

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المعهد الوطني لعلوم البحر و قهينة الساحل

Institut National des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur en sciences de la mer

Option : environnement marin.

Thème :



Réalisé par :

SEFSAF Benoumeur

Soutenu le 23 Octobre 2008 devant le jury :

Mr. Guerfi M

Mr. Hamdane Y

Mme. Maouel Dj

Mr. Laouira A

Chargé de cours (ISMAL)

Chargé de cours (ISMAL)

Maître assistante (ISMAL)

Conseiller (MATET)

Président

Examineur

Examinatrice

Promoteur

Promotion 2007/2008

Remerciements

Louange à Dieu, le miséricordieux, sans Lui rien de tout cela n'aurait pu être,

Mes remerciements s'adressent tout d'abord à Mr LAOUIRA A (Conseiller au MATET) pour avoir proposé le thème de cette étude et pour m'avoir encadré et suivi dans l'élaboration de ce travail.

Je tiens aussi à remercier les membres du jury : Mr. GUERFI M (Chargé de cours à ISMAL), Mr. HAMDANE Y (Chargé de cours à ISMAL) & Mme. MAOUEL Dj (Maître assistante à ISMAL), qui m'ont fait l'honneur d'en faire partie.

Je remercie aussi les officiers de la capitainerie du port d'Alger de suivi qui ont eu la patience de m'écouter.

Enfin, je remercie tous ceux qui m'ont encouragé tout au long de mon parcours universitaire et ceux qui ont contribué à ma formation mais que je n'ai pas cités.

SEFSAF B

Liste des abréviations

CE : Communauté Européenne.

CEDRE : Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les Pollutions Accidentelles des Eaux.

COW : Lavage au pétrole brut (Crude Oil Washing).

DBO5 : Demande biochimique en oxygène.

DCO : Demande chimique en oxygène.

EC : Directive du Conseil Européen.

EPAL : Entreprise portuaire d'Alger.

GESAMP: Groupe des experts dans l'aspect scientifique de la pollution marine (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution).

ISM : Code international de gestion de la sécurité.

IUPAC : Union internationale de chimie pure et appliquée.

MARPOL : Convention adoptée en 1973/1978 par l'OMI pour la prévention de la pollution par les navires.

MEDA : Projet d'assistance technique sur les installations de réception portuaire pour la collecte des ordures, des eaux de cale et des déchets contenant des hydrocarbures.

OMI : Organisation Maritime Internationale.

PAC : Plan d'Aménagement Côtier.

PAM : Plan d'Action pour la Méditerranée.

PNUE : Programme des nations unies pour l'environnement.

REMPEC : Centre Régional Méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle.

ROCC : Centre d'Activités Régional créée en 1976.

RoRo : Un navire (**roulier**) utilisé pour transporter entre autres des véhicules, chargés grâce à une ou plusieurs rampes d'accès. On les dénomme aussi **Ro-Ro**, de l'anglais Roll-On, Roll-Off signifiant littéralement « roule dedans, roule dehors ».

SAD : La fraction aromatique soluble dérivée des hydrocarbures.

SBT: Segregated Ballast Tanks.

SSMO: Summary of Synoptic Meteorological Observations (Résumé des observations météorologiques synoptiques).

TJB : Tonnage global de jauge brute (Unité T.J.B=1000 tonneaux).

Sommaire

INTRODUCTION.....	
CHAPITRE I : Généralités sur la pollution des enceintes portuaires.	
1. Notion et origines de la pollution.....	01
2. Types de la pollution.....	02
2.1. Pollution physique.....	02
2.2. Pollution microbiologique.....	03
2.3. Pollution chimique.....	03
3. Pollution marine par les hydrocarbures.....	04
3.1. Principaux types des hydrocarbures.....	04
3.2. Comportement des hydrocarbures en mer.....	07
3.3. Sources et apports des hydrocarbures en mer.....	11
-Sources naturelles.....	11
-Sources anthropogènes.....	11
3.4. Toxicité des hydrocarbures.....	14
4. Paramètres physico-chimiques de l'eau de mer	15
4.1. Oxygène dissous.....	15
4.2. Température.....	16
4.3. Salinité.....	17
4.4. pH.....	17
4.5. Turbidité.....	17
4.6. Sels nutritifs.....	18
4.7. Matières en suspension (MES)	18
CHAPITRE II : Présentation du port d'Alger.	
Introduction.....	19
1. Position géographique et Description du port	19
2. Répartition du trafic maritime par types de navires dans le port d'Alger.....	29
2.1. Evolution par type de navire.....	29
2.2. Taille des navires (TJB)	29
3. Analyse Du Trafic Par Types De Produits	31
3.1. Produits agricoles.....	31
3.2. Produits divers.....	31
3.3. Produits pétroliers.....	31
4. Trafic des passagers.....	32
5. Installations de réception des déchets liquides dans le port	32
5.1. Station de déballastage.....	32
a) Présentation.....	32
b) Utilités.....	33
CHAPITRE III : Etat de pollution du port d'Alger.	
1. Pollution tellurique.....	35
2. Accident de déversement d'hydrocarbures dans le port d'Alger	35
2.1. Détection de la pollution.....	35
2.2. Plan d'urgence mis en oeuvre.....	36
2.3. Risques de cette pollution sur le milieu marin	37
2.4. Situation actuelle.....	37
2.5. Mesures prises actuellement.....	39
3. Pollution générée par les navires	40

**Thème : Etat de la pollution du port d'Alger par les navires, cas du bassin pétrolier
(Darse 8 et 9).**

CHAPITRE IV : Cadre réglementaire et législatif régissant la pollution des ports.

I. LEGISLATION NATIONALE.	43
1. Loi n° 03 10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre Du développement durable	43
2. Loi n° 02-02 du 5 février 2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral	44
3. Décret présidentiel n° 95-290 du 30 septembre 1995, portant création d'un centre nationale et des centres régionaux des opérations de surveillance et de sauvetage en mer	44
4. Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels	45
5. Décret exécutif n° 94-279 du 17 septembre 1994 portant organisation de la lutte contre les pollutions marines et institution de plans d'urgence.....	46
6. Définition du cadre législatif concernant la gestion des rejets	47
II. REGLEMENTS INTERNATIONAUX.	47
1. Coopération régionale et internationale	47
2. OMI et ses activités.....	48
3. Convention de MARPOL 1973/1978 pour la prévention de la pollution par les navires	49
4. Convention de Barcelone de 16 février 1976 et la protection de la mer méditerranée	50
5. REMPEC	51
6. Projet MEDA sur les installations de réception portuaires	52
CHAPITRE V : Impacts des hydrocarbures sur la vie marine	
1. Impacts des hydrocarbures sur la faune et la flore marine	54
1.1. Effets directs	54
1.2. Effets indirects	55
2. Facteurs qui influent sur l'impact	56
2.1. Descripteurs d'un événement-circonstance du déversement	56
2.2. Facteurs qui modifient le comportement du déversement	56
2.3. Facteurs qui modifient directement l'impact écologique	57
3. Classement généralisé de la sensibilité des écosystèmes	57
4. Différents écosystèmes existants à l'intérieur de l'enceinte portuaire d'Alger ou ses extrémités.....	58
4.1. Côtes rocheuses et de gros blocs de pierre exposées	58
4.2. Eaux côtières ouvertes – la colonne d'eau	59
4.3. Plages sablonneuses	60
4.4. Fond marin de la zone infralittorale des mers côtières.....	61
CHAPITRE VI : Recommandations.	
1.Stratégie – sujets institutionnels	63
1.1. Etablissements des installations de réception et de traitement préliminaire des déchets contenant des hydrocarbures.	63
1.2. Projets de gestion des déchets au port.	64
1.3. Evaluation des effets de la gestion des déchets au port, sur l'environnement.....	64
1.4. Adoption d'un système uniforme pour la notification des besoins des navires qui viennent au port.....	64
2. Sujets fonctionnels	65
2.1. Enlèvement et transfert des déchets au port.	65
2.2. Enlèvement des matériaux qui peuvent être recyclés.	66
2.3. Installations de transfert des déchets au port.	67
2.4. Traitement des déchets huileux et destruction.	68
Références bibliographiques.....	
Annexes.	

Introduction générale

La pollution marine à travers le monde est devenue un sujet de préoccupation croissante à l'échelle internationale. Les apports de pollution génèrent un impact très négatif, une détérioration croissante de la qualité du milieu marin et une altération quantitative et qualitative de la structure des peuplements faunistiques et floristiques, faisant ainsi du port un milieu perturbé. Et influe par conséquence sur la santé publique.

La pollution opérationnelle résultant des rejets illicites demeure la principale source de pollution du milieu marin par les navires. Ce constat est particulièrement vrai, d'une part, pour la mer Méditerranée à cause de sa sensibilité et de sa vulnérabilité, et d'autre part, il concerne directement le port d'Alger notamment la darse n°8 et n°9. Un milieu semi-fermé, constitue un « réceptacle naturel » des substances nuisibles.

Les incidents de pollution les plus courants dans le port d'Alger sont sans doute :

- Ceux qui liés au trafic maritime, résultent des opérations effectuées lors du chargement ou du déchargement des hydrocarbures, l'exploitation normale des navires-citernes, les passages au bassin, les déversements d'eau de cale et de fuel-oil et les ordures, qui proviennent pour la plus grande part des navires, débarrassés dans le port où les installations de réception sont insuffisantes ou leur utilisation est coûteuse.

- Ainsi que les rejets d'origine industrielle ou urbaine directement dans la mer, provenant des industries installées dans l'enceinte portuaire et l'agglomération urbaine algéroise en amont du port.

Dans cet effet, quel est l'état du port d'Alger exactement le bassin pétrolier (darses 8 et 9) du point de vue pollution par les hydrocarbures ? Quels sont les effets de cette pollution sur l'environnement ? Et quelles sont les mesures de la lutte contre cette pollution prises en charge ?

Dans le cadre de ce travail, nous aborderons trois principaux aspects :

Le premier étant consacré à la connaissance de l'état de pollution du port d'Alger, par sa présentation, le trafic maritime, les différents types de navires fréquentant ce port et les activités installées dans l'enceinte portuaire.

Le deuxième aspect consiste à fournir des renseignements sur les sources des apports de polluants d'origine anthropique, avec une référence à titre d'exemple aux résultats obtenus après une enquête durant un mois au niveau du port d'Alger (zone d'étude).

Enfin, nous recommandons certaines mesures importantes à prendre pour la prévention de la pollution générée par les navires et la réduction de phénomène par des investigations de surveillance et de suivie continues.

1. Notion et origines de la pollution.

L'étude de la pollution est relativement récente, il est donc difficile de donner une définition à la fois précise et globale.

La pollution est un terme latin qui signifie souillure et profanation, dans le domaine marin ce terme désigne toute souillure du milieu si non une profanation de ce domaine sacré de la vie.

Mais tout les organismes internationaux se sont entendus avec les nations unies qui définissent la pollution marine comme étant : « *L'introduction par l'homme dans le milieu marin, y compris les estuaires, directement ou indirectement de substances ou d'énergie pouvant entraîner des effets délétères, tels que dommages aux ressources biologiques donc pour la santé humaine, entraves aux activités maritimes y compris la pêche, diminution de la qualité de l'eau du point de vue de son utilisation et réduction des possibilités offertes dans le domaine des loisirs* ».

Au début des années 80, environ 70 000 molécules faisaient l'objet d'un usage quotidien et un millier de nouvelles substances étaient annuellement commercialisées à vaste échelle sans que leurs propriétés toxiques n'aient donné lieu à des études suffisantes pour garantir l'innocuité de leur rejet ou leur impact sur les écosystèmes (*Lacaze, 1996*).

L'altération de l'environnement peut résulter de l'introduction par l'homme, de certaines espèces ou produits, la modification de certains paramètres physiques induisent des transformations chimiques avec le facteur temps.

