l'eau, établit par le réseau national d'observation, qui est de **1,2 µg/l** ; a partir de là on peut dire que les teneurs en hydrocarbures pour les eaux portuaires ont dépassées les seuils de la pollution définit.

---

<sup>7</sup> Le même auteur (Aloui, 2007) indique une corrélation entre les autres paramètres de pollution

- Entre (T°C) et (O2 dissout) : r=0,66.
- Entre (DBO5) et (O2 dissout) : r=0,62.
- Entre (MES) et (turbidité) : r=0,80.
- Entre (MES) et (HAP) : r=0,51.
- Entre (DCO) et (HAP) : r=0,59.

### II.1.3. Qualités des sédiments

Des prélèvements ont été effectués pour l'étude de la qualité des sédiments portuaires, par le Laboratoire d'Etudes Maritimes (**LEM**). L'analyse pour la teneur en Métaux lourds a été faite sur un ensemble d'échantillons de sédiments de surface et de sédiments profonds en mars 2004. Ces sédiments ont été prélevés au niveau des 8 stations réparties sur l'ensemble du plan d'eau portuaire (**figure 17**)



Figure 18: Position des stations de prélèvement des sédiments (mars 2004).

Des analyses antérieures (1993), faites par le même établissement (**LEM, 1993**), ont été faites sur la qualité des sédiments portuaires, dont les résultats sont résumés dans les tableaux suivants :

Tableau 8: Résumé des résultats de l'analyse des sédiments en 2004 (**LEM, 2004**).

Colonne1	hydrocarbures (mg/kg)	chrome (mg/kg)	plomb (mg/kg)	nickel (mg/kg)	zinc (mg/kg)	cadmium (mg/kg)	mercure (mg/kg)
moyennes	414	135,91	21,82	83,41	253,86	2,73	0,28
Normes Algériennes	300	250,00	250,00	75,00	500,00	3,00	1,50
minimum	200	62,00	0,00	37,00	130,00	2,50	0,1
maximum	800	200,00	42,00	122,00	400,00	7,50	0,50



Tableau 9: Résumé des résultats de l'analyse des sédiments en 1993 (LEM, 2004).

Colonne1	hydrocarbures	chrome	plomb	zinc	cadmium	mercure
moyenne	284	76,95	52,45	241,86	8,24	0,56
normes Algériennes		250	250	500	3	1,5
minimum	100	52,5	4,5	168	0,34	0,27
maximum	1220	106	128	269	18,9	0,89

La comparaison entre les deux résultats, indique des teneurs en métaux lourds en deçà des normes algériennes sauf pour certains métaux comme :

- Le cadmium dans les sédiments profonds du chenal d'accès à la passe Abdelkader (7,5mg/kg) ainsi qu'aux abords des quais sud-ouest (5mg/kg) où la valeur limite imposée (3mg/kg) est dépassée. Comparées aux études déjà effectuées en 1993 sur le même site et pour la même thématique, les concentrations (moyennes) en cadmium ont connues une baisse sensible sur l'ensemble des bassins en 2004, cela peut être du à une contamination ponctuelle qui avait fait objet du dragage antérieure.
- Le nickel pour lequel la limite de concentration (75mg/kg de MES) est franchie au niveau de 5 stations sur 8.
- Les teneurs en hydrocarbures obtenues par les analyses de mars 2004 ont pratiquement doublées par rapport aux données de 1993 (LEM, 2004).

Les analyses fait sur un échantillon de sédiment, prélevé en avril 2009 (voir protocoles en annexes), afin d'actualiser quelques paramétrés du sédiment (matière en suspension, métaux lourds) ont données les résultats suivants :

- Une teneur en matière organique de 6%, qui rejoint les valeurs des études antérieurs.
- Des teneurs en métaux lourds, résumés dans le tableau (10), qui sont en deçà des valeurs limites imposées dans la réglementation.

Tableau 10 : Résultats d'analyse des métaux lourds dans le sédiment 2009.

Métal	Zn (µg/g)	Mn (µg/g)	Cu (µg/g)	Ni (µg/g)	Cr (µg/g)
Valeur 2009	83,33	437,25	18,63	39,22	18,63

Les valeurs actuelles, pour la station considérée, ne dépassent pas la norme algérienne, comme ça été le cas pour les résultats antérieurs, ce qui ne nous permet pas de comparer la variation des métaux lourds.

## II.2. L'envasement

Les phénomènes d'envasement et d'ensablement constituent l'une des problématiques majeures dont souffrent les ports de plaisance et de commerce, et qui sont parmi les contraintes que cherche à minimiser le génie côtier dans le dimensionnement des ouvrages de protection et d'abri pour les embarcations et les navires.

L'envasement est défini comme l'introduction dans les bassins portuaires de matériaux dont la granulométrie est inférieure à  $63\mu\text{m}$  (taille de la vase), l'accumulation de cette matière dans certains endroits des bassins notamment la passe d'entrée, le chenal et les pieds de quais, constituerait une contrainte et une limite pour l'usage et l'exploitation de l'espace portuaire.

### II.2.1 caractères des sédiments

Les résultats des analyses granulométriques faites sur des prélèvements d'échantillons dans les bassins portuaires pendant les deux opérations de dragage (1996 et 2005) ont montrées l'importance de la fraction fine dans le sédiment (plus de 80% des échantillons ont un  $\Phi < 80\mu\text{m}$  et plus de 50% ont un  $\Phi < 63\mu\text{m}$ ), il serait donc plus juste de parler d'envasement plutôt que d'ensablement.

L'analyse des échantillons, faite au laboratoire de l'ESSMAL, pour la détermination de la teneur en matière organique dans le sédiment portuaire, on confirmées les valeurs retrouvées dans la littérature antérieure sur notre site, avec une teneur en matière organique, dans le sédiment, de 6 %.

Le caractère vaseux et la teneur élevée de la matière organique des sédiments du fond des bassins du port de bougie vont donc favoriser la rétention et fixation des éléments chimiques (métaux lourds) qui peuvent constituer des facteurs limitant pour le devenir des produits de dragages et leurs dépôts.

### II.2.2 la bathymétrie de projet

La bathymétrie de projet indique les tirants d'eaux pratiquement nécessaires pour que le port puisse accueillir les catégories de bateaux pour lesquelles il a été conçu. Elle est variable d'un bassin à l'autre.

Pour le port de Bejaia les opérations de dragage d'entretien doivent veiller à restaurer ses profondeurs de projet, varient, de **-13,5** mètres à **- 8,5** mètres par endroits, comme l'indique le document photographique (figure 19).



Figure 19: Profondeurs théoriques du Port de Bejaia (source EPB).

### II .2.3. Les sources et les vitesses d'envasement

Différentes sources, internes et externes, contribuent dans l'apport de matériaux solides qui s'introduisent dans l'enceinte portuaire et restent piégés dans les fonds des bassins. Ces matériaux sont de granulométrie variable, mais en grande partie constitués par de la vase. Selon la provenance du matériau on peut distinguer deux grandes catégories de sources :

1. **Les Sources directes** : Elles consistent en :

- Rejets par les émissaires de sédiment et matière de diverse nature directement à l'intérieure des bassins comme le montre la figure des rejets par bassin si dessus. A cet effet, le débit de l'oued Salomon reste le plus important vu sa longueur et sa non couverture.
- Rejets liés aux activités d'exploitation de l'interface portuaire (manipulation de la marchandise) ainsi que les activités liées à l'entretien et à l'aménagement de l'infrastructure et de la superstructure portuaire.
- Rejets liés aux déchets générés par les navires qui peuvent se retrouver dans les bassins portuaires si une prise en charge efficace fait défaut.

2. **Les sources indirectes** : Elles sont liées aux processus naturels d'origine marine. L'analyse des données naturelles, dont l'hydrodynamique, la courantologie et le faciès sédimentaire côtier du golfe de bougie, fait ressortir des sources potentielles véhiculant des matériaux fins (vase) vers l'intérieur du port.



Les facteurs les plus influents semblent être les courants et la circulation des eaux de surface dans la direction de la passe d'entrée, lors du déploiement des houles du Nord-Ouest notamment, qui véhiculent des matériaux vaseux et parfois des macro-déchets par gros temps et qui sont directement introduits à l'intérieure du port<sup>8</sup>.

Le port de Bejaia est confronté bel et bien à un problème d'envasement. Selon le rapport de l'opération de dragage de 2004, qui est la dernière opération après celle de 1996, nous sommes interrogés sur la vitesse de sédimentation pour l'ensemble du port. Nos calculs ont indiqué une variation de ces paramètres en fonction des bassins.

En effet, les opérations de dragage se sont effectuées dans les zones les plus sensibles vis-à-vis de l'intensité et la qualité du trafic afin de maintenir les tirants d'eau praticables. Pour cela, les bassins portuaires ont été divisés en six (06) zones distinctes (Figure19)

- zone A : chenal d'accès port pétrolier--- passe abd el Kader.
- zone B : chenal d'accès passe abd el Kader- --passe casba.
- zone C : bassin arrière port.
- zone D : quai de la gare- --quai Sud-ouest.
- zone E : vieux port.
- zone H : appontement pétrolier n°2.



Figure 20: Zonage des opérations de dragage (2005).

Les quantités de dragage, les surfaces et les profondeurs requises par zone sont indiquées dans le tableau ci - dessous (LEM, 2004).

<sup>8</sup> Voir chapitre 1 aspects hydrodynamiques, sédimentaires et géomorphologique.



Tableau 11 : Estimatif des volumes de dragage (LEM, 2004).

ZONE	SURFACE (m <sup>2</sup> )	VOLUME (m <sup>3</sup> )	Cote de dragage (m)
H	176,918	137,134	13,5
A	74,607	128,576	12,5
B	55,144	112,007	12,5
C	330,0037	698,425	12
D	92,868	177,775	10,5
E	129,041	36,102	8,5

A partir des données obtenues à travers le tableau (11), et vu que l'intervalle de temps entre les deux dernières opérations de dragage est de neuf (09) ans, de 1996 à 2005.

Les vitesses d'envasements pour chaque zone sont calculées à partir de l'équation :

$$v \left( \frac{m^3}{an} \right) = \text{volume extrait} / 9.$$

Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau (12).

Tableau 12 : Estimatif des vitesses d'envasement.

ZONES	VITESSE m <sup>3</sup> /an
H	15,24
A	14,29
B	12,45
C	77,60
D	19,75
E	4,01

#### II.2.4 Le devenir des produits de dragage

Jusqu'à la dernière opération de dragage (2005), les sédiments enlevés sont immergés dans la dépression caractérisant la géomorphologie sous marine du golf de bougie qui est un canyon (fosse de bougie) dont les coordonnées sont 36°44'25'' Nord et 05°09'25'' Est.

Hormis, la confirmation de la contamination des sédiments par le cadmium et le nickel, ces mêmes sédiments peuvent être considérés comme faiblement pollués étant données que la majorité des métaux traces présentent des teneurs restants en deçà des valeurs seuils normatives régissant le devenir des matériaux de dragage (LEM, 2004).

La fosse de bougie est retenue comme site d'immersion sur la base de critères économiques et hydrodynamiques dont :

- La proximité de la fosse au port (environs 5km)
- Impact de la houle qui est négligeable vu les profondeurs constatées au niveau de cette fosse (50m) ; on estime qu'à une profondeur  $D$ , la houle doit avoir une amplitude de l'ordre de  $0,3D$  pour pouvoir influencer sur les sédiments et les maitre en mouvement, pour notre cas la houle doit avoir **15m** d'amplitude pour pouvoir agir sur le fond (50m), ce qui est très rare dans cette zone (**LEM, 1996**).

### II.3 le fonctionnement

Du fait de l'influence importante que le port de Bejaia exerce sur son hinterland, la densité du trafic maritime qu'il accueille ne cesse de croitre d'une année à l'autre. De plus l'enceinte portuaire est censée sécuriser les navires lors de leur entrée ou sortie, ainsi que pendant leur séjour au port.

#### II.3.1 la fluidité du trafic portuaire

L'organisation et le traitement des navires depuis leurs arrivées à la rade jusqu'au moment de quitter l'enceinte portuaire, après chargement et/ou déchargement, est l'affaire des directions de la capitainerie (D C), qui se charge de faire entrer et guider le navire depuis la rade jusqu'au post à quais répendant aux caractéristiques du navire, et de la direction de la manutention et de l'acconage (D M A),qui elle se charge de mobiliser et de mettre à disposition du navire des moyens humains et matériels nécessaires pour le traitement de sa marchandise.