Bien que la pollution des eaux puisse être accidentelle, la plupart du temps elle provient des déversements incontrôlés d'origines diverses. La pollution des eaux de mer est souvent due aux :

- **Eaux résiduaires urbaines :** Elles contiennent les résidus collectifs de la vie quotidienne. Leur volume est en augmentation constante.
- **eaux d'origine industrielle :** Elles constituent la principale source de pollution des eaux. La majorité des industries utilisent l'eau en quantité variable dans différents processus de fabrication. Les principaux facteurs polluants sont le pétrole, le charbon, les industries chimiques, de papeterie, de textile et autres.

Pollution d'origine agricole : Elle provient essentiellement de certains produits utilisés en agriculture (les insecticides), les engrais, et de résidus d'origine animale.

2. Types de pollution.

Il existe trois types de pollution (**Tableau n°1**) selon leur nature prédominante ; physique, microbiologique et chimique (*BELLAN et PERRES, 1994*).

Tableau n°1 : Types de pollution selon BELLAN et PERRES, 1994.

Type de pollution	Nature	Source
<ul style="list-style-type: none"> Physique Pollution thermique Pollution radioactive	Rejets d'eau chaude Radio-isotopes	Centrales thermiques Installations nucléaires
<ul style="list-style-type: none"> Chimique Fertilisants Métaux et métalloïdes. Pesticides Organochlorés Composées organiques de synthèse Détersifs Hydrocarbures	Nitrates, phosphates Mercure, cadmium, plomb, aluminium, arsenic, ... Insecticides, herbicides, ... PCB, solvants Nombreuses molécules Agents tensioactifs Pétrole et dérivés	Agriculture, lessives Industries, agriculture, Pluie, acides, Combustion. Agriculture, industrie. Industrie. Industrie. Effluents domestiques. Industrie pétrolière, transports.
<ul style="list-style-type: none"> Microbiologique 	Bactéries, virus, champignons	Effluents urbains et d'élevages.

2.1. Pollution physique.

C'est une pollution due aux agents physiques qui sont essentiellement d'origine industrielle et secondairement d'origine domestique, on distingue trois types :

- Pollution mécanique.

Elle est due aux décharges des déchets et des particules solides apports par les eaux de ruissellement et les eaux d'égouts, elle est due aussi aux opérations de dragage et de l'érosion, les solides rejetés dans le milieu aquatique (les boues, les solides flottants et les ordures ménagères).

- Pollution thermique.

La majorité des usines est implantée d'une manière volontaire sur le littoral ou sur les bassins versants littoraux, ce type d'installation est à l'origine d'apport notable d'eaux résiduaires au milieu marin (*EQUINOXE, 1990 in BENARAB et AIT HATRIT, 2006*).

Les eaux rejetées des usines ont une température de l'ordre de 70-80°C. Cette température baisse à 40-50°C en contact avec les eaux de rivière en entraînant un réchauffement de l'eau.

- Pollution atomique.

Cette pollution revête une importance particulière en raison de la demande croissante en énergie et de développement attendu dans la construction des centrales nucléaires et des usines de traitement des combustibles irradiés.

Il existe deux principaux types de rejets radioactifs :

- Rejets de centrales nucléaires.

- Rejets des usines de traitement de combustibles irradiés.

2.2. Pollution microbiologique.

La pollution microbiologique est une forme de pollution organique, en particulier, les excréments contiennent des germes pathogènes (virus, bactéries ou parasites) véhiculés par l'eau.

Cette pollution est provoquée par le déversement des eaux résiduaires urbaines et par certains effluents d'industries agroalimentaires, matière fécale, papeteries, qui se traduit par l'apparition de ces germes plus ou moins nocifs.

Les virus les plus préoccupants pour la qualité de l'eau sont les entérovirus qui peuvent subsister des jours et des mois dans l'eau ou ils pénètrent principalement par les rejets des égouts (symptômes variés : éruptions cutanées, gastro-entérite, hépatite virale...). (*Bellan et Perres, 1994*).

Les modifications de ces matières provoquent une diminution de *pH* et du taux d'Oxygène dissous, une augmentation de la turbidité avec production de certains composés d'acide carbonique.

Ainsi les conséquences biologiques de ce phénomène d'eutrophisation se traduisent par une explosion massive des micro-algues au détriment du peuplement varié original. Cette pollution peut être amplifiée dans les zones fermées ou semi-fermées et provoquer une nouvelle pollution organique (*Smail et Mazouz, 1996*).

2.3. Pollution chimique.

Elle est due à des agents chimiques organiques ou minéraux d'origine diverse (industrielles, agricoles, domestiques...) qui altèrent la composition normale de l'eau, leur toxicité peut être directe si elle est limitée dans le temps et ne s'accumule pas dans les tissus des êtres vivants mais affectant la croissance, la reproduction, le comportement des espèces,

comme elle peut être chronique dans le cas où les produits toxiques ne sont pas dégradables et sont stockés dans les tissus organiques marins.

Parmi ces substances toxiques :

- Les métaux lourds (*Zinc, Plomb, Cadmium, Mercure, Nickel...*).
- Les organo-métalliques (*éthyle mercure, phénol mercure...*).
- Les organo-chlorés (*DDT, pesticides, PCB*).
- Les hydrocarbures (*HPA*).

Où encore les sels minéraux dissous (nitrates, nitrites, phosphates, sulfates et chlorures...).

Leurs propriétés toxiques pour les organismes les classent parmi les plus dangereuses. (*Bellan et Perres, 1994*).

3. Pollution marine par les hydrocarbures.

Les hydrocarbures sont des composés chimiques contenant uniquement du carbone et de l'hydrogène. Ils sont largement répandus dans la nature, notamment dans la biosphère, et participent au cycle biogéochimique du carbone dans l'environnement. Ils constituent aussi la matière première des synthèses pétrochimiques.

Les hydrocarbures représentent plus de 90% (en poids) du pétrole brut. D'autres composés contenant l'Oxygène, l'Azote, le soufre et certains métaux (Cuivre, Fer, Nickel et Vanadium), peuvent dominer dans les pétroles lourds liés à des molécules hydrocarbonées, qui sont également présentes dans les produits raffinés. (*Kennish, 1997*).

3.1. Principaux types des hydrocarbures.

On distingue les hydrocarbures à chaîne ouverte (aliphatiques) et les composés cycliques. Dans les composés à chaîne ouverte contenant plusieurs atomes de carbone, ceux-ci sont reliés les uns aux autres pour former une chaîne ouverte pouvant présenter une ou plusieurs ramifications.

Dans les composés cycliques, les atomes de carbone forment un ou plusieurs cycles fermés. Cependant, les principales familles d'hydrocarbures que l'on retrouve dans les pétroles et les produits raffinés sont :

- Les hydrocarbures aliphatiques ;
- Les hydrocarbures naphthéniques ;
- Les hydrocarbures aromatiques ;

- Les asphaltènes ;
- Les résines.

Tableau n°2 : Classification des hydrocarbures (*Lefebvre, 1978*).

	Nomenclature classique	Nomenclature IUPAC (1)	Formule générale	Présence dans le pétrole brut
Saturés	Paraffines ou hydrocarbures paraffiniques	Alcanes	C_nH_{2n+2}	+
	Naphtènes ou hydrocarbures naphténiques	Cyclanes	C_nH_{2n}	+
Insaturés	Oléfines ou hydrocarbures oléfiniques	Alcanes	$C_nH_{2n} (*)$	-
	Acétyléniques ou hydrocarbures acétyléniques	Alcynes	C_nH_{2n-2}	-
Aromatiques	Aromatiques ou hydrocarbures aromatiques ou hydrocarbures benzéniques	-	-	+

(1): I.U.P.A.C: International Union of Pure and Applied Chemistry.

(*) : Cette formule brute n'est valable que si l'hydrocarbure est non cyclique et ne possède qu'une double liaison.

+ : présence.

- : absence.

➤ Hydrocarbures Aliphatiques.

On différencie les composés saturés, ne contenant que des liaisons simples, des composés insaturés, qui contiennent au moins une double liaison carbone-carbone, notée C=C, ou une triple liaison C≡C.

Les alcanes ou paraffines (la formule générale C_nH_{2n+2}) constituent une série d'hydrocarbures saturés allant du méthane (CH₄) jusqu'à des composés à soixante atomes de carbones (C₆₀). Ils peuvent être à chaîne droite (n-alcanes) ou ramifiées (éso-alcanes). Ils représentent 30% du pétrole brut et sont très connus dans l'essence et le mazout, et sont caractérisés par :

- Absence presque totale de toxicité, à l'exception des plus légers.
- Une biodégradabilité rapide, en particulier des n-alcanes.

Les oléfines composées insaturées à chaîne droite ou ramifiée présentent surtout dans les produits raffinés, relativement instables et facilement oxydables.

➤ **Hydrocarbures cycliques (Naphténiques).**

Les homocycles ont un cycle formé uniquement d'atomes de carbone ; les hétérocycles présentent un ou plusieurs cycles contenant un ou plusieurs hétéroatomes, éléments différents du carbone et de l'hydrogène (O, N, S, etc.). Parmi les cycles carbonés, on distingue les cyclanes, les cyclènes et les cyclynes.

De formule brute $(CH_2)_n$ ou C_nH_{2n} , les cyclanes sont des cycles saturés isomères des alcanes. Les noms que leur donne l'*IUPAC* (*Union internationale de chimie pure et appliquée*) sont homologues à la nomenclature utilisée pour les alcanes.

Ils renferment des formes monocycliques en C5 (cyclopentane) et en C6 (cyclohexane). Ils sont généralement peu toxiques, mais plus rémanents que les aliphatiques et moins que les aromatiques.

Ils représentent en moyenne 40 à 50% des produits bruts, certains produits comme les stéranes, hopanes sont parfois utilisés comme témoins d'une contamination pétrolière.

➤ **Hydrocarbures aromatiques.**

Ces hydrocarbures sont caractérisés par la présence dans leurs molécules d'un groupement cyclique de six atomes de carbone (dérivés du benzène) présentant un système particulier de liaison entre les atomes de carbone qui confère à la molécule une grande stabilité ainsi que certaines propriétés chimiques spécifiques très recherchées dans l'industrie des parfums, des colorants et pharmaceutiques. D'une composition générale de C_nH_{2n-6} . (*Ramade, 1998*).

Ils sont considérés comme étant les plus toxiques. Leur niveau de présence dans les bruts représente 20 à 40%. Ces composés sont caractérisés par une biodégradabilité réduite et une haute persistance dans le milieu.

Parmi les hydrocarbures aromatiques nous trouvons : le benzène, le naphthalène, le phénantène (l'anthracène) et les alkylobenzènes (toluène, xylène). Certains composés à noyaux aromatiques, tel que le benzo-3, 4 pyrène et le benzo (a) pyrène sont doués d'une grande stabilité et sont reconnus comme mutagènes et hautement cancérigènes (*Lacaze, 1980 et Mille et al, 1982*).

➤ **Les asphaltènes.**

Groupe de composés à poids moléculaire élevé ($PM > 100000$). Pour la plupart, la structure reste souvent inconnue. Ils sont associés au soufre, à l'azote, à l'oxygène, au nickel et au vanadium. (*Lacaze, 1980*).

Leur taux dans les pétroles bruts tend à augmenter lors de vieillissement dans le milieu marin. Initialement ils peuvent représenter jusqu'à 30% en poids des bruts.

➤ **Les résines.**

Groupe hétérocites de composés à base de molécules contenant un ou plusieurs atomes d'oxygène, d'azote ou de soufre. La présence de ces hétéro- atomes dans les structures donne naissance à des propriétés superficielles responsables du processus initial d'émulsion inverse avec l'eau de mer.

Ils représentent 5 à 25% des pétroles bruts.

3.2. Comportement et devenir des hydrocarbures en mer.

Le comportement des hydrocarbures en mer est traité de manière détaillée dans de multiples rapports d'experts (*GESAMP, 1993*) et par de nombreux auteurs (*Lacaze, 1980*). Dans cette section sont présentés d'une façon succincte les éléments essentiels de ce comportement.

Lorsque le pétrole brut ou ses produits raffinés sont déversés en mer, soumet celui-ci à un ensemble de processus physico-chimiques et biologiques, qui déterminent le cycle biogéochimique des hydrocarbures dans l'écosystème marin.

➤ **Etallement.**

Déversés en mer, le pétrole a tendance à s'étaler horizontalement sous l'action conjuguée des forces de gravité, de viscosité et de tension superficielle.

Les hydrocarbures répandus sur l'eau forment une fine couche à l'aspect de lentille avec l'intérieur plus épais que les bords. Ce processus peut se poursuivre jusqu'à l'obtention d'une couche monomoléculaire de 0.5 μm d'épaisseur donnant des reflets argentés en surface.

➤ **Déplacement.**

Abordés empiriquement, les mouvements de surface de la nappe induits par le vent sont estimés à environ 3% de la vitesse moyenne du vent. En présence de courants de surface, cette vitesse est modifiée selon la direction, le sens et la vitesse du courant.

➤ **Evaporation.**

C'est dans les premières heures qui suivent le déversement que les hydrocarbures à faible poids moléculaire se transforment de la phase liquide à la phase vapeur, diminuant ainsi la toxicité du pétrole. Ce qui a également pour conséquence la modification de la viscosité du pétrole qui influence les actions de lutte antipollution. Ce processus est en fonction de :

- La composition initiale du pétrole, ainsi que la surface qu'il occupe (épaisseur et étendue de la nappe) ;
- Les propriétés physiques du pétrole ; et
- L'environnement climatique (température de l'air et de la mer, vents, l'intensité des radiations solaire ...).

➤ **Dissolution ou solubilisation.**

Limitée par l'évaporation, la dissolution dépend aussi de la composition et des propriétés physiques du pétrole, de la température, salinité et l'agitation de l'eau, ainsi que la dispersion de la nappe.

La dissolution des composés organiques décroît à partir des composés polaires contenant l'azote, soufre et oxygène aux composés aromatiques et aux alcanes ramifiés (saturés) sont plus solubles que ceux à chaîne linéaire.

➤ **Emulsification.**

C'est une étape très importante conduisant à la dispersion du pétrole de la surface de l'eau. L'émulsification comporte deux processus inverses à partir de la dispersion de l'un des deux liquides (eau, pétrole) au sein de l'autre.

La teneur en eau des émulsions dans le pétrole est fonction du type de pétrole considéré (Lacaze, 1980).

❖ **Emulsion de l'huile dans l'eau.**

Se sont de fines gouttelettes de pétroles dispersées dans la nappe d'eau. Ce phénomène se rencontre dans les milieux très agités.

❖ **Emulsion de l'eau dans l'huile.**

On l'appelle aussi « Emulsion inverse » ou « mousse au chocolat » sous forme d'une crème visqueuse. Ce phénomène est très stable, cependant il est très peu accessible aux processus de dégradation et aux actions de lutte (confinement, dispersion, récupération). Les émulsions inverses peuvent se former en quelques heures et contenir jusqu'à 90% d'eau.

➤ **Oxydation.**

L'oxydation est la combinaison chimique des hydrocarbures avec l'oxygène.

Cependant, les hydrocarbures peuvent subir :

- Une auto-oxydation, qui est une réaction au contact de l'oxygène du milieu.
- Une photo-oxydation induite par les radiations UV du soleil ; et
- Une oxydation bactérienne catalysée par les enzymes.

Il peut également y avoir des conséquences contraires sur l'évolution de la pollution :

- Les hydrocarbures légers oxydés sont généralement plus solubles, donc plus dispersables et par conséquent, biodégradables.
- Sur les hydrocarbures lourds, la photo-oxydation favorise la polymérisation, processus défavorable au traitement et à la dégradation des hydrocarbures.

➤ **Sédimentation.**

C'est le passage du pétrole de la masse d'eau vers le fond. Ce phénomène a lieu lorsque la densité du pétrole augmente et dépasse celle de l'eau.

Les deux processus qui facilitent le collage du pétrole sont :

- ❖ L'adsorption sur les particules en suspensions (organiques ou minérales) ; et
- ❖ Le vieillissement du à l'évaporation et la dissolution des composés à faible poids moléculaires augmentant ainsi leur densités.

Le phénomène d'adsorption est par ailleurs plus important sur les particules minérales fines (vases, argiles, sables fins...), elles représentent la fraction pélitique (<40 µm) dans le

sédiment. Ainsi celle-ci peut adsorber de larges quantités d'hydrocarbures dissous de la colonne d'eau. Ce phénomène est favorisé par leurs propriétés électrochimiques.

L'adsorption est surtout importante sur la frange côtière où la turbulence des eaux est très élevée, remettant ainsi les sédiments en suspension.

Ces particules, sous l'action des courants sont transportées vers les zones d'accumulation de vases ou de sables vaseux qui constituent des pièges naturels pour les hydrocarbures.

Ce sont le plus souvent des zones à basse énergie : Les fonds de baies, par exemple.

➤ **Biodégradation.**

La biodégradation des hydrocarbures constitue le processus naturel par lequel les bactéries, levures et champignons mettent en jeu des processus d'oxydation qui aboutissent à la formation d'hydrocarbures en poids moléculaire plus faible (bioconversion) mais aussi à la formation de gaz carbonique, d'eau et de biomasse (pollution bactérienne).

Le taux de dégradation est sous l'influence de certains facteurs limitant tels que :

- La température (la biodégradation est considérée proportionnelle à ce paramètre) ;
- Les éléments nutritifs comme phosphore ou azote ;
- La teneur en oxygène (si celle-ci est faible, le processus de biodégradation est beaucoup plus lent) ;
- Le type de pétrole et sa concentration dans le milieu.

Aujourd'hui, il est admis que presque tous les constituants des pétroles sont biodégradables que la vitesse de biodégradation est variable et peu connue in situ (en mer).

Cette vitesse décroît ainsi : *n- alcanes* > *iso- alcanes* > *cyclo- alcanes* > *aromatiques* > *asphaltes*.

Les bactéries de dégradation sont hautement fréquentes dans les environnements qui reçoivent des hydrocarbures de pollution chronique.

Plusieurs espèces de microorganismes (plus de 200) participent à la biodégradation tel que :

- Pour les bactéries : *Pseudomonas*, *Vibri* ;
- Pour les levures : *Candida*, *Rhodotorula* ;
- Pour les champignons : *Penicillum*, *Aspergillus*.

L'intensité de l'activité de ces différents genres, dépend du type de pétrole auquel ils sont exposés. Les alcanes et aromatiques sont les hydrocarbures les plus dégradés.

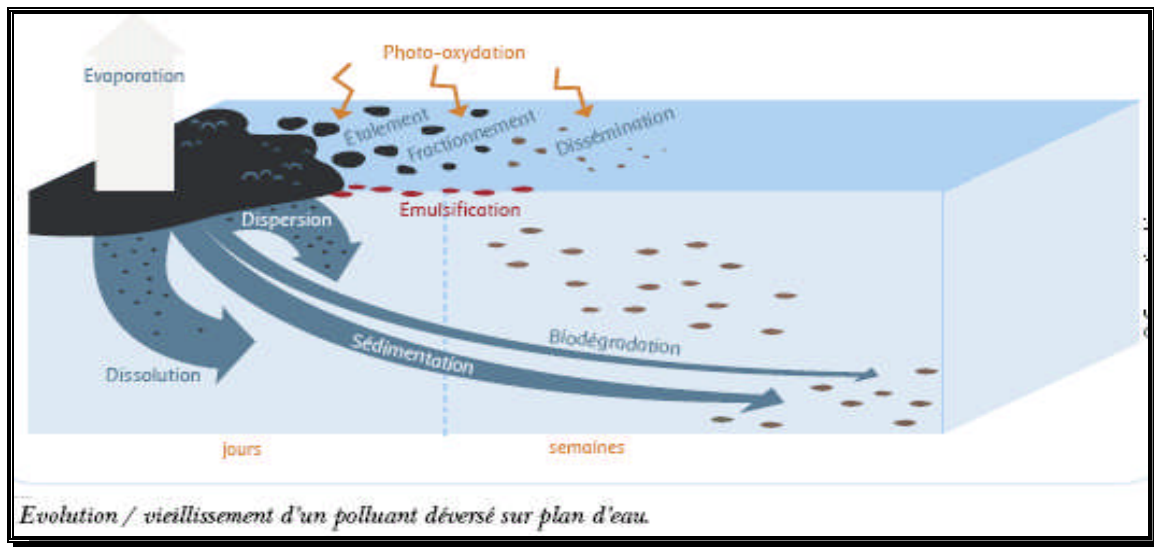


Figure n°1 : Comportement des hydrocarbures déversés en mer. *Source : CEDRE (2007).*

3.3. Sources et apports des hydrocarbures en mer.

Les principales sources des hydrocarbures en mer sont :

➤ Sources naturelles.

Représentent essentiellement, les apports autochtones (indépendants de toutes activités humaines) ont distingué les apports biogènes ou récents et fossiles (pétroliers) qui sont le résultat d'activités sismiques et volcaniques sous marines, et les apports continentaux d'hydrocarbures d'origine naturelle (végétaux, feu de forêts,...), véhiculés par les fleuves, les rivières, les lessivages ou par voie atmosphérique (*Sellali, 1996*).

Lacaze, (1980) estime les apports d'hydrocarbures d'origine naturelle en mer à 0.6×10^6 tonnes/an.

➤ Sources anthropogènes.

Caractérisés par les apports liés à l'activité humaine. Selon *Kennish (1997)*, le total des hydrocarbures pétroliers rejetés en mer suite à l'activité humaine est environ 2.115 millions de tonnes/an ; ce qui excède largement les apports naturels (0.25 millions de tonnes/an).

Les sources anthropogènes sont diverses :

❖ Apports chroniques

- Déversement de pétrole ;
- Activités industrielles (raffineries et industries pétrochimiques) ; et
- Exploitation des gisements de pétrole en offshore (*GESAMP, 1993*).

❖ Les rejets liés au trafic maritime.

- Opération des chargements ;
- Déchargement et déballastage des pétroliers ; et
- Vidanges des eaux de cales et nettoyage des soutes (*Kennish, 1997*).

⇒ Pollution des pétroliers (Slops).**➤ Ballastage.**

Une fois sa cargaison déchargée, un pétrolier doit " ballaster " c'est-à-dire remplir d'eau de mer ses cuves pour assurer la stabilité du navire lorsqu'il fait route. Le ballast représente en volume environ 1/5 du navire. Lorsqu'il se prépare de nouveau à charger, le pétrolier doit donc vider ses cuves de l'eau de mer qu'elles contiennent. Cette opération de " déballastage ", théoriquement prévu dans les installations portuaires prévues à cet effet, a lieu en réalité souvent en mer de façon illégale, à l'approche des ports.

Les pétroliers construits avant 1973 remplissent directement leurs réservoirs ayant contenu du pétrole, contaminant l'eau de mer par le pétrole. La convention *MARPOL (1973/78)* impose aux navires une citerne de ballast séparée *SBT (Segregated Ballast Tanks)* et exige aux Etats côtiers de fournir des installations de réception à terre afin d'y décharger le ballast contaminé et de le traiter avant de le rejeté en mer.

Ces installations, pour le cas de l'Algérie, ne sont pas en mesure de satisfaire la demande de déballastage des navires visitant les ports algériens. En outre l'absence d'une surveillance adéquate des eaux territoriales ne permet pas d'empêcher les déversements illicites par les navires de leurs eaux de ballast.

Tous les navires sont concernés par la production d'eaux sales de ballast.

➤ Lavage des citernes.

Après le déchargement de la cargaison, une certaine quantité de pétrole tapisse les parois des citernes, représentant environ 0,5% de la cargaison. En cas de cargaison de produits différents, le lavage à l'eau de mer a été remplacé début 1970 par le lavage au pétrole brut (COW) au pouvoir dissolvant nettement plus efficace.