Les facteurs entrants en jeu pour le traitement d'un navire à l'intérieur du port sont hiérarchisés comme suit :

- 1- la disponibilité des postes à quais (17postes pour le port marchand et 3 appontements pour le port pétrolier).
- 2- le traitement selon la priorisation dans le port marchand (priorité aux carres ferries et aux navires transportant des animaux ainsi qu'à certaines lignes régulières tel que Béjaia-Barcelone).
- 3- la logique du premier arrivé-premier servi (le bateau qui arrive le premier en rade sera le premier à accoster à quai).
- 4- la disponibilité des moyens de traitement de la marchandise transportée par le navire ajoutés à la disponibilité des espaces d'entreposage et de stockage.
- 5- le temps estimé nécessaire pour l'aboutissement du traitement de la marchandise du navire (un bateau qui demande le temps le moins long sera accosté).

Ces facteurs de traitement des navires engendrent, par défaut, des contraintes sur le trafic et pertes sur la rentabilité pour l'entreprise portuaires et pour les patrons de navires qui se présentes sous formes de :

- des attentes en rade en cas de non possibilité d'accostage et/ou de traitement.
- des séjours à quais de plus en plus long pour causes d'insuffisance de moyens de traitement et/ou de surface d'entreposage.

Ces deux facteurs sont assimilés sous l'appellation de « *temps d'attente total* » qui est lié à :

- compatibilité des caractéristiques du navire (longueur et tirant d'eau requis) avec celles du post à quais disponible.
- disponibilité des moyens humains et matériels nécessaires au traitement de la cargaison du navire.
- efficacité et rendement des équipes de manutention et de traitement.

Ces éléments sont évalués par l'indice de satisfaction (S) à la convention de placement des navires (CPN), établit chaque matin, en présence de représentants de la direction manutention et accostage et de la direction de la capitainerie ainsi que ceux des clients, qui détermine les navires qui seront traités pendant la journée.

### ***II.3.2 la sécurité et la protection portuaires***

#### **A. La sécurité vis-à-vis de l'état de la mer**

La sécurité dans l'enceinte portuaire en matière d'abri pour les navires vis-à-vis de la houle est estimée à partir de l'étude des roses de houles et du vent (voir chapitre 1) ; sur la base desquelles on peut déduire que :

Le port de Bejaia est abrité par rapport aux houles du Nord-ouest à Ouest, qui sont les plus dominantes durant la saison hivernale, mais le problème du retour des eaux de surface du côté de l'embouchure de l'oued Soummam vers l'intérieur du port, déjà mis en évidence par des études antérieures, est à l'origine de :

- l'amplification du ressac dans le port ce qui affecte le fonctionnement du port pétrolier (chargement des pétroliers).
- charriage des particules fines, depuis la cote Est et l'embouchure de l'oued Soummam, vers l'intérieur du port, ce qui nécessite la mobilisation de moyens de récupération de ces particules avant leurs sédimentations aux fonds des bassins portuaires.

#### **B. La sécurité vis-à-vis des accidents**

En vue de lutter et de préserver l'environnement de toutes éventuelles pollutions, l'entreprise portuaire de Bejaia, en plus des moyens importants de lutte contre la pollution, a mis en place un système de management de l'environnement, qui se base sur une gestion par processus,

permettant de détecter les aspects, et ainsi les impacts, que peuvent générer les activités de l'entreprise.

Les efforts et les résultats atteints par le système de management environnemental ont permis à l'entreprise d'être certifiée et ISO 14000 en 2004 et renouvelé en 2007 pour l'ensemble de ses activités.

## CHAPITRE III : Analyse de durabilité

Dans le présent chapitre nous essayerons de définir et d'appliquer la méthode Analyse de Durabilité Systémique et Prospective « ADSP », à partir de l'identification de variables clés et déterminantes du système portuaire Bédjaoui, ce qui devra aider à prendre conscience des tendances lourdes et d'arrêter des décisions afin d'orienter le devenir de la zone portuaire vers un développement durable.

### III.1 développement durable

Le concept de développement durable implique « ...la réconciliation entre le développement socio-économique permanent et la protection de l'environnement, c'est-à-dire l'intégration de la dimension environnementale dans un développement qui vise à satisfaire les besoins des générations présentes et futures ... » (**Journal Officiel de la RADP N°43, 2003**). Depuis la conférence de Rio (1992), le principe de développement durable occupe une place croissante à l'ordre du jour international.

### III.2 définition et présentation de la méthode Analyse de Durabilité Systémique et Prospective (ADSP)

L'Analyse de Durabilité Systémique et Prospective (ADSP) est une démarche qui peut enrichir l'analyse d'un territoire en vue d'orienter son devenir, en proposant des actions intégrées.

Elle permet de mobiliser les acteurs pour construire, dans une approche participative, une vision de développement durable et un projet de territoire, de décrire, évaluer et explorer le niveau de durabilité d'un système local dans le passé, le présent et l'avenir, à l'aide d'indicateurs et d'aider à choisir des objectifs à atteindre et à suivre les progrès du système vers le développement durable. Elle propose, pour une entité socio spatiale, d'identifier les tendances lourdes, les contraintes, les processus en cours et les germes de changement (**Larid, 2008**).

La méthode analyse de durabilité systémique et prospective a été spécifiquement conçue pour que des groupes d'acteurs puissent entreprendre une analyse globale de leur situation et s'engager dans un processus décisionnel qui les aide à en acquérir une meilleure compréhension et, on l'espère, à contrôler leur propre développement durable (**Plan bleu, 2005**).

Comme elle s'applique à un territoire, L'analyse de durabilité a aussi été testée, avec des résultats probants, pour l'étude et la gestion des organisations (**Plan bleu, 2005**). A ce titre une **zone portuaire est un exemple type d'organisation**.

Enfin la méthode analyse de durabilité systémique et prospective est articulée et basée sur quatre domaines aussi bien théoriques que pratiques :

### III.2.1 l'approche systémique

L'approche systémique utilise le système pour construire une compréhension partagée d'un monde complexe, un système est une conception intellectuelle faite dans un but donné, constituée d'éléments choisis en interaction dynamique. C'est une conception intellectuelle car l'architecture du système dépend du but recherché et de la vision du concepteur.

### III.2.2 les indicateurs de durabilité (ou de développement durable)

L'utilisation d'indicateurs et l'évaluation d'un seuil de durabilité pour chacun d'eux constituent une autre caractéristique de la méthode analyse de durabilité systémique et prospective. Les indicateurs de durabilité (ID) mesurent les progrès ou les retards sur le chemin du développement durable, c'est à dire dans les domaines de l'économie, de la société et de l'environnement. On utilise communément le cadre « Force motrice – Pression – État – Impact – Réponses » pour la sélection des indicateurs.

le contexte de travail collectif est aussi productif pour mesurer la durabilité ; le groupe estime les valeurs minimum et maximum que l'indicateur peut atteindre ; puis il évalue la valeur idéale qui constitue le point de durabilité maximum de l'indicateur ; enfin il établit une bande d'équilibre qui encadre cette valeur, c'est à dire l'intervalle de durabilité compris entre la valeur durable supérieure et la valeur durable inférieure de l'indicateur (Figure 21).

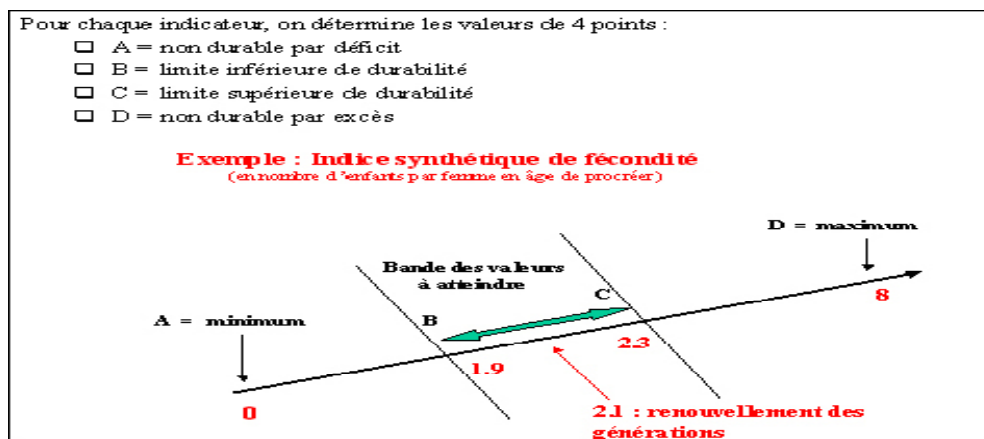


Figure 21 : La Bande d'équilibre encadrant l'intervalle de durabilité (Larid, 2008)

On utilise un graphe de type AMOEBA ou Radar (Figure 22), pour représenter simultanément tous les indicateurs, ce qui permet de comparer leur positionnement par rapport à la bande d'équilibre et de donner une image de la durabilité d'ensemble du système.



Dans une vision idéale de durabilité, tous les indicateurs doivent se trouver à l'intérieur de la bande d'équilibre. Tout dépassement, en déficit ou en excès, montre une occurrence non durable de la valeur des indicateurs correspondants et doit conduire à examiner les décisions qui sont à l'origine de ces dépassements et à rechercher des solutions qui permettraient de ramener la valeur de l'indicateur à l'intérieur de la bande d'équilibre.

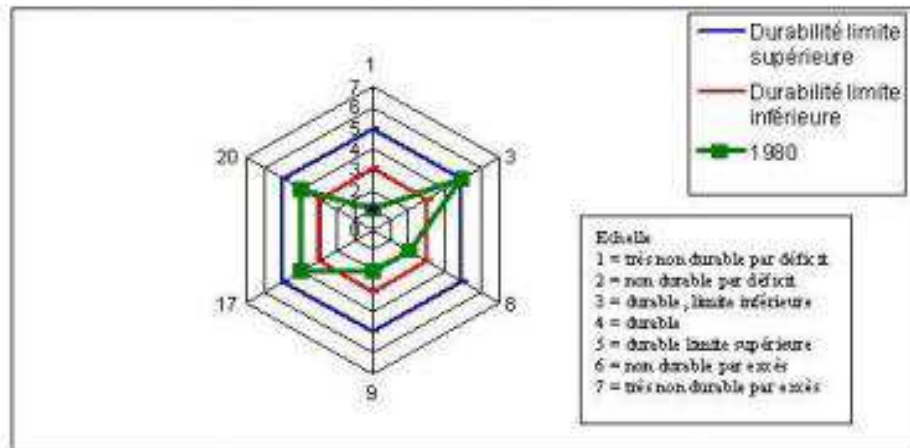


Figure 22 : Schéma Radar : PAC, zone côtière Algéroise (2003 – 2004) (Larid, 2008)

### III.2.3 La prospective et la méthode des scénarios

La prospective explore l'avenir qui n'est pas connaissable mais qui peut être imaginé, à partir de la connaissance des tendances passées et de la situation actuelle, ce qui peut permettre de concevoir des futures possibles et/ou souhaitables.

La méthode des scénarios, un des outils le plus connu de la prospective, se base sur le choix d'hypothèses d'évolution, le choix d'un horizon de temps et l'établissement d'un cheminement du présent vers le futur par des raisonnements du type « Si...Alors ». Ces derniers permettent au groupe d'acteurs de se projeter dans le futur et d'explorer ce qui pourrait se passer si telle ou telle décision était prise, pour aboutir à une image finale du territoire considéré :

- si **rien ne change**, on se situe dans un scénario tendanciel ;
- si **des actions sont engagées**, un ou des scénarios alternatifs se dessinent (**Plan bleu, 2005**).

### III.2.4 Les méthodes participatives

Dans un projet de territoire, consistant à l'évaluation de sa durabilité et à orienter son devenir vers un développement durable, une réflexion collective, regroupant l'ensemble des acteurs, des décideurs et d'experts, s'avère obligatoire afin que tout un chacun puisse apporter son avis, car la réflexion de groupe réduit la subjectivité et favorise la compréhension et la construction la plus complète possible du système.



Dans un projet d'analyse de durabilité d'un socio-écosystème la réflexion et l'approche participative s'avèrent plus que nécessaires (**Plan bleu, 2005**).

**Cette dimension participative, pourtant fondamentale pour la fiabilité de la méthode, manque malencontreusement à notre travail sur le système portuaire Bédjaoui. Il va de soi que si nous avons pu disposer de plus de temps et pu impliquer officiellement et activement les principaux acteurs du port, les résultats de cette présente étude seraient nettement plus étoffés et certainement plus fiables. Cela ne peut pas bien entendu se faire dans le cadre des délais insuffisants alloués à un mémoire d'ingénieur.**

### III.3 morphologie du système portuaire

Pour faciliter et organiser la construction du système portuaire de Bejaia, on détermine sa morphologie, c'est-à-dire les différentes composantes, ou les sous systèmes, qui le constituent, en rapport avec la problématique de son développement durable.

En d'autres termes il s'agit de concevoir une construction systémique mettant en interaction les missions que doit assumer la zone portuaire (objectifs socio économiques) et les contraintes de préservation de la qualité de son milieu (objectif environnemental).

On considère que le système portuaire peut se présenter selon trois principales composantes que définissent la pression relevant du fonctionnement portuaire, son impact sur l'environnement et les réponses que l'administration ou l'autorité portuaires donnent aux phénomènes Pression – Impacts. Ces composantes suggèrent la détermination de trois sous-systèmes

#### III.3.1. Fonctionnalité

le sous système fonctionnalité traite de l'ensemble des éléments intervenant et résultant de l'opérationnalité du port et des conditions dans lesquelles il répond aux attentes, aux stratégies et aux objectifs définis ainsi que des conditions liées au traitement des navires et aux capacités théoriques et réelles de l'enceinte portuaire.

#### III.3.2. Qualité du milieu (environnement)

Le sous système environnement regroupe l'ensemble des éléments en relation avec la qualité du milieu marins portuaire aquatique et sédimentaire. Il concerne les impacts d'ordre qualitatif ou (et) quantitatif, qui résultent du fonctionnement du port, ou qui proviennent de sa proximité urbaine, et qui ont des incidences sur les sédiments et sur l'évolution de la zone portuaire.

### ***III.3.3 Moyens d'intervention (gestion)***

Le sous système gestion et moyens regroupe les dispositifs mis en place, les efforts consentis et l'organisation déployée, par les acteurs concernés, afin de répondre aux besoins de la mission portuaire, dans une perspective d'amélioration continue.

### **III.4 Détermination des indicateurs pour l'analyse du système portuaire**

Pour analyser le système portuaire, évaluer sa durabilité et proposer des actions en vue de l'orienter vers le développement durable, on se base sur des indicateurs de durabilité.

Les indicateurs sont pris selon leurs significations en trois types :

- Indicateurs de **pression** : ce sont les indicateurs qui exercent une pression et génèrent un impact sur les éléments du système. sur lesquels les actions doivent être directement prises.
- Indicateurs d'**état** : ils nous renseignent sur l'état du système par rapport aux pressions exercées sur le système ainsi que par rapport aux actions qui peuvent être engagées sur les indicateurs de pression.
- Indicateur de **réponse (impact)**: ils permettent d'avoir des informations sur les actions engagées ou les dispositifs mis en place pour répondre aux pressions et impacts que subit le système. L'amélioration des impacts provoqués par ces pressions dépend des actions engagées.

Pour cela les programme d'action doivent être, au préalable, bien réfléchis afin de déterminer la compatibilité et la priorisations des actions.

Ces indicateurs sont déterminés à partir des enseignements, des informations et des données résultant des deux premières parties de cette présente étude (chapitre 1 et 2). On s'attachera d'abord à définir un ensemble d'indicateurs qui nous permettront de tirer des indicateurs – clés, à l'aide desquels on peut faire une évaluation de l'état des lieux et de dégager des perspectives.

#### ***III.4.1 Les indicateurs de durabilité***

Un ensemble d'indicateurs est déterminé, avec les significations correspondantes, pour chaque sous système précédemment définis, à savoir la **fonctionnalité**, la **qualité du milieu**, les **moyens d'intervention**. On peut les regrouper dans le tableau suivant :

Tableau 13: Indicateurs des sous systèmes.

Sous système	indicateur	Signification
<i>Fonctionnalité</i>	Taux de conteneurisation : C'est le rapport $\frac{\text{Valeur marchandise conteneurisée}}{\text{Valeur Marchandise conteneurisable}}$	Modernité et efficacité des moyens de manutention, Peut nous renseigner sur la disponibilité des moyens modernes pour le traitement des différentes marchandises pouvant transiter par le port de Béjaia.
	Ligner de quais fonctionnel	Nous informe sur la disponibilité des 17 postes en quais (longueurs et tirant d'eau) pour recevoir les navires de marchandise.
	Occupation des espaces d'entreposage.	Nous renseigne sur la capacité de l'entreprise, à traiter les marchandises nécessitant un temps d'entreposage.
	Satisfaction à la conférence placement des navires.	Nous renseigne sur le degré de coordination entre la direction capitainerie et manutention et acconage.
	Temps d'attente totale (rade+quais)	Indique le rendement de l'ensemble des directions fonctionnelles (DC, DR, DDD, DMA).
	Tirant d'eau requis	Renseigne sur la disponibilité de tirants d'eaux suffisants pour la réception des navires.

<b>Qualité du milieu</b>	Teneur en nickel(Ni) dans le sédiment portuaire.	La concentration des métaux lourds toxiques conditionne le devenir des produits de dragage et leur impact sur l'environnement.
	Teneur en cadmium(Cd) dans le sédiment portuaire.	La concentration des métaux lourds toxiques conditionne le devenir des produits de dragage et leur impact sur l'environnement.
	Teneur en mercure (Hg) dans les sédiments portuaires.	La concentration des métaux lourds toxiques conditionne le devenir des produits de dragage et leur impact sur l'environnement.
	Teneur en hydrocarbure dans le sédiment.	Les hydrocarbures contenus dans le sédiment dragué risquent de ne pas être éliminé rapidement après leur dépôts dans la zone d'immersion et de se fait présentent un risque de toxicité pour les organismes marins.
	Teneurs en MES des eaux des bassins portuaires.	La MES est un paramètre qui influence l'oxygénation, l'envasement et la décantation des polluants.
	Teneurs en HAP des eaux portuaires.	Indicateur important pour les zones portuaires qui sont exposées à ce type de pollution. Les teneurs en hydrocarbures dans l'eau de mer est un paramètre qui ne doit pas dépasser la norme de 1,2 µg/l.

<i>Qualité du milieu</i>	Etat de la Station de déballastage	Indicateur de prise en charge des eaux de ballaste rejeté par les navires.
<i>Moyens d'intervention</i>	Récupération des eaux de calles et des déchets des navires.	Leur récupération par l'entreprise empêche leur dispersion dans l'environnement (prestations payantes)
	Prise en charge des huiles et autre déchets générés par l'entretien.	Plusieurs matériaux peuvent être générés durant l'entretien des machines tel que les huiles, les batteries et les déchets ferreux...
	Moyens de lutte anti-pollution	La disponibilité des moyens, de lutte contre la pollution accidentelle, est indicateur sur l'aptitude à éviter la dispersion des polluants à l'extérieur du périmètre de l'accident.
	Maîtrise de la gestion environnementale	Indicateur de la volonté et de l'engagement de l'entreprise à développer ces activités dans l'optique de la préservation de l'environnement.

### III.4.2 Les indicateurs – clés de durabilité

Parmi cet ensemble d'indicateurs on détermine les indicateurs – clés sur la base desquels se fera l'analyse de durabilité. 3 critères nous permettent de faire leur choix

- **La pertinence** : l'information qu'il donne rend compte d'un processus ou phénomène en rapport avec la problématique du développement durable de la zone portuaire
- **La fiabilité** : sa signification est claire et intelligible et laisse sous entendre des phénomènes ou processus préexistants (préalables)
- **Le calcul** : il peut être interprété ou estimé quantitativement

Ainsi on peut choisir les indicateurs clés suivants :

**1. Taux de conteneurisation :**

Nous renseigne sur la part qu'occupe la marchandise pouvant être conteneurisée par rapport à la marchandise totale hors hydrocarbure. La conteneurisation offre un avantage considérable en matière de gestion de l'espace et de l'environnement.

*Note : Par manque de données, cet indicateur n'a pas pu être calculé et n'a donc pas été pris en compte.*

2. Ligner de quais fonctionnels.
3. Taux d'occupation des espaces d'entreposage.
4. Temps d'attente totale (rade+ quais).
5. Tirant d'eau requis.
6. Teneur en cadmium(Cd) dans le sédiment portuaire.
7. Teneur en mercure (Hg) dans les sédiments portuaires.
8. Teneur en hydrocarbure dans le sédiment.
9. Teneurs en MES des eaux des bassins portuaires.
10. Teneurs en HAP des eaux portuaires.

Les indicateurs clés sont élucidées dans les fiches techniques suivantes :

**1-Ligner de quai fonctionnel :** renseigne sur la longueur de quai, pouvant accueillir des navires de marchandise, par rapport au ligier de quai total (2467 ml).  
Type : indicateur d'état.

**Unité de mesure :** rapport (%).

**Valeur maximum :** 100%.

**Valeur minimum acceptable :** 90%.

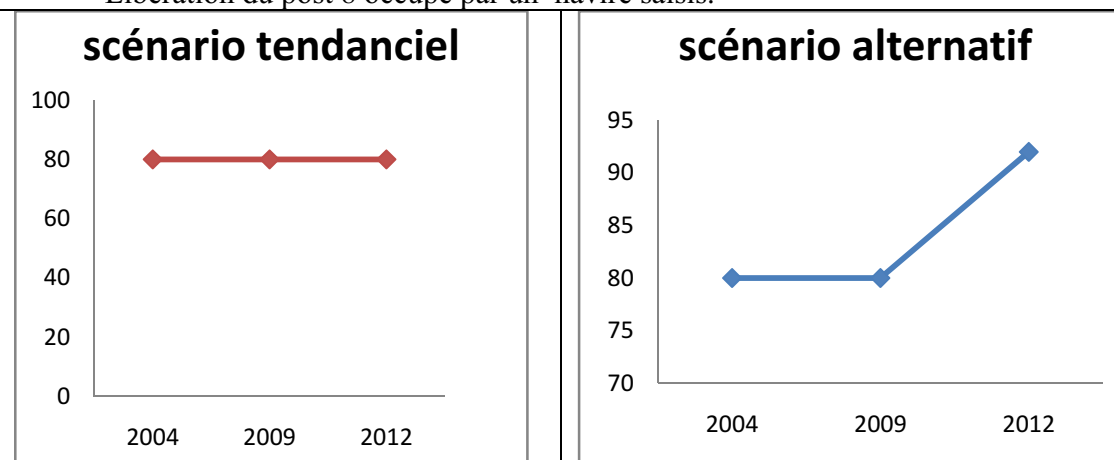
**Valeur passé (2004) :** 80% (1970 ml).

**Valeur actuelle (2009) :** 80%.

**Valeur tendancielle (2012) :** 80%.

**Valeur alternative (2012) :** 92%.

- Déplacement des post gazier-huilier vers la jetée de fermeture.
- Libération du post 8 occupé par un navire saisis.



**2-Taux d'occupation des espaces d'entreposage :**

informe sur le rapport entre les capacités de réception (tonnage des marchandises) dont dispose la zone portuaire, et le volume de marchandise transitant par la zone portuaire.

**Type :** indicateur de pression.

**Capacités actuelle :** 2474000 tonne/an.

**Prévision de développement des infrastructures :** 6438000 tonnes/an.

**Unité de mesure :** %.

**Valeur maximum :** 100%.

**Valeur minimum :** 95%.

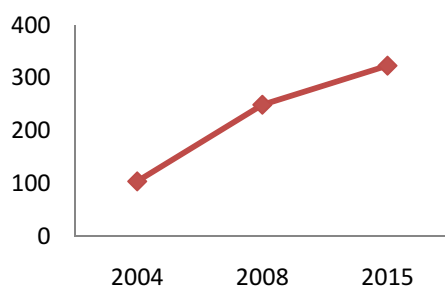
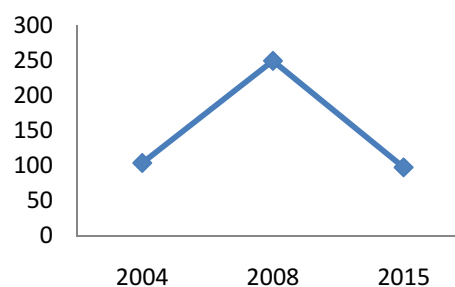
**Valeur passée (2004):** 104%.

**Valeur actuelle (2008) :** 249%.

**Valeur tendancielle (2015) :** 323%.

**Valeur alternative (2015) :** 98 %.

- Création de nouveaux espaces d'entreposage pour conteneurs et marchandise conventionnels.
- Actualisation et réalisation du plan directeur du port.