La convention *MARPOL* a rendu le recours au COW (*Crude Oil Washing*) obligatoire pour tous les nouveaux transporteurs de pétrole brut de 20 000 tonnes (charge en lourd).

Ces rejets, comme les eaux de ballast, finissent leur cycle de vie...dans la mer.

Une autre pollution, produite par l'ensemble des navires civils, est beaucoup plus inquiétante parce qu'elle augmente d'année en année parallèlement à la croissance du trafic maritime (2,3% par an) : Ce sont les rejets illégaux de résidus pétroliers de type sludges, produites par le mécanisme de propulsion des navires.

⇒ **Pollution par tous types de navires civils (Sludges).**

Les pollutions dues aux vidanges des moteurs, aux huiles et résidus de fioul concerne en effet tous les types de navires : transport de cargaison (tankers, vraquiers, porte container...), transport de passagers (bateaux de croisières, ferry...) et bateaux de pêche.

Appelés " sludges ", ces déchets sont constitués de résidus de fioul et d'huiles de vidange.

➤ **Résidus de fioul.**

Compte tenu de l'utilisation d'un fioul brut de bas de gamme pour la propulsion du navire, seule une partie du fioul peut être consommée par les machineries lorsqu'un navire fait route. Avant d'être utilisé comme carburant, il doit donc être purifié par centrifugation. Cette opération génère des résidus (environ 5% du volume total de fioul embarqué) qui ne peuvent être brûlés et sont stockés dans les fonds de cales.

➤ **Huiles de vidange.**

Outre ces résidus de fioul, un navire consomme une importante quantité d'huiles de graissage, qui fuient des machineries et s'accumulent dans les fonds de cales des navires.

❖ **Les rejets d'eau chargée en hydrocarbures résiduels.**

- Issus des garages ;
- Stations d'essences ; et
- Aéroports... (*Bellan et Pérès, 1970 et Bertrand, 1997*).

3.4. Toxicité des hydrocarbures.

Dans la plupart des cas, les dégâts occasionnés sont temporaires et sont provoqués par les propriétés physiques de l'hydrocarbure (pollution physique et étouffement). Les propriétés chimiques de l'hydrocarbure ont un impact sur la vie marine par des effets de toxicité et de dégradation par rémanence (*CEDRE, 1999*).

La faune et la flore marine sont très sensibles aux effets toxiques du pétrole et ses dérivés.

Beaucoup d'espèces aquatiques absorbent les hydrocarbures aliphatiques et aromatiques dissous. Cette fraction est très soluble dans les lipides et elle est bioaccumulable par les poissons et les coquillages ce qui forme une véritable menace pour les ressources aquatiques.

Certains de ces composés s'accumulent aussi dans le sédiment ce qui forme une menace permanente pour les organismes benthiques même à long terme (*Kennish, 1997*).

La pénétration des hydrocarbures pétroliers dans les chaînes alimentaires marines est clairement démontrée par leurs teneurs importantes dans de nombreuses espèces aquatiques.

En milieu marin, le pétrole peut être absorbé directement par les organismes ou indirectement par l'intermédiaire d'une nourriture contaminée. Après ingestion il sera, selon le cas stocké, métabolisé ou excrété (*Lacaze, 1980*).

Parmi les hydrocarbures susceptibles d'être accumulés par les organismes, ce sont essentiellement les hydrocarbures aromatiques et leurs métabolites qui sont la cause principale des effets toxiques sur les espèces marines et les écosystèmes (*CEDRE, 1993*).

Le pétrole brut contient beaucoup de substances toxiques comme : le benzène, toluène, xylène et autres composés aromatiques à poids moléculaire légers, en plus des acides, phénols, composés sulfurés (sulfites, thiols,...) et HPA (hydrocarbures polyaromatiques, comme le 1,2-benzanthracène; le 3,4-benzo (a) pyrène; le 1,2-benzphenantène ; le fluorène et le phénantène). La toxicité décroît selon l'ordre suivant (*Kennish, 1997*) :

Aromatique > Oléfines > Naphtènes > Paraffines.

La toxicité est généralement plus importante pour les composés à grand poids moléculaire, cependant, les composés à faible poids moléculaire (C14-C24) ont un effet plus toxique à cause de leur grande solubilité et leur biodisponibilité (*GESAMP, 1993*).

4. Paramètres physico-chimiques de l'eau de mer.

4.1. Oxygène dissous.

L'oxygène dissous est un gaz important pour la vie marine, c'est l'un des gaz dissous les plus importants que renferme l'eau de mer sur le plan quantitatif. C'est un paramètre important du milieu marin car il gouverne la majorité des processus biologiques et chimiques des Ecosystèmes aquatiques.

Les teneurs en oxygène dissous dans l'eau de mer dépendent de trois facteurs :

- Les facteurs physiques : Température, échange air-mer, diffusion et mélange au sein de la masse d'eau.
- Les facteurs chimiques : Phénomène de photo-oxydation et des réactions d'oxydations chimiques.
- Les facteurs biologiques : Dont les processus ont généralement une influence prépondérante sur les concentrations en oxygène et qui sont la Photosynthèse et la respiration. Dans les eaux de surfaces, ses teneurs sont proches de la saturation, elles sont influencées par les échanges atmosphère – mer (*Lefebvre 1978*).

Ces concentrations augmentent avec l'activité photosynthétique, en revanche, elles sont faibles en profondeur, car l'oxygène est utilisé pour oxyder la matière organique (*Aminot, 1983*).

➤ Demande biochimique en oxygène (DBO₅).

La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène qu'une eau a besoin pour oxyder biologiquement la matière contenue dans cette eau par les micro-organismes aérobies.

Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matières organiques biodégradables d'une eau naturelle polluée ou d'une eau résiduaire, Il est utilisable ;

- ◆ soit pour quantifier la charge polluante organique de l'eau,
- ◆ soit pour évaluer l'impact d'un rejet sur le milieu naturel ;
- ◆ soit pour évaluer l'intensité du traitement nécessaire à l'épuration d'un rejet par un procédé biologique.

Cette mesure est très utilisée pour le suivi des rejets des stations d'épuration.

Elle est exprimée en mg de O₂ consommé (tableau ci dessous).

Tableau n°3 : Echelle de valeurs de DBO₅.

Situation	DBO ₅ (mg/l d'O ₂)
Eau naturelle pure et vive	< 1
Rivière légèrement polluée	1 < c < 3
Egout	100 < c < 400
Rejet station d'épuration efficace	20 < c < 40

➤ **Demande chimique en oxygène (DCO).**

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène (en milligramme) qu'un échantillon a besoin pour s'oxyder chimiquement. Le test est particulièrement utile pour l'appréciation du fonctionnement des stations de traitement.

La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leur proportions respectives, des possibilités de l'oxydation, Elle est moins représentative que la DBO de la décomposition des matières organiques qui a lieu dans le milieu naturel mais est rapide et contrairement à cette dernière possède une bonne reproductibilité.

4.2. Température.

La température est un paramètre important pour la connaissance des masses d'eau (Millot, 1987). En physique, la mesure de la température est indispensable pour accéder à la détermination du champ de densité et donc des courants (Millot, 1987).

Elle permet en plus l'étude du mélange des masses d'eau, en créant une thermocline saisonnière et une thermocline permanente.

La principale application physico-chimique est la détermination de la valeur de saturation des gaz dissous et en particulier de l'oxygène (la précision doit être $\pm 0.1^\circ \text{c}$) (Rodier, 1992).

La température doit être mesurée in situ, les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré.

4.3.Salinité.

Dans le pratique océanographique, la salinité à été déduite, jusqu'en 1961, de la chlorinité puis progressivement à partir de cette date, de nouvelles techniques furent développées permettant de déterminer la salinité à partir de mesures de conductivité, de température et de pression. Depuis 1978, l'échelle pratique de salinité définit la salinité en termes de rapport de conductivité. (Aminot, 1983).

La salinité pratique (symbole S) d'un échantillon d'eau de mer, est définie en fonction du rapport K de la conductivité électrique de cet échantillon à 15 ° C et à la pression atmosphérique normale, et de celle d'une solution de Chlorure de Potassium dans laquelle la fraction en masse de KCl est 0.0324356, à la même température et même pression.

Une valeur de K égale à 1 correspondant par définition à une salinité pratique égale à 35.

4.4.pH.

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité.

Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

Tableau n°4 : Classification des eaux d'après leur pH

pH < 5	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

4.5.Turbidité.

La turbidité permet de préciser les informations visuelles de l'eau de mer, elle traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, organismes microscopiques...). Elle est mesurée sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre.

4.6. Les sels nutritifs.

➤ L'azote ammoniacal.

Il est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac (NH_3) et l'ammonium (NH_4^+) dont les proportions relatives dépendent de $p\text{H}$, de la température et de la salinité. Dans les eaux marines et estuariennes, l'ammonium est très prédominant.

Il provient des excréments animales et de la décomposition bactérienne des composés organique azotés.

➤ Les nitrates (NO_3^-).

L'ion nitrate est une forme oxydée stable de l'azote en solution aqueuse. Il ne présente pas de faculté de complexation ou d'absorption.

Il entre dans le cycle de l'azote comme support principale de la croissance du phytoplancton.

➤ Les nitrites (NO_2^-).

Dans le cycle de l'azote. Les ions nitrites sont des intermédiaires entre l'azote ammoniacal et ions nitrates.

Les concentrations retrouvées dans les eaux naturelles, douces, saumâtre, marines vont de zéro à quelques ($\mu\text{mol/l}$) de nitrite.

➤ Les composés phosphorés (PO_4^{3-}).

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test de spectrophotométrie sont dits ortho phosphatés (PO_4^{3-}).

L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable, le phosphore organique. Chaque fraction (en solution ou en suspension) peut être séparée analytiquement en ortho phosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique.

4.7. Matières en suspension (MES).

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.

Cette pollution particulière est à l'origine de nombreux problèmes comme ceux liés au dépôt de matières, à leur capacité d'adsorption physico-chimique ou aux phénomènes de détérioration du matériel (bouchage, abrasion, etc.). Leur principal effet est de troubler l'eau, diminuant le rayonnement lumineux indispensable pour une bonne croissance des végétaux au fond des cours d'eau (la photosynthèse).

Introduction.

Le port d'Alger est l'un des plus importants ports de marchandise générale avec près de 10 Km de quais dont les profondeurs varient de 7 à 11 m, et qui assure environs 27 à 30% du trafic portuaire national en hydrocarbures après Skikda, Arzew (les deux spécialisés en hydrocarbures) et Béjaïa. (EPAL, 1999).

Les activités industrielles sur le port d'Alger notamment le bassin pétrolier, sont nombreuses et variées (centrale thermique, raffinerie) dont les rejets s'effectuent dans un milieu semi-fermé (pollution thermique). Les différentes pollutions sont retrouvées au niveau de la quasi-totalité des abords quais.

Des rejets s'effectuent directement dans le port essentiellement des eaux usées domestiques et industrielles. Trente sept quais dont les profondeurs varient entre 4m et 11m composent le port d'Alger. Les plus grandes profondeurs sont rencontrées aux môles El Jazaïr et Skikda (11m).

1. Position géographique et description du port.

Le port d'Alger véritable plate-forme de développement économique des échanges extérieurs n'a pas dérogé à son rôle d'instrument de régulation commerciale et de système d'évaluation de l'économie nationale. Le trafic marchandises diverses ayant transité au niveau de l'enceinte portuaire représente près de 34% des échanges commerciaux nationaux (Louchami, 2006).

Depuis 1996, le port d'Alger s'est attelé à promouvoir une nouvelle dynamique de fonctionnement de ses multiples activités; cette situation a largement contribué et engendré des résultats positifs et laisse entrevoir des perspectives encourageantes pour les années à venir.