**scénario tendanciel****scénario alternatif****3-Temps d'attente totale :**

le temps que met un navire depuis son arrivée à la rade jusqu'à quitter celle-ci (chargé ou déchargé). Il peut encore être appelé temps de rotation du navire.

**Type :** indicateur de réponse.

**Unité de mesure :** jours.

**Valeur maximum :** 3,3 jours (ministère des transports).

**Valeur minimum :** 1 jour (temps de manutention).

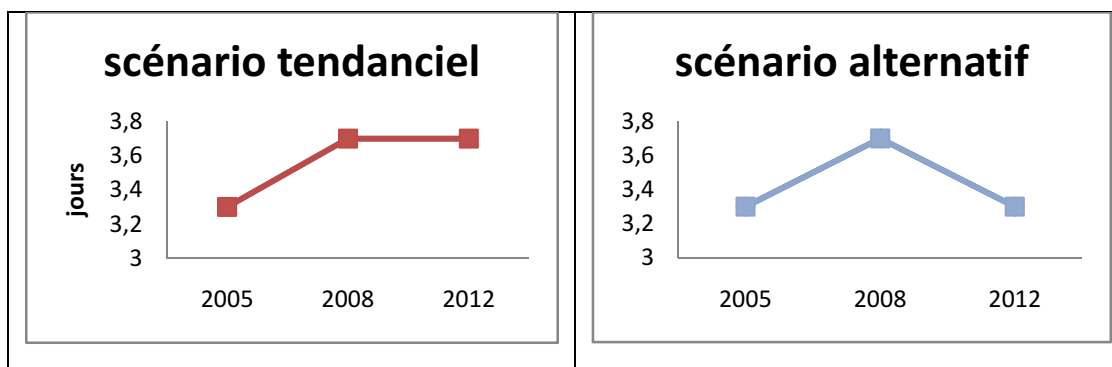
**Valeur passé (2007) :** 3,7 jours.

**Valeur actuelle :** 3,3 jours.

**Valeur tendancielle :** 3,7 jours.

**Valeur alternative:** 3 jours.





#### 4-Tirant d'eau requis :

c'est le tirant (profondeur moyenne) d'eau nécessaire pour l'accès des navires vers les post à quais. Il est calculé à partir de la formule

$$T E = (V * T) / S.$$

V : vitesse d'envasement par zone.

S : surface de la zone considérée.

T : période depuis 2004.

**Type** : indicateur de pression.

**Unité de mesure** : mètre.

**Valeur maximum** : 13,5 m.

**Valeur minimum** : 8,5 m.

**Valeur passée (2004)**: 11,5 m.

**Valeur actuelle moyenne (estimation pour 2009)**: 10 m.

**Valeur tendancielle (2012)** : 8,3 m.

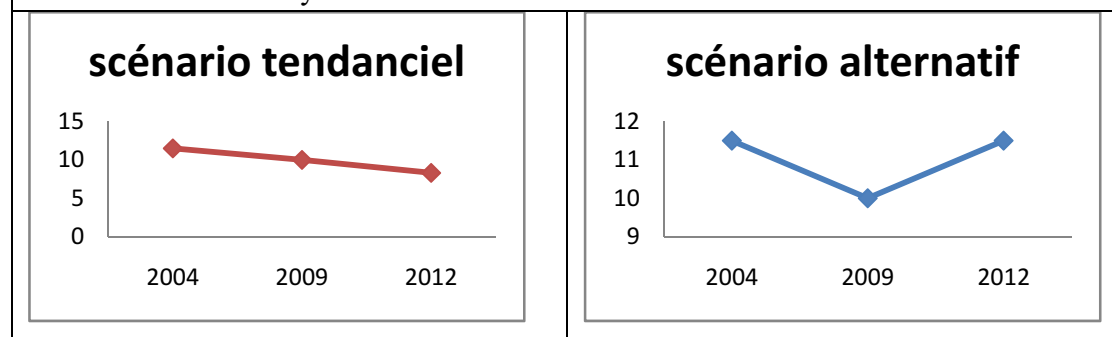
**Valeur alternative (2012)** : 11,5 m.

- dragage des zones les plus envasées actuellement (quai de la gare).

- réorientation de l'oued SALOMON vers une zone extra-portuaire.

- prévoir un dragage d'entretien (horizon 2012).

- maîtrise de la manutention de la marchandise par l'accomplissement de la modernisation des moyens.



**5-Teneur en Nickel (Ni) dans le sédiment :** le nickel est un métal de poids atomique 58,71 très répandu dans la croûte terrestre.

Le nickel présent sous forme dissoute (eau de mer) présente une toxicité pour les organismes marins (huitres, moules, bivalves...).

L'origine anthropique du nickel est essentiellement l'utilisation des combustibles fossiles (Alzieu & al, 1999).

**Type :** indicateur d'impact

**Unité de mesure :**  $\mu\text{g/g}$ .

**Valeur maximum :** 75  $\mu\text{g/g}$  (norme algérienne).

**Valeur minimum :** 37  $\mu\text{g/g}$  (norme française).

**Valeur (2004) :** 83,43  $\mu\text{g/g}$ .

**Valeur passée (1993) :** absence de données.

**Valeur tendanciel (2012) :** 83,43  $\mu\text{g/g}$ .

**Valeur alternatif (2012) :** 50  $\mu\text{g/g}$ .

*Vu le manque de données antérieurs (1993), on estime de garder les valeurs actuelles pour le scénario tendanciel et de la ramener à l'intérieur de la bande d'équilibre (<75 $\mu\text{g/g}$ ) pour le scénario alternatif.*

**6-Teneur en cadmium (Cd) dans le sédiment :** le cadmium est un élément atomique de masse atomique 112,41 ayant plusieurs isotopes.

Les concentrations élevées de cadmium dans le milieu aquatique peuvent provoquer des effets physiologiques sur les organismes marins (larves de crustacés).

L'origine des sources entropique du cadmium dans le milieu marin sont essentiellement l'industrie des batteries... (Alzieu & al, 1999).

**Type :** indicateur d'Impact

**Unité de mesure :**  $\mu\text{g/g}$ .

**Valeur maximum :** 3  $\mu\text{g/g}$ . (normes algérienne)

**Valeur minimum :** 0,8  $\mu\text{g/g}$ . (norme hollandaise)

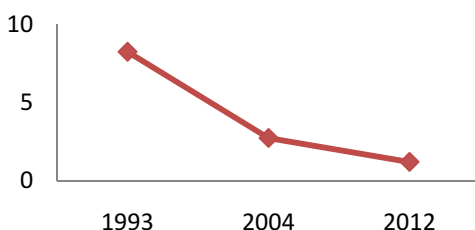
**Valeur passée (1993) :** 8,24  $\mu\text{g/g}$ .

**Valeur (2004) :** 2,73  $\mu\text{g/g}$ .

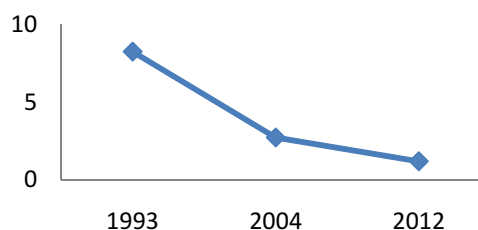
**Valeur tendancielle (2012) :** 1,2  $\mu\text{g/g}$ .

**Valeur alternative (2012) :** 0,8  $\mu\text{g/g}$ .

**scénario tendanciel**



**scénario alternatif**



**7-Teneur en mercure (Hg) dans les sédiments :**

le mercure Hg est élément métallique de masse atomique 200,59. Le mercure présente un risque majeur pour l'écosystème marins et pour le consommateur humain, par son comportement biogéochimique et des capacités de bio-magnification dans la chaîne alimentaire.

L'utilisation et la fabrication des fongicides, l'incinération des déchets et la combustion du charbon sont des sources potentielles de mercures anthropique (Alzieu & al, 1999).

**Type** : indicateur de réponse.

**Unité de mesure** :  $\mu\text{g/g}$ .

**Valeur maximum** : 1,5  $\mu\text{g/g}$  (norme algérienne)

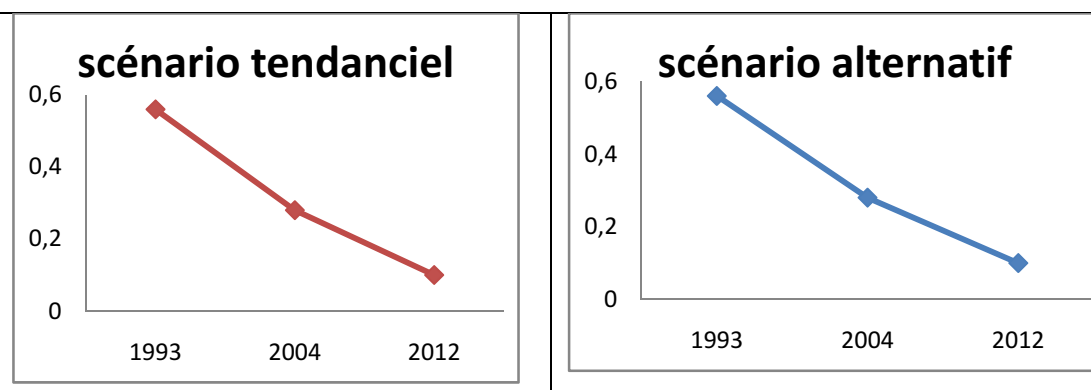
**Valeur minimum** : 0,3  $\mu\text{g/g}$ . (norme hollandaise)

**Valeur (1993)** : 0,56  $\mu\text{g/g}$ .

**Valeur (2004)** : 0,28  $\mu\text{g/g}$ .

**Valeur tendancielle (2012)** : 0,1  $\mu\text{g/g}$ .

**Valeur alternative (2012)** : 0,1  $\mu\text{g/g}$

**8- Teneur en matière en suspension dans les eaux portuaires :**

En plus de l'adsorption des polluants sur les matières en suspensions, lors de leurs chutes vers le fond, la teneur en matière organique, dans le sédiment fin, favorise leurs fixations durablement.

**Type** : indicateur de pression.

**Unité de mesure** :  $\text{mg/l}$ .

**Valeur maximum** : 30  $\text{mg/l}$  (réglementation algérienne).

**Valeur minimum** : 14  $\text{mg/l}$ . (réglementation française).

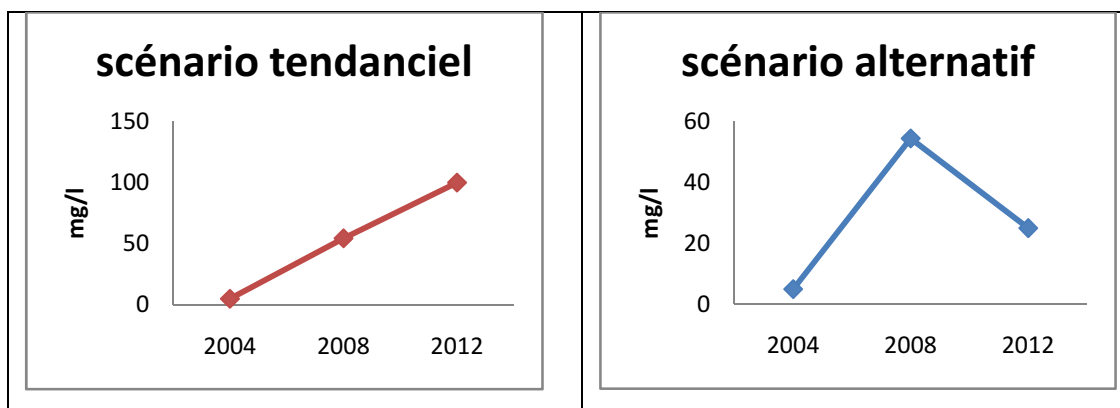
**Valeur passée (2000)**: 4,96  $\text{mg/l}$ .

**Valeur actuelle (2007)**: 54,43  $\text{mg/l}$ .

**Valeur tendancielle (2012)** : 100  $\text{mg/l}$ .

**Valeur alternative (2012)** : 20  $\text{mg/l}$ .





### 9-Teneur en hydrocarbures dans les sédiments :

les hydrocarbures sont des substances toxiques pour les organismes aquatiques, présentant des aspects cancérogènes et mutagènes.

Vu leur caractère hydrophobe et peu soluble, les teneurs d'hydrocarbures dans le sédiment sont très supérieures à leurs teneurs dans la colonne d'eau.

Les plus importantes sources d'hydrocarbures dans le sédiment, sont les apports via la colonne d'eau.

**Type** : indicateur d'impacts.

**Unité de mesure** : mg/kg.

**Valeur maximum** : 300 mg/kg. (norme algérienne).

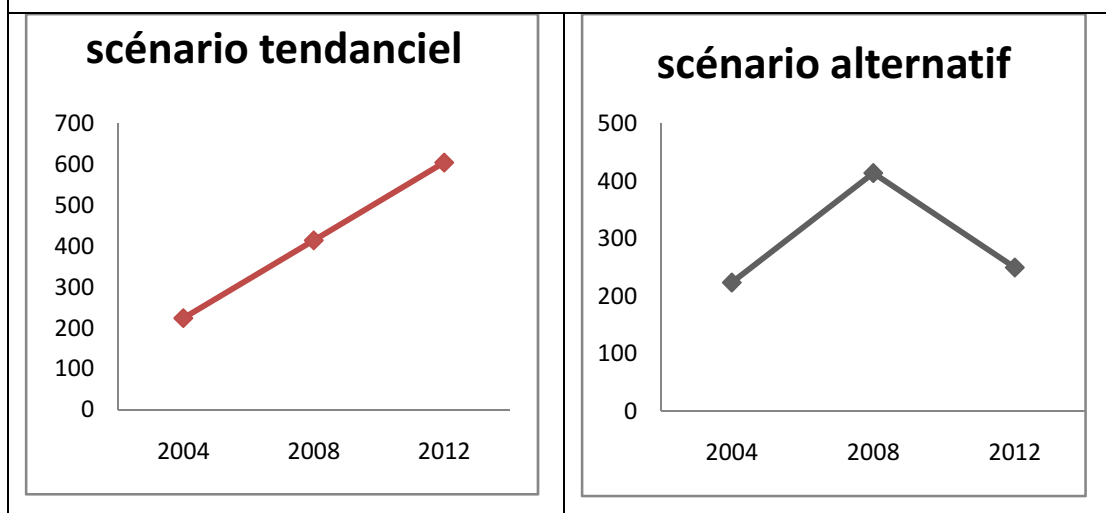
**Valeur minimum** : 50 mg/kg. (norme hollandaise).

**Valeur (1993)** : 224 mg/kg.

**Valeur (2004)** : 414 mg/kg.

**Valeur tendancielle (2012)** : 604 mg/kg.

**Valeur alternative (2012)** : 250 mg/kg.



**10-Teneur en HAP des eaux portuaires :**

les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont des substances toxiques, pour les organismes marins à long terme, et sont connus pour leurs aspects cancérigènes et mutagènes qui présentent un risque éco toxicologique les plus importants.

Vu leur caractère, hydrophobe et peu soluble, les hydrocarbures favorise leur migration et leur adsorption sur les sédiments.

**Type :** indicateur d'impact.

**Unité de mesure :**  $\mu\text{g/g}$ .

**Valeur maximum :**  $1,2 \mu\text{g/l}$  (réseau national d'observation de la qualité de l'eau).

**Valeur minimum :**  $0,8 \mu\text{g/l}$ .

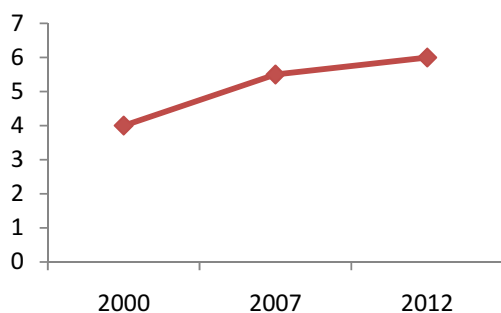
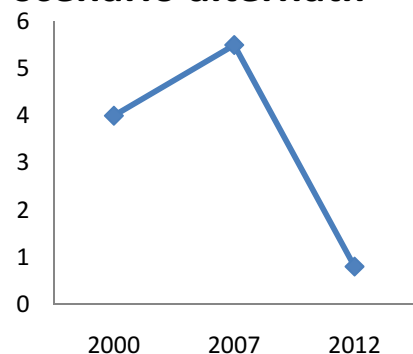
**Valeur actuelle (2007):**  $5,5 \mu\text{g/l}$ .

**Valeur passée (2000) :**  $4 \mu\text{g/l}$ .

**Valeur tendancielle (2012) :**  $6,5 \mu\text{g/l}$ .

**Valeur alternative (2012) :**  $1 \mu\text{g/l}$ .

- Modernisation de la station de déballastage dont dispose le port.
- Traitement en amont de la zone portuaire des rejets de la ville et des unités industrielles.

**scénario tendanciel****scénario alternatif****III.4.3 La détermination des bandes d'équilibre**

Pour chacun des indicateurs – clés, il s'agit de réfléchir sur son unité de mesure, sur sa bande d'équilibre (valeur minimale et valeur maximale). On considère sa valeur actuelle pour évaluer la durabilité du système portuaire et ses valeurs passées et tendancielle pour soutenir le travail de prospective qui se fera pour chacun des 10 indicateurs – clés. On peut dresser le tableau suivant pour la **détermination des bandes d'équilibres des indicateurs – clés**.



Tableau 14: limites de durabilité des indicateurs-clés.

Indicateurs	Valeur minimale de Durabilité	Valeur maximale de Durabilité
1. Ligner de quais fonctionnels.	90 %	100%
2. Occupation des espaces d'entrepôts	95 %	100
3. Temps d'attente totale en rade et à quais	2 jours	3,3 jours
4. Tirant d'eau requis	8,5 m	12,5 m
5. Teneur en nickel (Ni) dans le sédiment portuaire	37 µg/g	75 µg/g
6. Teneur en cadmium (Cd) dans le sédiment portuaire	1,2 µg/g	3 µg/g
7. Teneur en mercure (Hg) dans les sédiments portuaires	0,4 µg/g	1,5 µg/g
8. Teneur en hydrocarbure dans le sédiment	1 mg/g	3 mg/g
9. Teneurs en MES des eaux des bassins portuaires.	14 mg/l	30 g/l
10. Teneurs en HAP des eaux portuaires.	0,8 µg/l	1,2 µg/l

Afin de faire la représentation graphique des indicateurs (AMOEBAs), et de leur position dans la bande d'équilibre, nous avons procédé à une pondération des valeurs que peuvent avoir les différents indicateurs par rapport à la bande d'équilibre tel que expliqué dans le tableau suivant :

Valeur	signification
1	Très non durable par déficit
2	Non durable par déficit
3	Limite de durabilité inférieure
4	Durable
5	Limite de durabilité supérieure
6	Non durable par excès
7	Très non durable par excès

### III.5 L'analyse de durabilité

Le calcul et l'interprétation des indicateurs – clés permettent de caractériser l'état de la situation actuelle du port de Bejaia, de dégager les tendances lourdes pour l'avenir (évolution tendancielle) et de suggérer des actions alternatives pour infléchir ces tendances et orienter le système portuaire vers son développement durable.

#### III.5.1 L'état de durabilité du système portuaire : AMOEBA actuel.

L'approche de l'état de durabilité actuel du système portuaire, consiste à considérer les valeurs les plus récentes des indicateurs clés. Il s'agit ensuite de les positionner par rapport à la bande de durabilité comme c'est présenté dans le tableau suivant :

**Tableau 15 : échelles de durabilité actuelles, des indicateurs-clés.**

Indicateurs	Unité de mesure	Valeurs actuelles	Echelle de durabilité
1-Ligner de quais fonctionnels	%	80	- 2
2-occupation des espaces d'entreposage.	%	135	- 6
3-Temps d'attente totale en rade et à quais	Nb de Jours	3,3	- 6
4-Tirant d'eau requis	m	10	- 4
5-Teneur en nickel(Ni) dans le sédiment portuaire	µg/g	83,43	- 6
6-Teneur en cadmium(Cd) dans le sédiment portuaire	µg/g	2,73	- 5
7-Teneur en mercure (Hg) dans les sédiments portuaires	µg/g	0,28	- 4
8-Teneur en hydrocarbure dans le sédiment	µg/g	414	- 6
9-Teneurs en MES des eaux des bassins portuaires.	mg / l	54,43	- 6
10-Teneurs en HAP des eaux portuaires.	µg / l	5,5	- 7

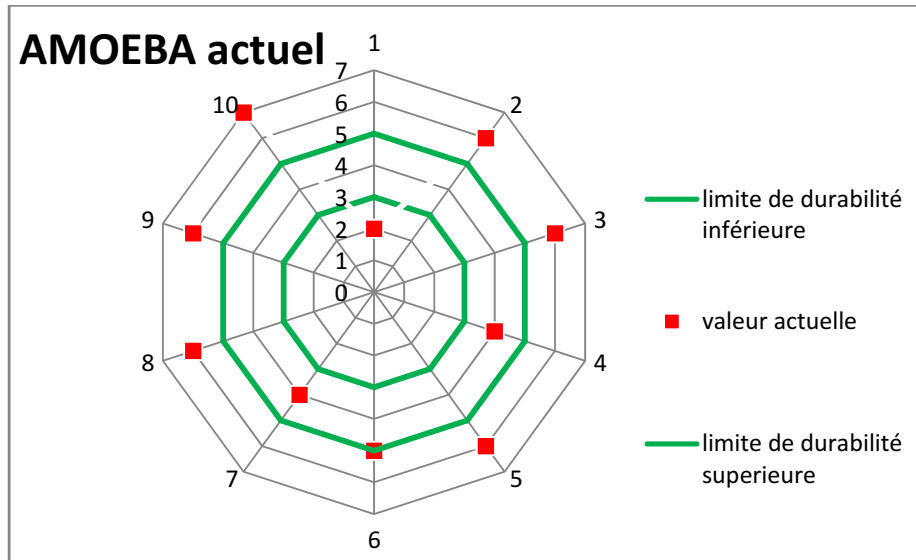
**Construction de l'AMOEBa Actuel :**

Figure 23 : représentation graphique des valeurs de durabilité par rapport à la bande d'équilibre.

**Commentaire :**

La représentation AMOEBa actuelle nous permet de constater que :

L'indicateur d'état (longueur de quai fonctionnel/longueur total de quai) est non durable par déficit.

Les indicateurs de pression, occupation des espaces d'entreposage, teneur en hydrocarbures dans les sédiments et teneur en hydrocarbures dans les eaux portuaires, sont non durables par excès.

Seuls les indicateurs tirant d'eau requis et teneurs en mercure dans le sédiment, sont compris à l'intérieur de la bande d'équilibre. Alors que le indicateur teneur en cadmium dans le sédiment se localise sur la limite de durabilité supérieure (équilibre fragile). Ce constat rend compte de l'état actuel de la zone portuaire, qui présente des insuffisances pour garantir la durabilité du système.

**III.5.2 le scénario tendanciel (horizon 2012)**

Il s'agit de faire la même présentation que celle de l'AMOEBa actuel en gardant la colonne des valeurs actuelles et d'en rajouter une autre colonne contenant les valeurs passées pour chaque indicateur clés, à partir desquels sera déterminée une valeur probable (tendancielle) pour chaque indicateur. Pour nos indicateurs clés, les valeurs passées dépendent des données disponibles et se répartissent tel que présenté dans le tableau suivant :



Tableau 16 : échelles de durabilité tendancielle des indicateurs-clés.