Afin de faire muter le port d'Alger à un stade structurellement supérieur, un plan de développement et de modernisation s'étalant jusqu'à 2015 initiés par l'entreprise portuaire d'Alger est en cours de mise en œuvre. Les actions projetées concernent notamment :

- Un parc pour le trafic roulant en R + 4.
- L'aménagement d'une 2ème gare maritime.
- La réalisation d'un 2^{ème} terminal à conteneurs.
- La réalisation d'un 2^{ème} silo à céréales, l'équipement du 1^{er} terminal à conteneurs en portiques.
- L'acquisition d'engins navals de servitude.
- Un bâtiment d'exploitation équipé d'un info-centre.

Le port d'Alger est situé à l'Ouest de la baie d'Alger ayant comme coordonnées :

Longitude Est : 03°03'44'' et 03°04'60''.

Latitude Nord : 36°45'44'' et 36°47'43''.

➤ **Accès**

L'accès au port s'effectue par 2 entrées :

-*Passe Nord* : 176 m de largeur et 22 m de profondeur.

-*Passe Sud* : 240 m de largeur et 16 m de profondeur.

Les limites des passes du port sont signalées par des feux électriques.

➤ **Plan d'eau**

Le port d'Alger couvre un plan d'eau de 184 ha pouvant recevoir des navires ayant un tirant d'eau de 11m.

➤ **Bassins**

Le plan du port d'Alger se subdivise en trois principaux bassins, dont la répartition est la suivante :

- Bassin du "Vieux Port" 74 ha de plan d'eau avec -7 à -19 m de profondeur, dont 04 môles et 03 quais :
 - un môle de pêche ;
 - môles n°1 et 2 réservés au trafic de marchandises ;
 - môles de Guelma réservé au stockage du fuel et des navires ;
 - quai n°11 occupé par le trafic de passagers (gare maritime) ;
 - quai n° 12 capitainerie du port avec une station de remorquage ;
 - et quai n°13 destiné à la réparation navale à flot.

- Bassin de "l'Agha" 35 ha de plan d'eau avec -6 à -12 m de profondeur.

Il représente la partie centrale du port avec trois môles (n° 3, 4 et 5) destinés aux navires marchands avec des entrepôts couverts ou non couverts de quai.

- Bassin de "Mustapha" 75 ha de plan d'eau avec -7 à -15 m de profondeur.

Il possède deux môles (n°6 et 7) ainsi qu'un port pétrolier au quai n°37 et l'implantation d'importantes unités industrielles et aussi une intense activité portuaire.

- **Le môle 6** : de 1480m de quais dont la plupart sont affectés aux traitements des marchandises diverses et le quai 26 spécialisé dans le traitement des solides en vrac et le soutage des navires.
- **Le môle 7** : de 1556 m de quais et une profondeur de -8.5 à -10.5 m, il est affecté exclusivement au trafic spécialisé.

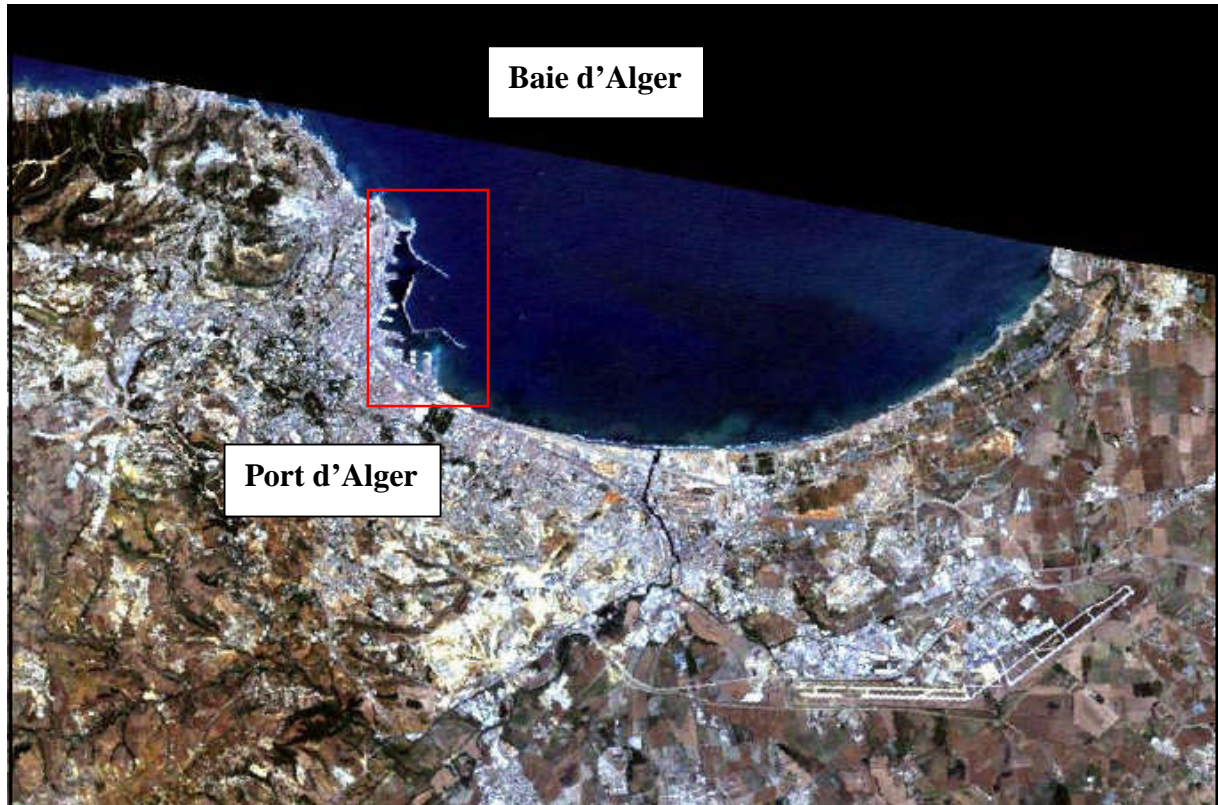
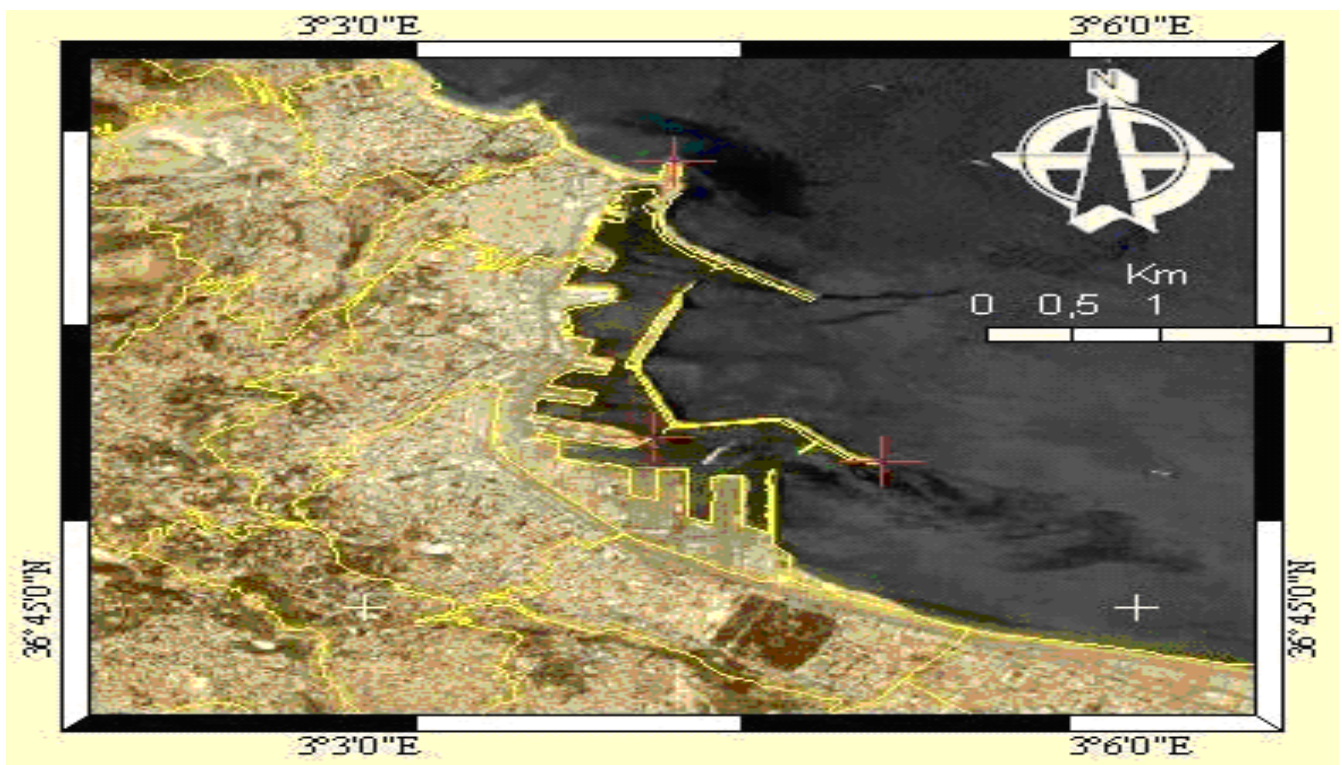
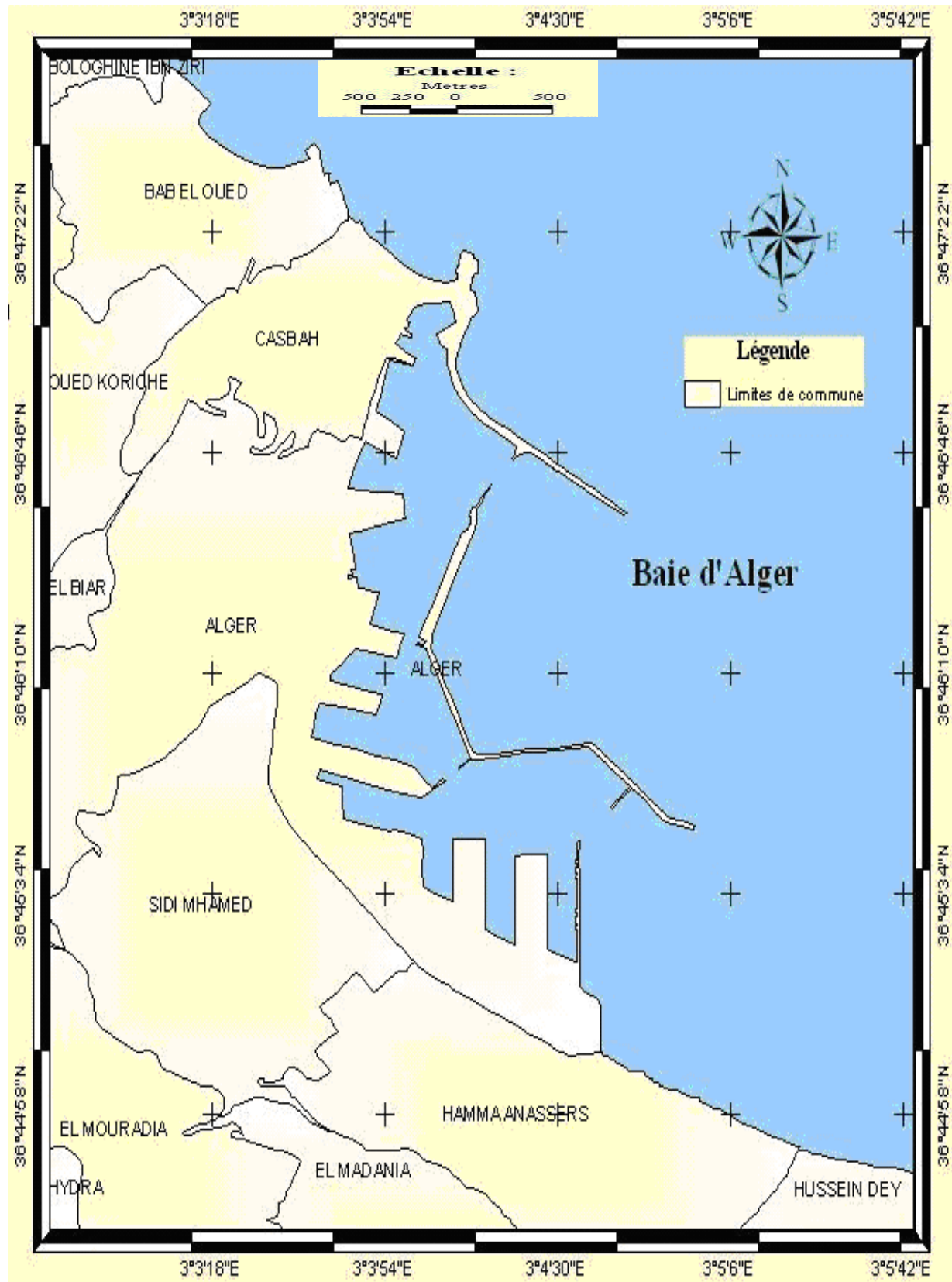


Figure n°2: Image satellitaire d'Alger. (Source: A Abdellaoui, SPOT 5 -20m).