Indicateurs	Unité de mesure	Valeurs passées	Valeurs actuelles	Valeurs tendancielle	Echelle de durabilité
1-Ligner de quais fonctionnels	%	80	80	80	- 2
2-occupation des espaces d'entreposage.	%	95	135	254	- 6
3-Temps d'attente totale en rade et à quais	Nb de Jours	3,7	3,3	3,7	- 6
4-Tirant d'eau requis	m	11,5	10	8,3	- 2
5-Teneur en nickel(Ni) dans le sédiment portuaire	µg/g	-	83,43	83,43	- 6
6-Teneur en cadmium(Cd) dans le sédiment portuaire	µg/g	8,24	2,73	1,2	- 4
7-Teneur en mercure (Hg) dans le sédiment portuaire	µg/g	0,56	0,28	0,1	- 4
8-Teneur en hydrocarbure dans le sédiment	µg/g	224	414	604	- 6
9-Teneurs en MES des eaux des bassins portuaires.	Mg / l	4,94	54,43	100	- 7
10-Teneurs en HAP des eaux portuaires.	µg/ l	4	5,5	6	- 6

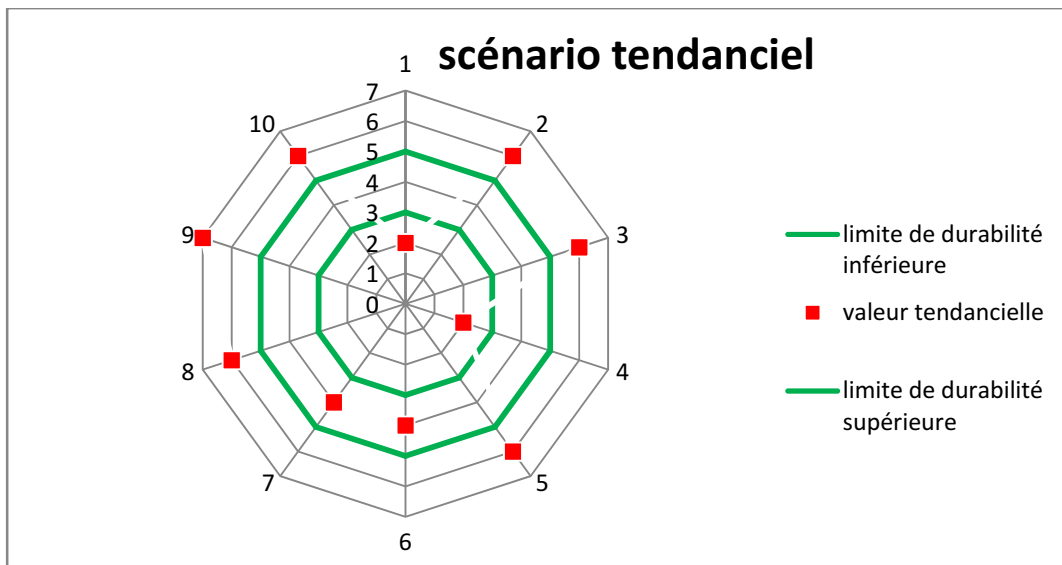


Figure 24 : Représentation AMOEBA tendanciel (horizon 2012).

#### Commentaire :

Les tendances d'évolution, des indicateurs clés, confirment les réserves formulées quant à la durabilité de la situation actuelle du système portuaire Béjaoui, par rapport au fait que seuls deux indicateurs ont tendance à se positionner à l'intérieur de la bande d'équilibre, contre les huit autres indicateurs qui tendent à se positionner de part et d'autre de la bande d'équilibre ; avec deux indicateurs de fonctionnement, longueur du ligner de quai fonctionnel et tirant d'eau requis, qui tendent vers la non durabilité par déficit ce qui risque d'engendrer des temps de rotation, des navires, de plus en plus lent et une congestion des espaces par insuffisance des capacités de traitement de la marchandises.

Les autres indicateurs de pression, comme le montre l'AMOEBA tendanciel, affichent une tendance au non durabilité par excès, due aux pressions croissantes sur l'environnement (rejets d'eaux usées).

#### III.5.3 le scénario alternatif (horizon 2012)

Le scénario alternatif est construit sur la base des valeurs possibles et souhaitables que peuvent avoir les indicateurs, dans le même horizon de temps que celui choisis pour le scénario tendanciel, vis-à-vis des actions et des mesures pouvant être engagées dans l'objectif d'améliorer la qualité du système portuaire Bejaoui.



Tableau 17 : échelles de durabilité alternative des indicateurs-clés.

Indicateurs	Unité de mesure	Valeurs passées	Valeurs actuelles	Valeurs alternatives	Echelle de durabilité
1-Ligner de quais fonctionnels/ligner de quai total.	%	80	80	92	- 3
2-Taux de saturation des espaces d'entreposage.	%	95	135	98	- 5
3-Temps d'attente totale en rade et à quais	Nb de Jours	3,7	3,3	3,3	- 5
4-Tirant d'eau requis.	m	11,5	10	11,5	- 4
5-Teneur en nickel(Ni) dans le sédiment portuaire	µg/g	-	83,43	50	- 4
6-Teneur en cadmium(Cd) dans le sédiment portuaire	µg/g	8,24	2,73	1	- 3
7-Teneur en mercure (Hg) dans les sédiments portuaires	µg/g	0,56	0,28	0	- 3
8-Teneur en hydrocarbure dans le sédiment	µg/g	224	414	224	- 5
9-Teneurs en MES des eaux des bassins portuaires.	mg / l	4,94	54,43	25	- 4
10-Teneurs en HAP des eaux portuaires.	µg/l	4	5,5	1	- 5

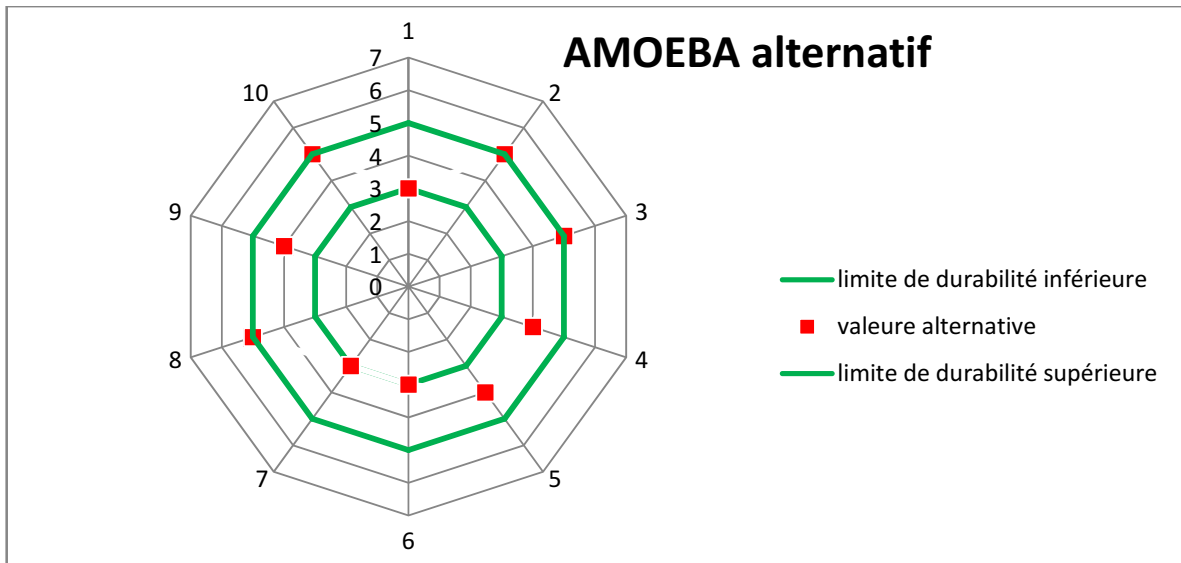


Figure 25: Représentation AMOEBA alternatif

#### Commentaire :

L'observation et l'analyse, de l'AMOEBA alternatif 2012, nous donne une image du futur possible que peut prendre le développement de la zone portuaire en fonction des actions et mesures pouvant être prises.

A partir des indications du scénario alternatif, un programme d'actions et de mesures, préventives et curatives, peuvent être proposées afin de tendre vers le futur souhaitable, et pour un développement durable de la zone portuaire.

### III.6 Le programme d'actions

A partir de l'analyse des possibilités d'évolution, vers un futur souhaitable, des suggestions et des propositions peuvent être formulées, dans un programme d'action, pour les indicateurs clés à fin que des actions ou des mesures soit prises tel que présentées dans le tableau suivant



Tableau 18 : domaines d'action de la stratégie de développement durable.

Indicateurs	Objectifs par indicateur	Domaine d'action Par indicateur
1-Ligner de quai fonctionnel/ ligner de quai total.	Rendre fonctionnels les post qui ne le sont pas.	- Aménagement des quais.
2-Taux d'occupation des espaces d'entreposage.	Décongestionner les espaces d'entreposage.	- Développement des capacités de traitement des marchandises et actualisation du plan directeur du port.
3-Taux d'envasement	Amélioration des tirants d'eau requis.	- Programmer un dragage d'entretien ponctuel au niveau du quai de la gare. - Evacuation de l'exutoire de l'oued Salomon qui se divise à l'intérieur du port vers une zone extra-portuaire.
4-Temps d'attente total	Réduire les temps moyens de rotation des navires.	- Développement des capacités de traitement des marchandises et actualisation du plan directeur du port.
5-Teneur en matière en suspension dans les bassins portuaires.	Réduire les concentrations des MES dans le milieu.	- Maitrise des opérations de manipulation des marchandises (vrac solides). - Procéder à l'évacuation des sources de rejet externes vers la zone portuaire.
6-Teneur en métaux lourds dans le sédiment	Eviter que les concentrations ne dépassent les normes algériennes.	- Traitement des rejets urbains et industriels en amont de la zone portuaire.
7-Teneur en hydrocarbures des eaux portuaires.	Réduire les sources de pollutions aux rejets internes de la zone portuaire.	- Procéder à l'évacuation des sources de rejet externes vers la zone portuaire, par la perfection du réseau d'assainissement. - Traitement, en amont de la zone portuaire, des rejets de la ville.

L'analyse du contenu du tableau (15), ci-dessus, fait sortir un programme d'action tournant au tour des actions prioritaires suivantes :

- 1- Aménagement des quais.
- 2- Développement des capacités de traitement des marchandises et actualisation du plan directeur du port.
- 3- Programmer un dragage d'entretien ponctuel au niveau du quai de la gare.
- 4- Evacuation de l'exutoire de l'oued Salomon, qui se divise à l'intérieur du port, vers une zone extra-portuaire.
- 5- Maitrise des opérations de manipulation des marchandises (vrac solides).
- 6- Traitement des rejets urbains et industriels en amont de la zone portuaire.

La prise en considération et la concrétisation de ces actions permettra l'orientation du développement de la zone portuaire vers la durabilité.

#### *III.6.1 Les domaines d'action stratégiques*

Le programme d'actions stratégiques pour soutenir une politique vers le développement durable de la zone côtière algéroise résultera d'un scénario alternatif. Pour une meilleure pertinence, ce dernier peut être établi à partir de la pondération qu'il faut accorder à chaque domaine d'actions.

Autrement dit, **il faut faire ressortir les priorités ou plutôt les actions et les mesures à prendre les plus « rentables » en termes d'impact ou de motricité sur les indicateurs-clés de durabilité. (Coudert, 2003)**

Afin de faire ressortir les priorités ou les rentabilités des actions, on procède à l'analyse des relations directes entre les actions et mesures, à prendre, et les indicateurs clés choisis.

Tableau 19 : matrice d'analyse systémique des indicateurs- actions.

domaines d'action							
indicateur clés	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b><math>\Sigma</math> des relations</b>
<b>1</b>	1	1	1	1	0	0	<u>4</u>
<b>2</b>	1	1	0	0	1	0	<u>3</u>
<b>3</b>	1	1	1	1	1	0	<u>5</u>
<b>4</b>	1	1	1	1	1	0	<u>3</u>
<b>5</b>	0	0	0	1	0	1	<u>2</u>
<b>6</b>	0	0	0	1	0	1	<u>2</u>
<b>7</b>	0	0	0	1	0	1	<u>2</u>
<b>8</b>	0	0	0	1	0	1	<u>2</u>
<b>9</b>	0	0	0	1	1	1	<u>3</u>
<b>10</b>	0	0	0	1	0	1	<u>2</u>
<b><math>\Sigma</math> des relations</b>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>9</u>	<u>4</u>	<u>6</u>	

La matrice d'analyse systémique, qui a pour objectif de prioriser les actions et de déterminer les actions, qui ont le plus d'impacts sur les indicateurs clés. Fait sortir une priorité à l'action 4 qui est la délocalisation de l'exutoire oued Salomon, cette action à un effet sur 9 des 10 indicateurs-clés choisis, ce qui fait que c'est l'action la plus rentable d'un point de vue environnemental suivit du traitement des rejets de la ville.

Pour les actions visant le domaine fonctionnel, les actions d'aménagement des espaces et de développement des capacités du port semblent avoir les mêmes priorités et donc elles doivent être analysées par la matrice d'analyse systémique à relations pondérales.

## CONCLUSION GENERALE

Ce travail réalisé dans la zone portuaire de Bejaia est motivé par deux objectifs essentiels.

- Collecter et élaborer des données et des informations nécessaires à la qualification de son contexte de fonctionnement et d'évolution.
- Contribuer à l'application d'une démarche susceptible d'amener des éclairages afin de prendre des décisions pertinentes, pour définir une stratégie de son développement durable.

L'application de l'approche systémique de durabilité à la zone portuaire de Bejaia nous a permis de mieux aborder les problèmes liés au fonctionnement du port et aux atteintes pouvant être portées à l'environnement de la zone portuaire, ainsi que les relations et interactions entre ces deux grands domaines dont la réconciliation est l'objectif majeur du développement durable.

La présente expérience, nous a permis de porter notre contribution à l'éclaircissement des mesures à prendre pour orienter la zone portuaire vers le développement durable. Il convient cependant de signaler que ce travail, a été affecté par deux principales contraintes, nécessaires dans toute réflexion visant la durabilité:

- L'absence d'un engagement officiel et d'une participation active et effective des acteurs et intervenants dans la gestion et le développement de la zone portuaire. L'analyse de durabilité est fondée sur la participation. Malgré l'intérêt que la plupart de nos interlocuteurs ont porté à notre travail, leur implication s'est limitée aux données et informations qu'ils ont mis à notre disposition et à des discussions que nous avons engagées.
- L'insuffisance des données, qui sont souvent absentes ou difficilement accessibles, ce qui conduisait à des pertes d'un temps précieux vue sa limite à la période de préparation du projet de fin d'étude.

La présente étude accomplie est loin d'être complète, et il convient d'engager cette méthode en élargissant l'approche systémique par d'autres aspects liés à son encadrement technique et administratif, son influence régionale et son impact sur la structuration et l'équilibre du rivage et du milieu marin...

D'autres indicateurs de durabilité peuvent ainsi être déterminés et permettront d'élargir le programme d'actions et de le prioriser.

Mais dans tous les cas de figure, comme ça été démontré dans d'autres domaines d'application de la méthode Analyse de Durabilité Systémique et Prospective (programmes d'aménagement côtiers, gestion des sites côtiers, approche des organisations, ...), l'aboutissement de notre analyse montre explicitement qu'aucune partie impliquée dans la gestion de la zone portuaire de Bejaia ne peut garantir une durabilité autonome sans concertation avec les autres.

## Bibliographie

- Aloui. S., 2008.** Evaluation du degré de pollution organique des trois bassins du port de Bejaia, *mémoire magistère université de Béjaia*. 72pages.
- Alzieu. C & al., 1999.** Dragage et environnement, *Ifremer*, 170 pages.
- Bell. S., Morse. S., 2002.** Measuring sustainability: learning from doing, *Earthscan Publications Ltd, London*, 189 pages.
- Bell. S, Morse. S., 1999.** Sustainability indicators: Measuring the immeasurable, *Earthscan Publications Ltd, London*, 175 pages
- Chapon. J., 1975.** Travaux maritimes, tome II : les ouvrages intérieurs des ports maritimes dégagement des accès et plans d'eau des ports, *Eyrolles*, 346pages.
- Coudert. E., Larid. M, 2006.** IMAGINE : un ensemble de méthodes et d'outils pour contribuer à la gestion intégrée des zones côtières en Méditerranée, *VertigO – La revue en sciences de l'environnement*, *Vol7no3*, 11 pages.
- Huilier. C., Oudart. B., 1994.** Guide de lecture de l'arrêté ministériel du 1<sup>er</sup> mars 1993 de la république française, *Aif service éditeur*, 25pages
- Larid. M., 2005.** Analyse de durabilité dans le cadre du PAC « Zone côtière algéroise » (Algérie), *Rapport final, Plan Bleu, Sophia-Antipolis*, 71 pages. [En ligne] : <http://www.planbleu.org/publications/littoral.html>
- Larid. M., 2008.** La zone côtière humide de Réghaia dans le littoral Est Algérois (Algérie) : Contribution méthodologique à son plan de gestion , *Cybergeog : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 425, mis en ligne le : 02 juillet 2008, URL : <http://www.cybergeog.eu/index18852.html>.
- Leclaire., 1972.** Sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro- Baléares (pré continent algérien). *Mémoire du muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, Nouvelle série C, sciences de la terre. Tome XXIV, fascicule Unique*, 64-149.
- Mazzouz. S., Hamana. S., 1994.** Le dragage du port de Bejaia conséquences et étude du site de dépôt. *Mémoire d'ingénieur, ISMAL*, 62pages.

**Metap., 1993.** Etude de protection contre la pollution des ports et du littoral Algérien, *rapport final*, 158 pages.

**Direction de planification et des statistique de la wilaya de Bejaia ,2007 ;** données monographiques de la wilaya de Bejaia, 269 pages.

**Entreprise portuaire de Bejaia ; 2007,** rapport annuel et statistique du port de Bejaia 2006.

**Entreprise portuaire de Bejaia ; 2008,** rapport annuel et statistique du port de Bejaia 2007.

**Entreprise portuaire de Bejaia ; 2009,** rapport annuel et statistique du port de Bejaia 2008.

**Journal officiel de république algérienne N° 46, 14 juillet 1993 ;** relatif aux valeurs limites des paramètres de rejet des installations de déversement.

**Journal officiel de la république algérienne N° 43, 20 juillet 2003 ;** relatif à la définition des règles de protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

**Laboratoire d'Etudes Maritimes, 1996 ;** Etude d'impact sur l'environnement des produits de dragage du port de Bejaia, étude du site d'immersion, *direction des travaux publique de la wilaya de bejaia*, 29pages.

**Laboratoire d'Etudes Maritimes, 2004,** rapport de synthèse : calculs de cubature et caractérisation chimique des sédiments du port de Bejaia, *direction des travaux publique de la wilaya de bejaia*, 9pages.

**Ministère des transports algérien, 2002 ;** Plan directeur de développement du port de Bejaia (horizon 2015), 15 pages.

**Direction de la pêche et des ressources halieutiques de Bejaia, 2009.** Rapport annuel et statistique 2008.

#### **Directions et services contactés :**

- 1- Entreprise portuaire de Bejaia :
  - Direction du management de la qualité et de l'environnement.
  - Direction des domaines et du développement.
  - Direction de la capitainerie.
  - Direction des finances et comptabilité.
- 2- Subdivision des travaux maritimes des la wilaya de Bejaia.
- 3- Direction de la planification et de l'aménagement du territoire, wilaya de Bejaia.
- 4- Direction de l'hydraulique de la wilaya de Bejaia.
- 5- Office nationale de l'assainissement, wilaya de Bejaia.

## ANNEXES

### 1. Protocole d'analyse de la matière en suspension dans l'eau

La matière en suspension représente tous les résidus d'origine organique ou minérale liées à des activités industrielles mais englobe aussi le plancton et les particules sédimentaires. (Aminot et Chaussepied, 1983 ; Rodier, 1992).

Un volume d'échantillon (100 ml) est filtré sur un filtre Whattman de porosité 0,45µm. Le poids des matières retenues est déterminé par pesée différentielle du filtre après passage à l'étuve à 105°C pendant 2 heures.

Pour cette mesure nous avons utilisé :

- Un dispositif de filtration sous vide de marque Sartorius.
- Des membranes filtrantes Whattman ( $\varnothing = 0.45\mu\text{m}$ ).
- Une balance de précision  $10^{-3}$ .
- Une étuve de marque NEMMERT.

La détermination de la concentration de la matière en suspension est donnée par l'expression suivante :

$$\text{MES (mg/l)} = (P_2 - P_1) / V$$

$P_1$  : Poids initiale du filtre (mg)

$P_2$  : Poids du filtre après la filtration (mg)

V : Volume d'eau filtrée (L)

### 2. Protocole des analyses des métaux lourds :

#### 2. Traitement des sédiments

Chaque échantillon de sédiment prélevé et conservé par congélation va subir le traitement suivant :

##### 2.1. Lyophilisation

Le principe est la déshydratation des échantillons par sublimation qui s'effectue par la libération de l'eau de l'échantillon en passant de la phase solide à la phase vapeur sans passer par la phase liquide.

Les échantillons du sédiment congelés sont pesés avant de les passer au lyophilisateur de type CHRIST-Beta 1- 8 pendant 48 heures sous vide ( $10^{-1}$  mbar) et à très basse température (-50 C° à -60 C°). le poids de l'échantillon avant la lyophilisation (PF) et après (PS) sont notés à l'aide d'une balance de précision (Denver instrument M-220 ; e= 0,1 mg), à l'exception des échantillons de la carotte CM- II .

Ce moyen de déshydratation est préférable à celui de l'évaporation à l'étuve car dans ce dernier cas l'élévation de la température peut être une source de pertes en métaux les plus volatils en particulier le mercure (**Charlou et Joanny, 1983**).

## **2.2. Broyage**

Les échantillons de sédiments lyophilisés sont broyés à l'aide d'un mortier en agate jusqu'à l'obtention d'une poudre fine. Cette dernière est récupérée dans des piluliers en verre et stockée dans un endroit sec ( dessiccateur en présence de gel de silice) .

## **2.3. Homogénéisation**

Pour une répartition uniforme des éléments métalliques au sein des particules sédimentaires et de prélever ainsi une quantité de sédiment représentative de l'échantillon, l'homogénéisation se fait avant minéralisation soit par agitation manuelle ou par un agitateur électrique pendant quelques minutes.

## **2.3 Extraction des métaux traces**

Les méthodes d'extraction des métaux lourds dans le sédiment sont multiples et regroupées en deux classes : les méthodes d'extraction totale et les méthodes d'extraction sélectives . citées par plusieurs auteurs (**Added ,1981 ; Charlou et Joanny, 1983 ; El Ghobary ,1983 ; Fernandez, 1984**). Pour le cas de la présente étude, une troisième méthode d'extraction est utilisée. Cette dernière permet l'extraction du métal totale adsorbé à la surface des grains par une digestion partielle qui s'effectue généralement avec des acides forts concentrés et des oxydants ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{KMnO}_4$ ) (**Charlou et Joanny, 1983; P.N.U.E/F.A.O./O.M.S.,1989**).

### **2.3.1.Principe de la digestion ou de la minéralisation**

La digestion consiste à libérer les différents métaux adsorbés à la surface des particules sédimentaires et/ou piégés par la matière organique et les minéraux par extraction et mise en solution.

### **2.3.2. Le protocole expérimental**

Le protocole décrit est celui adopté par Charlou et Joanny (1983) et U.N.E.P./I.A.E.A.( 1985 a et b, 1986a et b). Cependant, certaines étapes sont modifiées en fonction des réactifs et du matériel disponible au laboratoire.

#### **2.3.2.1. Minéralisation à blanc**

Avant d'utiliser les godets, on procède à une minéralisation à blanc. Dans on met dans chaque godet 2 ml d'eau régale (1volume d'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ) concentré à 68 % + 3 volume d'acide chlorhydrique ( $\text{HCl}$ ) concentré à ) .Puis on ferme hermétiquement les godets et on réchauffe sur une plaque chauffante à 120 ° C pendant 2h30mn.

On laisse refroidir les échantillons avant d'ouvrir la soupape de sécurité doucement, puis on ouvre les godets et on rince à l'eau bidistillée et on sèche dans l'étuve.

### 2.3.2.2. Minéralisation des échantillons

Selon le protocole décrit par l'AIEA (1998), la minéralisation a lieu sous hotte aspirante dans un godet en téflon. On pèse environ 0.5 g de sédiment lyophilisé. On y ajoute 2 ml d'eau régale ( $\text{HNO}_3$  :  $\text{HCl}$ , 1 :3 V/V) puis on ferme hermétiquement les godets. On laisse les échantillons à température ambiante une nuit, afin d'éviter un début de réaction trop brusque (minéralisation à blanc) puis on les met sur plaque chauffante à  $120^\circ\text{C}$  pendant 2h30min. On laisse refroidir les échantillons avant d'ouvrir la soupape de sécurité doucement, puis ouvrir les godets et on transfère les échantillons dans les tubes en polypropylène de 50 ml.

Rincer les godets avec l'eau distillée au moins 3 fois en récupérant les rinçages des godets et on ajuste jusqu'au trait de jauge de 50 ml avec l'eau distillée.

La solution obtenue doit être agitée. Elle est ensuite conservée dans un réfrigérateur à  $+4^\circ\text{C}$  jusqu'au moment du dosage afin d'éviter toute perte et contamination (AIEA, 2001).

A chaque série de 12 échantillons nous intégrons un blanc (2 ml d'eau régale).

## 2.4. Analyse des métaux traces

La méthode de dosage utilisée est la spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA).