Source : Carte réalisée à partir de la carte topographique de l'INCT (1/25000 ; 1987) et d'une image IKONOS avec ARCGIS 9.1 Nord Sahara 1959 UTM Zone 31N

Figure n°3: Port d'Alger.



Source : Carte réalisée à partir de la carte topographique de l'INCT (1/25000 ; 1987) et d'une image IKONOS avec ARCGIS 9.1 Nord Sahara 1959 UTM Zone 31N

Figure n°4: Position géographique.

➤ **Jetées et brise-lames**

Pour assurer sa protection contre les courants, les houles du large, le port d'Alger est doté de 04 jetées et d'un brise-lames répartis comme suit :

- Au Nord : jetée Kheir Eddine, d'une longueur totale de 1290m.
- A l'Est : jetée du Vieux Port et celle de l'Agha (1500m de longueur).
- Au sud-est : jetée Mustapha (1304m de longueur).
- Au Sud : Brise-lames Est d'une longueur de 1500m.

➤ **Signalisation Maritime**

Tableau n°05 : Signalisation maritime.

Phares de	Date de mise en service	portée	coordonnée	Rythmes des émissions
Cap Caxine	1905	200 miles	36°48'54" Nord 02°57'20" Est	toutes les 6 minutes
Tamentfoust	1896	30 miles	36°48'49" Nord 03°14'56" Est	toutes les 4 minutes
Alger	néant	20 miles	36°46'50" Nord 03°04'26" Est	néant

➤ **Données Physiques**

Les vents les plus dominants soufflent presque parallèlement au littoral. Les plus fréquents sont ceux de l'Ouest et du Nord-Est.

Tableau n° 06 : Les vents fréquents du secteur du port d'Alger. (SSMO in Belkessa, 2005)

Direction	Fréquence	Vitesse	Période de l'année	Remarque
Nord (N 360°)	12%	1 à 5 m/s	Période estivale (de mai à septembre)	Répartition constante. Arrivent sans modification au port
	*4%	6 à 10 m/s		
Nord-est (N 45°)	10%	1 à 5 m/s		
	*3.5%	6 à 10 m/s		
Sud-ouest (N225°)	14.5%	1 à 5 m/s	Période hivernale (d'octobre à avril)	- La classe des vents comprise entre 11 et 15 m/s est très rare.
	*2.2%	6 à 10 m/s		
Ouest (N 270°)	11.5%	1 à 5 m/s		
	*5.5%	6 à 10 m/s		

* : fréquence moyenne.

La houle est sous la dépendance directe des vents ; ainsi son régime suit celui des vents. Dans le littoral Algérois, les houles ont un régime saisonnier comme pour le reste de la marge algérienne (*Leclaire, 1972*). En hiver, les houles sont de direction W-NW (300 °) et en été elles sont de direction N-NE (20°-40).

Cinq directions de houles ont été retenues (O, NO, N, NE, E). Trois directions de houles dominant durant l'année (O, N-E et E) avec un pourcentage de 77% des houles annuelles dont 47.7% venant du secteur Est et Nord Est. Les deux secteurs de houles Nord Ouest et Nord ne représentent que 16%.

Il ressort deux périodes d'apparition des houles durant l'année, l'une de mai à septembre et l'autre d'octobre à avril.

Durant la première période, ce sont les houles de direction Est et Nord-Est qui dominent le plus (29,45%) et qui arrivent sans aucune modification.

Durant la deuxième période, ce sont plutôt les houles Ouest qui dominent (19.4%), mais n'atteignent que peu ou rarement le port d'Alger, car elles subissent la diffraction due au massif de Bouzaréah.

Tableau n° 07 : Directions et caractéristiques de la houle dans la baie d'Alger.
(SSMO in *Belkessa, 2005*)

Direction	Fréquence d'apparition annuelle (%)	Amplitude (m)	Période (s)			Longueur d'onde (m)
			min	moy	max	
Nord	8.5	> 3.25	6 à 7	8 à 9	13	130 à 150
Nord-est	18.3					
Ouest	25.1					

➤ Mouillage

Les navires mouillent en rade à des fonds de 25 à 30 m à l'Est de la jetée Est et au Nord de la jetée Mustapha ; on considère la rade comme foraine et de bonne tenue.

➤ Circulation des eaux dans le port :

L'étude des travaux de *REBZANI ZAHAF (1990)* à révélé l'existence d'une circulation des eaux dans le port d'Alger par les deux passes Nord et Sud.

Les eaux circulent dans les bassins du Nord au Sud et du Sud au Nord, la circulation est plus intense dans le vieux port contrairement aux deux autres bassins Mustapha et Agha. (*Louchami M, 2006*).

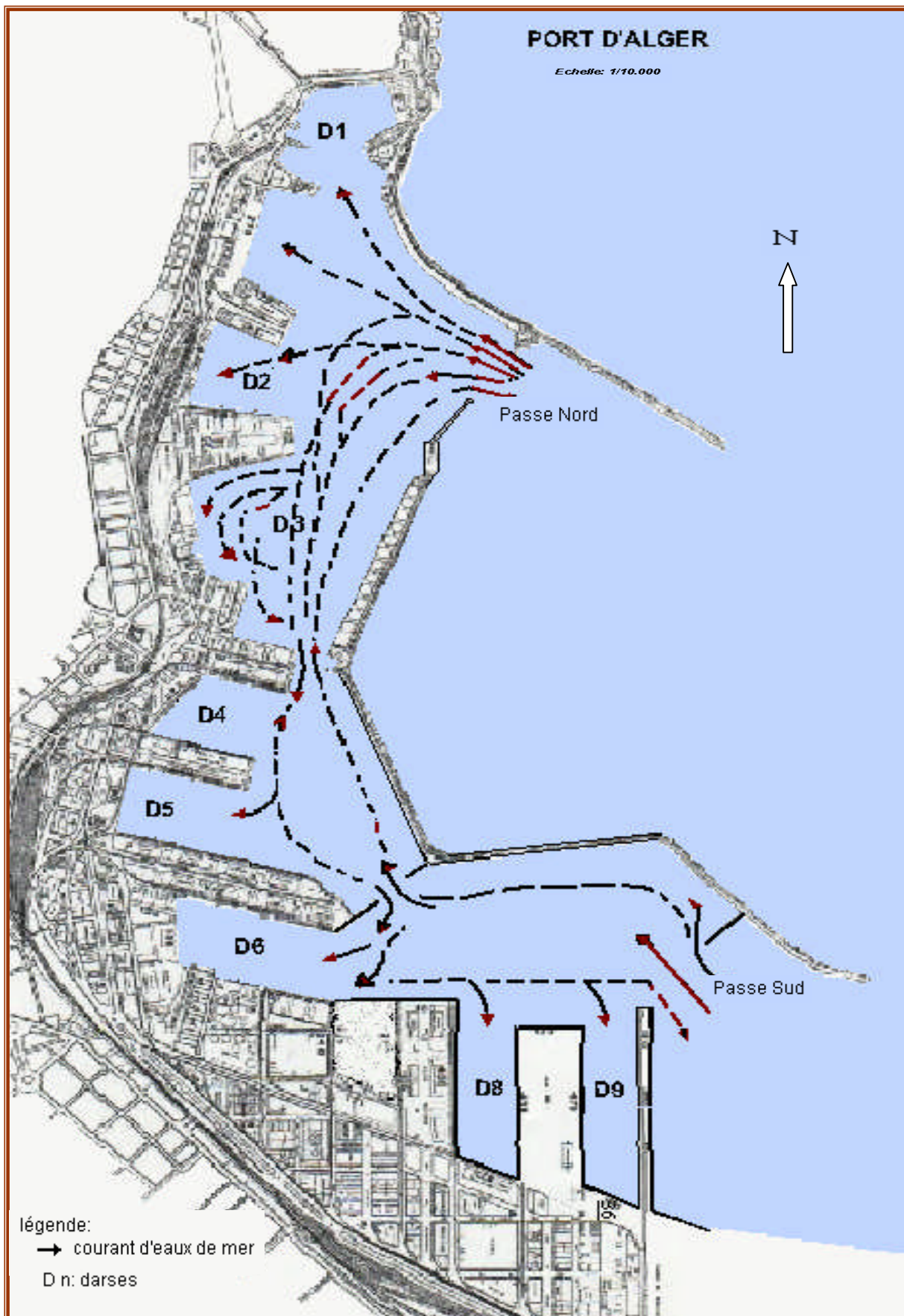


Figure n°05 : Circulation des eaux dans le port d'Alger (REBZANI-ZAHAF, 1990).

➤ **Infrastructures portuaires (EPAL) : (tableau n°08)**

	môle	Tirant d'eau (m)	Linéaire (m)	usage	magasins		
NORD	PORT DE PECHE	3.75	140	pêche	-		
		5.9	38		-		
		3.75	121		-		
		6	278		-		
ZONE	EL DJEFNA 1	6.5	174.5	Marchandises générales	-		
		9.6	137		-		
		6.8	185		-		
		8	131.5		-		
	EL DJEFNA 2	8	131	Marchandises générales	-		
		8.5	288		3682		
		10	125	Marchandises générales	5000		
		10			-		
		10			300	Passagers	-
		8			Passagers	-	
-	140	Capitainerie	-				
CENTRALE	OUED HAMIMINE 3		167		Marine nationale	-	
			175	-			
		7.3	124	-			
	GHARA DJEBILET 4	8.3	216	Réparation			
		7.3	221.5	Marchandises générales			
		7.3		Marchandises générales			
		7.3	276	Marchandises générales			
		7.3					
		6.3	110	Marchandises générales	-		
		8.6	300	Marchandises générales	1184		
	7.5			1005			
	ZONE	BOLOGHINE 5	6.15	190	Marchandises générales	-	
			9	556		4336	
			9			2928	
			7.3			2928	
		7.3		Marchandises générales	4336		
		9	145	Marchandises générales	-		
		6	145		-		
7.3		360	3113				
7.3			3108				
5.8			Marchandises générales	3108			
6.3		207	Marchandises générales	-			
6.3		398	Marchandises générales	-			
8.7	Grain+Marchandises pétroliers		-				
SUD	HADJAR 6	6.3	337	TC	-		
		6.3			-		
		9.3			304	Marchandises générales	2587
		9.3				Huiles+produits pétroliers	2036
	8	173	Divers+port pétrolier	2700			
	SKIKDA 7	6.2	435	TC+pondéraux	-		
		7.3		TC+Divers	-		
		7.3		pondéraux	-		
		10.3	171	Barrage+ pondéraux	-		
		9.5		Céréales+Huiles	-		
10.3				-			
8	170	TCS+Huiles	-				
6			-				
ZONE	Port pétrolier	10.3	610	Produits pétroliers	-		
	Jetée Mustapha		560	soutage			

Tableau n°09 : Les unités industrielles dans l'enceinte portuaire d'Alger.

Unité industrielle	Type de production
Centrale thermique	Production d'électricité
COGRAL filiale ENCG HRSA/UP5	Raffinage des huiles et fabrication de savon
COGRAL RSA/UP6	Production d'huiles et de savon
COGRAL UP1	Raffinerie, margarinerie
Raffinerie d'Alger NAFTAL	
Dépôt marine AVM	
Dépôt produits noirs 1B NAFTAL	
Dépôt de bitume NAFTAL	
ERENAV	
Unité Bitume ELIROWA	

Source : le PAC « zone côtière Algéroise », mars 2005.

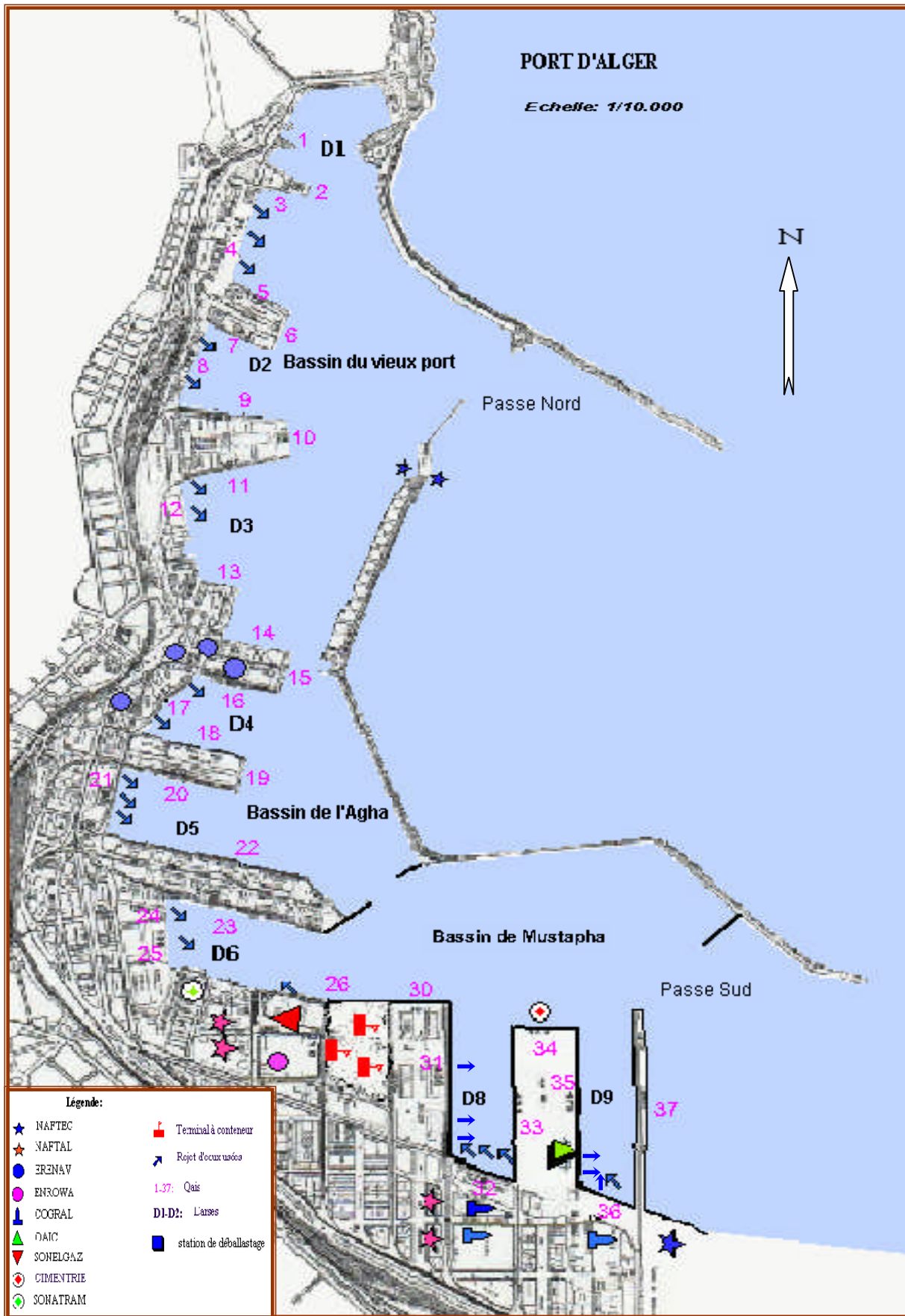


Figure n° 06 : Localisation des unités industrielles et rejets (port d'Alger).

Etat de la pollution du port d'Alger par les navires, cas du bassin pétrolier (darse 8 et 9).

2. Répartition du trafic maritime par types de navires sur le port d'Alger.

2.1. Evolution du trafic par type de navire.

D'une manière générale, le mouvement de la navigation enregistré durant le 4^{ème} trimestre 2007 une régression pour les navires commerciaux induite en particulier par la baisse des navires conventionnels, Général Cargo, ceci en comparaison à la même période de l'année 2006 (voir tableau n°10).

Néanmoins, il est observé une considérable augmentation des escales des navires de transport des conteneurs de l'ordre de 29.2%, passant de 113 navires au 4^{ème} trimestre 2006 à 146 navires au 4^{ème} trimestre 2007. Ils représentent à cet effet une part de 24.3% par rapport à l'ensemble des types de navires ayant opéré durant ce trimestre.

Aussi, les navires Car ferries ont enregistré au 4^{ème} trimestre 2007 une hausse de 28%, passant de 50 navires au 4^{ème} trimestre 2006 à 64 navires au même trimestre 2007.

Les navires RoRo affichent une augmentation de leur nombre d'entré au port d'Alger avec un écart de 1.89%, allant de 159 à 162 navires pour même comparaison.

Comparés au 4^{ème} trimestre 2006, les navires pétroliers et bitumiers ont également réalisé durant le 4^{ème} trimestre 2007 une légère hausse, respectivement de 5 et 12.5%, correspondant à une variation de +2 navires.

Néanmoins, les navires général Cargo, les Céréaliers et les Butaniers ont accusé au cours du 4^{ème} trimestre 2007, des baisses de leur nombre des escales avec des écarts respectifs de 33.96%, 21.43 et 5.56% et ce, en comparaison aux réalisations du 4^{ème} trimestre 2006.

2.2. Taille des navires (TJB).

Le tonnage global de jauge brute (TJB) des navires opérants en entrée est passé de 6.270.000 tonneaux au 4^{ème} trimestre 2006 à 6.791.000 tonneaux au 4^{ème} trimestre 2007, faisant ressortir une augmentation de 8.30%.

Cette variation positive est due à la hausse du trafic en entrée de certains types de navires d'une part et l'augmentation de la taille moyenne de la majorité des types de navires d'autre part.

Tableau n°10 : La répartition du trafic maritime par type de navires opérants.

Unité T.J.B=1000 tonnes

Type de navire	Réalisation trimestre 4		Réalisation trimestre 4		Ecart 06/07 navire	Ecart 06/07 T.J.B
	2006		2007			
	Nombre	T.J.B (1000 tx)	Nombre	T.J.B (1000 tx)		
CARGOS	212	940	140	661	-33..96%	-29.66%
RO/RO	159	2112	162	2199	1.89%	4.14%
C/FERRIES	50	1252	64	1580	28.00%	26.18%
PETROLIERS	40	728	42	775	5.0%	6.41%
GAZIERS	18	158	17	149	-5.56%	-5.41%
CEREALIERES	14	200	11	196	-21.43%	-2.04%
P/CONTENEURS	113	812	146	1135	29.2%	39.78%
HUILIERS			1	12		
BITUMIERS	16	65	18	84	12.5%	28.62%
TANKERS (ALCOOL)	1	3				
TOTAL	623	6270	601	6791	-3.53%	8.30%

Source : EPAL, 2007.

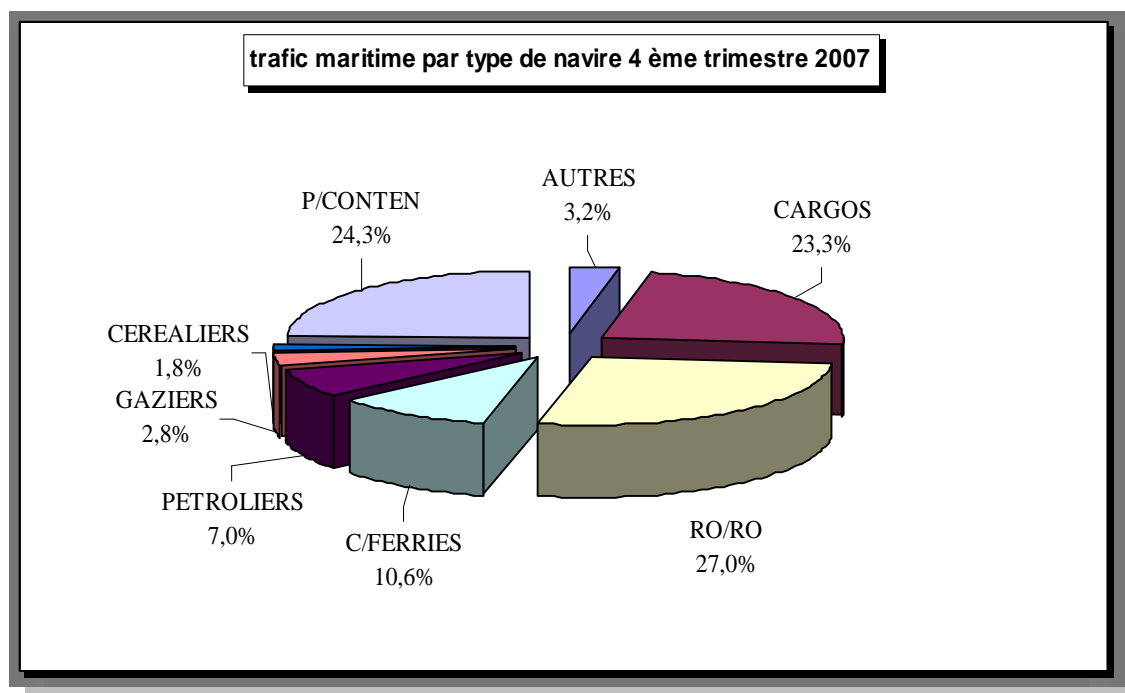


Figure n°07 : Trafic maritime par type de navire 4^{ème} trimestre 2007. (Source : EPAL, 2007).

3. Analyse du trafic par types de produits.

Le port d'Alger demeure leader des ports nationaux de par le volume des marchandises réceptionnées au niveau des ports algériens durant l'année 2007.

L'analyse de l'évolution du trafic marchandises enregistré au cours du 4^{ème} trimestre 2007 par rapport à la réalisation du 4^{ème} trimestre 2006, fait ressortir la hausse de trafic des catégories de marchandises suivantes :

3.1. Produits agricoles.

Au 4^{ème} trimestre 2007, les produits agricoles ont enregistré une hausse de 4% par rapport au même trimestre 2006. Ils sont constitués particulièrement de céréales et passe ainsi de 413.344 tonnes en 2006 à 429.722 tonnes en 2007.

3.2. Produits divers.

Les produits divers constitués essentiellement de conteneurs et de véhicules ont connu durant le 4^{ème} trimestre 2007 une hausse appréciable de 15.10% par rapport au même trimestre 2006 ; ils sont passés de 1.020.043 tonnes à 1.174.088 tonnes de marchandises.

Il est à noter que durant le 4^{ème} trimestre 2007, le tonnage brut des conteneurs a augmenté de 18.06% et les roulants de 9.14%, comparativement aux réalisations de la même période de l'année 2006.

3.3. Produits pétroliers.

Ils présentent également durant le 4^{ème} trimestre 2007 une importante hausse de 17.70% comparativement au 4^{ème} trimestre 2006, ils passent ainsi de 891.686 tonnes à 1.049.545 tonnes (*EPAL, 2007*).

Par ailleurs, et pour la même comparaison, les autres catégories de produits traités au port d'Alger, ont accusé des baisses. Il s'agit des produits métallurgiques (-34.94%), les matériaux de construction (-78.38%) et dans une moindre part, les produits chimiques (-35.2%).