### 2.4.1. Spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA)

Bien qu'en théorie rien ne s'oppose à une absorption d'une lumière convenablement choisie par les atomes, la mise au point d'une méthode de dosage fondée sur ce principe a présenté beaucoup de difficultés et ce n'est qu'en 1955 qu'elle a été réalisée par Walsh (**Hamon et al., 2002**)

La spectrophotométrie d'absorption atomique est une technique d'analyse quantitative, fondée sur le phénomène d'absorption de radiations lumineuses par des atomes libres (Pere, 1999), elle est largement appliquée (**Forstner et Salomons, 1980**), sélective (**Lagha, 1998**), simple et très documentée (**AIEA, 2001**), bien adaptée (**Boust, 1981**) et recommandée pour l'analyse des métaux lourds (**Asso, 1982**).

Les éléments métalliques adsorbés sur les sédiments marins sont analysés par SAA selon les protocoles expérimentaux décrits (**AIEA, 2001**).

Les analyses des métaux traces dans le sédiment ont été réalisées sur absorption de marque HITACHI, modèle Z-5000 équipé de four et flamme par correction effet Zeeman.

#### 2.4.1.1. Principe de la spectrophotométrie d'absorption atomique

Le passage de la forme ionique (métal en solution) à la forme atomique se produit par une source thermique (source d'atomisation). Les atomes ainsi formés passent d'un niveau énergétique fondamental (état initial) à un niveau plus élevé (état excité) traversé par un faisceau de lumière à mesure et d'intensité incidente  $I_0$ .

L'absorbance correspond à la différence entre l'intensité incidente ( $I_0$ ) et l'intensité transmise ( $I$ ). cette différence ( $I - I_0$ ) est déterminée par un photomultiplicateur qui lui transforme cette intensité lumineuse en courant électrique quantifiable.

## Sommaire

Introduction .....	1
CHAPITRE I : présentation de la zone d'étude. ....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
I.1 Le cadre régional.....	3
I.1.1 données géographiques.....	3
I.1.2 milieux physique et naturel .....	4
I.1.3 données climatiques .....	5
I.2 la zone portuaire et sa proximité.....	8
I.2.1 géomorphologie côtière et sous marine .....	8
I.2.2 données sédimentologique et bathymétriques .....	9
I.2.3 Les données hydrodynamiques.....	10
I.3 Le port de Bejaia .....	11
I.3.1 Historique et présentation .....	11
I.3.2 Description du plan de masse .....	12
I.3.3 les conditions de mouillage.....	13
I.3.4 les activités portuaires.....	14
I.3.5 Le port commercial de Bejaia au niveau national.....	16
CHAPITRE II : Fonctionnalité et qualité de l'environnement. ..	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.1. La pollution.....	19
II.1.1. les sources de pollution .....	19
II.1.2. qualités des eaux.....	24
II.1.3. Qualités des sédiments.....	28
II.2. L'envasement.....	30
II.2.1 caractères des sédiments .....	30
II.2.2 la bathymétrie de projet .....	30
II.2.3. Les sources et les vitesses d'envasement.....	31
II.2.4 Le devenir des produits de dragage.....	33
II.3 le fonctionnement.....	34
II.3.1 la fluidité du trafic portuaire.....	34
II.3.2 la sécurité et la protection portuaires.....	35
CHAPITRE III : Analyse de durabilité .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.1 développement durable.....	37

III.2 définition et présentation de la méthode Analyse de Durabilité Systémique et Prospective (ADSP) .....	37
III.2.1 l'approche systémique .....	38
III.2.2 les indicateurs de durabilité (ou de développement durable).....	38
III.2.3 La prospective et la méthode des scénarios .....	39
III.2.4 Les méthodes participatives.....	39
III.3 morphologie du système portuaire .....	40
III.3.1. Fonctionnalité.....	40
III.3.2. Qualité du milieu (environnement).....	40
III.3.3 Moyens d'intervention (gestion) .....	41
III.4 Détermination des indicateurs pour l'analyse du système portuaire .....	41
III.4.1 Les indicateurs de durabilité.....	41
III.4.2 Les indicateurs – clés de durabilité .....	44
III.4.3 La détermination des bandes d'équilibre .....	51
III.5 L'analyse de durabilité .....	53
III.5.1 L'état de durabilité du système portuaire : AMOEBA actuel.....	53
III.5.2 le scénario tendanciel (horizon 2012) .....	54
III.6 Le programme d'actions .....	58
III.6.1 Les domaines d'action stratégiques .....	60
CONCLUSION GENERALE .....	62
Bibliographie.....	64
Annexes	

## Liste des illustrations

Figure 1: Insertion du port de Bejaia dans sa région. ....	3
Figure 2 : Carte des bassins hydrogéologiques de la région de Béjaia (in LEM, 1993). ....	5
Figure 3 : Fréquences d'apparitions des vents Hivernaux(%) à la station de Bejaia (1963-1970), (LEM, 1993). ....	6
Figure 4: Fréquences d'apparitions des vents Estivaux(%) à la station de Bejaia (1963-1970). (LEM, 1993). ....	6
Figure 5 : Evolution des paramètres météorologiques durant l'année (2007).....	7
Figure 6 : bathymétrie du golfe de Bejaia. ....	8
Figure 7 : Nature et répartition des sédiments dans le golf de bougie (Leclair, 1972).....	9
Figure 8: Les Courants généraux et circulation des eaux de surface dans le golf de bougie (Leclair, 1972). ....	10
Figure 9 : Répartitions des fréquences annuelle des houles dans le golf de Bejaia. ....	11
Figure 10 : Plan de masse et ouvrages du port de Bejaia (Entreprise Portuaire de Bejaia, 2007). ....	13
Figure 11 : Evolution du trafic commercial au port de Bejaia entre 2001 et 2007 (EPB, 2008). ...	17
Figure 12: Evolution du trafic des passager entre 2001 et 2007 (EPB 2008).....	18
Figure 13 : Population urbaine et rurale de la wilaya de Bejaia en 2007 (DPAT,2008). ....	20
Figure 14 : Localisation des principales unités de la zone industrielle de Bejaia.....	21
Figure 15: Localisation des affluents (oueds) dans la zone portuaire de Bejaia. ....	22
Figure 16: localisation des points de rejets dans les bassins du port de Bejaia. ....	23
Figure 17: localisation des prélèvements d'eau et de sédiment (avril 2009).....	25
Figure 18: Position des stations de prélèvement des sédiments (mars 2004).....	28
Figure 19: Profondeurs théoriques du Port de Bejaia (source EPB).....	31
Figure 20: Zonage des opérations de dragage (2005).....	32
Figure 21 : La Bande d'équilibre encadrant l'intervalle de durabilité (Larid, 2008).....	38
Figure 22 : Schéma Radar : PAC, zone côtière Algéroise (2003 - 2004) (Larid, 2008).....	39
Figure 23 : représentation graphique des valeurs de durabilité par rapport à la bande d'équilibre. ....	54
Figure 24 : Représentation AMOEBA tendanciel (horizon 2012). ....	56
Figure 25: Représentation AMOEBA alternatif .....	58

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Moyennes mensuelles de la pluviométrie, de la température et de l'humidité de l'année 2007 (ONM, 2008).....	7
Tableau 2: Relation état de la mer (degrés) et amplitude des vagues (LEM, 1993).....	10
Tableau 3: fréquences et directions des houles pour différents états de la mer (LEM, 1993).....	11
Tableau 4 : Caractéristiques des bassins portuaires de Bejaia. ....	13
Tableau 5: Evolution du trafic commercial au port de Bejaia entre 2001et 2007(EPB, 2008).....	17
Tableau 6: Localisation des points de rejets à l'intérieure des bassins portuaires de Bejaia. ....	24
Tableau 7: Résultats des analyse physico-chimiques des eaux portuaires (Aloui, 2007).....	25
Tableau 8: Résumé des résultats de l'analyse des sédiments en 2004 (LEM, 2004).....	28
Tableau 9: Résumé des résultats de l'analyse des sédiments en 1993 (LEM, 2004).....	29
Tableau 10 : Résultats d'analyse des métaux lourds dans le sédiment 2009.....	29
Tableau 11 : Estimatif des volumes de dragage (LEM, 2004).....	33
Tableau 12 : Estimatif des vitesses d'envasement.....	33
Tableau 13: Indicateurs des sous systèmes.....	42
Tableau 14: limites de durabilité des indicateurs-clés. ....	52
Tableau 15 : échelles de durabilité actuelles, des indicateurs-clés.....	53
Tableau 16 : échelles de durabilité tendancielle des indicateurs-clés.....	55
Tableau 17 : échelles de durabilité alternative des indicateurs-clés. ....	57
Tableau 18 : domaines d'action de la stratégie de développement durable. ....	59
Tableau 19 : matrice d'analyse systémique des indicateurs- actions. ....	61

## Liste des abréviations

- **ADSP** : Analyse de durabilité systémique et Prospective.
- **AMOEB**A : acronyme néerlandais qui signifie : Méthode Générale de Description et d'Evaluation d'Ecosystème.
- **BMT** : Bejaia Mediterranean Terminal.
- **DHB** : Direction de l'Hydraulique de la wilaya de Bejaia.
- **DPAT** : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire.
- **EPB** : Entreprise portuaire de Bejaia.
- **ESSMAL** : Ecole Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.
- **LEM** : Laboratoire d'Etudes Maritimes.
- **ONA** : Office Nationale d'Assainissement.
- **ONM** : Office Nationale de Météorologie.
- **SME** : Système de Management Environnemental.
- **Max Sea** : logiciel de navigation maritime.

**Tableau : les principales unités industrielles localisées dans la périphérie de la zone portuaire de Bejaia (DPAT, 2007).**

NOM DE L'UNITE	Rejets solides			Rejets liquides				Rejets atmosphériques	
	Types de déchets	Quantité rejetée	Type de traitement	Volume d'eau usée rejetée	Type de traitement	Rejet finale	S T E P	Nature des émissions	Type de traitement
<b>1</b> -Co.Gb ENCG 04 Chemins	Fut de 200kg	46 u /j	Décharge publique	401,5m <sup>3</sup> /j	Bassin décantation	Oued soummam	/	Vapeur	Néant
<b>2</b> -Co.Gb UP7 unité margarine route des aurès Bejaia	-Terre décolorante usée - Boues minerales et organiques - Brai de distillation - Mucilage - Bidon d'acide phosphorique - Bidon de colle - sac de soude  - charbon actif	-839,5T/an -2190T/an -460T/an -545T/an -9490U/an  -365U/an -58400U/a  -0,45T/an	„ „ „ „ cédé aux personnel „ décharge publique melangé avec la boue	95m <sup>3</sup> /j	SEPT	Oued seghir	SEPT	Néant	Néant
<b>3</b> - TRANSBOIS ex ENATB arrière port béjaia	- Ecorce de bois - poussières de bois - colle	/ 300kg/j 0,72T/an	Décharge publique „ stockée dans futs	16 762 m <sup>3</sup> /j	Néant	Mer	/	Poussière de bois	Filtres antipoussières

<b>4-CEVITAL SPA</b> Raffinerie d'huile,margarine nouveau quai port de bejaia	- Terre decolorante usee - boue de la step - Ecumes - Déchets d'emballage Films plastique en bois - bouteilles pet - intercalaires	1825T/an 20T/an 3650T/an / 36500u/an 100000u/a	Décharge publique	25m <sup>3</sup> /h	Physico chimique et biologiques	Mer	Capacité 3m3/h	Poussières fumées Vapeur d'eau	Système de dépoussiérage / Néant
<b>5-ICOTAL (SPA)</b> arrière port Bejaia	- Chutes de tissus - emballage en plastique - emballage en carton	8,1T/an 24T/an /	Récupération par alfaditex remila	/	/	/	/	Vapeur dégagée par les baraques vapeur de chaudière	Néant
<b>6-ALCOSTE</b> route des aurés Bejaia	- tissus	240Qx	Récupération par alfatier remila	/	/	/	/	Fumée gaz de ville dégagée par la chaudière	Néant
<b>8-SONATRACH</b> DRGB	- Slop (residus de petrole)	18428m <sup>3</sup>	bourbier	/	/	/	/	/	/
<b>10-Tchnin-lait</b> RN12 BIRSLAM	- Emballage - carton	50sac/j 8,5kg/j	Décharge publique	358m <sup>3</sup> /j	Néant	Oued seghir	/	/	/
<b>11-SIBEA ZI</b> ihddaden Bejaia	- Limaille de fer - sciure de bois chargee de poussière de fer de d'huile usages - fil de fer	1,2T/an 72T/an /	Valorisation. décharge publique valorisation	1,66m <sup>3</sup> /j	néant	Oued sghir	/	Poussières de fer	aspirateurs