Assuré par NAFTAL, l'avitaillement des navires en carburant se fait au moyen de deux barges de 1100 tonnes et à un débit horaire de 200 /300 m³ pendant ces opérations commerciales évitant toute attente aux navires. Des bouches de soulage existent également aux quais 26 et 30 d'un débit horaire de 100/200 m³.

4. Trafic des passagers.

Le trafic des passagers au port d'Alger, a connu au cours du 4^{ème} trimestre 2007 une diminution de 21.74% par rapport au 4^{ème} trimestre 2006, passant de 74.787 à 58.526 passagers.

La structure de trafic passager au cours du 4^{ème} trimestre 2007, affiche un nombre de 32.066 passagers à l'entrée et 26.460 passagers à la sortie, soit des proportions respectives de 55 et 45%.

5. Installations de réception portuaires des déchets liquides existantes.

4.1. Station de déballastage.

➤ Présentation.

La station de déballastage est la seule installation de réception portuaire existée dans le port d'Alger, elle est sous la gestion de *NAFTEC*, la filiale de raffinage de *SONATRACH*, implantée à Baraki. Actuellement, elle n'est pas opérationnelle, en arrêt suite à un accident.

Elle est adéquate de point de vue capacité selon le comité de suivi de projet *MEDA* « projet d'assistance technique sur les installations de réception portuaire pour la collecte des ordures, des eaux de cale et des déchets contenant des hydrocarbures » géré par le *REMPEC*.

Elle comprend : (*Société de la raffinerie d'Alger (port pétrolier-quai de Lorient)*)

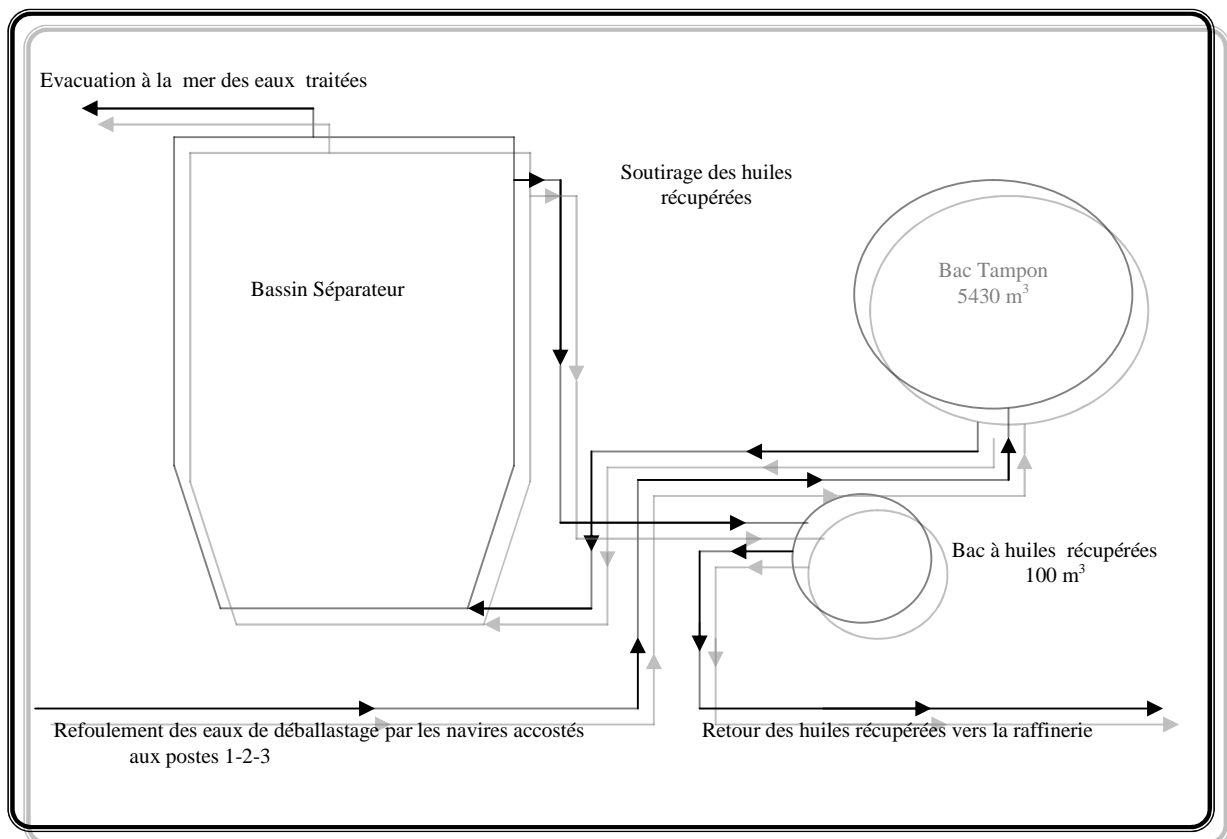
- Un réservoir métallique sans toit de 5450 m³ recevant par un pipe de I4 les produits de déballastage des navires.
- Un bassin séparateur d'une capacité de 500 m³/h recevant les produits pré-décantés du réservoir désigné ci-dessus.
- A la sortie du bassin séparateur les produits écrémés sont envoyés à l'aide d'une pompe vers un réservoir des huiles récupérées et les eaux traitées sont rejetées à la mer par gravité.
- Un réservoir d'huiles récupérées avec toit de 100 m³, qui reçoit les huiles sales en provenance du bassin séparateur.
- Une pompe et un pipe de 6" permettant le retour en raffinerie des huiles récupérées.

➤ **Utilités.**

1. Télécommunications. A chaque appontement : un poste téléphonique placé sous abri situé sur la pile centrale relie le poste d'accostage à la station de déballastage (bureaux des installations du port pétrolier) et à la raffinerie. Les liaisons téléphoniques avec l'extérieur sont assurées par un poste téléphonique placé sur les navires et relié au standard du poste de garde de la station de déballastage.

2. Soutes en hydrocarbures. Le soutage est effectué par barges, mise en couple coté large des navires. Cependant il est rappelé que conformément au règlement pour le transport et la manutention dans les ports maritimes l'accostage en couple et le soutage bord à bord est interdit pendant les opérations de chargements.

3. Soutes en eau douce. A chaque poste : un réseau de distribution est prévu avec deux prises de 4" (une sur chaque pile latérale) ce réseau peut assurer un débit de 25 m³/h environ.



Source : Société de la raffinerie d'Alger (port pétrolier-quai de Lorient)

Figure n°08 : Station de déballastage du port d'Alger (schéma de principe).

Actuellement et après l'incendie du 21/01/2006, la station de déballastage est inopérante ce qui amplifie le risque de la pollution dite opérationnelle.

Le non fonctionnement de la station de déballastage favorise les contaminations de tous genres, particulièrement la pollution par les hydrocarbures.

Dans ce cas, les eaux de nettoyage des soutes, de vidange et de déballastage sont directement rejetées dans cette région.

La variation des concentrations en hydrocarbures serait aussi dépendante de la circulation des embarcations et des remorqueurs à l'intérieur du port.

Les eaux de déballastage, suivant la taille des pétroliers représentent de 25% à 33% de la capacité utile. (*Berne F et Cordonnier J in HOUMA F, 2005*).

Le port d'Alger est exposé à divers types de pollution qui sont regroupés en pollution tellurique d'origine terrestre et pollution générée par les navires par leurs activités ordinaires ou accidentellement.

1. Pollution tellurique.

Le port d'Alger notamment le bassin pétrolier (darse 8 et 9) -sujet de ce travail- est exposé également en plus des rejets générés par les navires à des multiples rejets urbains et industriels parmi les plus importants (sortie du 15 juin 2008):

- Un rejet d'eaux usées au niveau du quai 24 contaminées par des lubrifiants et des huiles échappés lors des opérations de maintenance mécanique (lavage, graissage) dans les garages de l'unité des pompiers adjacente.
- Emissaire pour les déchets NAFTAL et SONALGAZ au quai 26 (rejet des eaux chaudes provenant du central électrique « après le refroidissement »).
- Rejet de déchets d'hydrocarbures et l'usine huilière et la savonnerie ENCGUPS au niveau du quai 32.
- Rejets pour les déchets COGRAL avec une grande teneur en matière organique et en huiles au niveau du quai 35 et quai 36 dans la darse n°9, ce qui donne au bassin une couleur jaunâtre « eau turbide » et une couche superficielle très mince reflet des rayons brillants argentés, la pénétration de la lumière dans l'eau est très limitée, elle est d'une dizaine de centimètres ce qui risque d'apparié un phénomène d'eutrophisation ou des eaux colorées dans le future. (voir photos annexées).

Le reste des exutoires rejettent surtout les eaux usées d'origine urbaines (ville d'Alger et infrastructures portuaires).

La présence de tous ces rejets au niveau des bassins contribuera certainement à une très grande part du phénomène de pollution d'autant plus que le port est une zone semi fermée, ce qui empêche la dispersion des polluants.

2. Rupture accidentelle dans le réseau terrestre d'hydrocarbures.

2.1. Détection de la pollution.

La détection de la pollution se fait généralement grâce à un témoin de l'accident qui constate les dommages causés, dans l'accident du 16 avril 2008, le témoin est un des officiers du port qui a remarqué une odeur particulière, une couche noire et visqueuse est en suspension. Il a alors tenu de donner l'alerte en contactant la capitainerie, qui à son tour fait appel aux gardes côte et d'autres corps compétents.

Il s'agit d'importantes quantités de fioul lourd se déversent depuis plusieurs jours au niveau du port d'Alger. Exactement dans la darse n°8 où s'implantent des divers unités industrielles (*NAFTEC*, la filiale de raffinage de *SONATRACH*).

Ce déversement de fioul lourd la source réelle de cette pollution n'a pas été reconnue qu'après quelques jours.

Le débit a pris des proportions importantes lors d'une opération de chargement d'un pétrolier menée par l'entreprise *NAFTAL*.

C'est en tout cas ce que nous ont affirmé les responsables du port d'Alger. Il semblerait qu'une conduite souterraine de cette entreprise se soit brisée laissant échapper le liquide dans la mer à partir d'un rejet d'eaux d'assainissement de la ville d'Alger situé au quai 31, une zone réservée aux chargements des hydrocarbures.

2.2. Plan d'urgence mis en œuvre.

Les gardes-côtes ont installé une cellule de crise dans les 24 heures qui ont suivi.

Les équipes anti-pollution de *NAFTAL* des ports de Skikda, de Béjaïa et d'Arzew ont été appelées en renfort pour tenter de confiner les nappes d'hydrocarbures.

Ces équipes ont suivi des étapes d'intervention comme suite :

- La fermeture des vannes d'alimentation.
- L'installation d'un système de barrages flottants pour confiner les nappes d'hydrocarbures tout en procédant à l'écumage de la matière grâce à un produit dispersant biodégradable.
- La récupération du polluant à l'aide de camions citernes de pompage.
- L'introduction de ce mélange polluant dans la raffinerie pour les travaux de séparation et la récupération de ses composés.

Plusieurs difficultés ont bloqué cette intervention par exemple, l'existence des macro déchets englués dans la nappe de fioul lourd.

Le bassin recueille les déchets qui y sont convoyés par les cours d'eau, fossés pluviaux voire égouts, poussés par le vent ou directement jetés à partir des quais ou navires.

Qui ont bouché les pompes utilisées pour la récupération de fioul ça ce qui créé un grand problème pour les équipes d'intervention.

Les responsables de *NAFTAL* ont indiqué à propos de l'origine de la fuite d'hydrocarbures : « Pour l'instant, nous avons des pistes, nous sommes en train d'y travailler, car il y a plusieurs canalisations. » Nous avons pris les devants en mettant des gens en

permanence (24h/24). La recherche s'effectue par sondage grâce aux moyens d'analyse de deux entreprises du secteur. Il faut savoir que sur le lieu de la fuite, il y a plusieurs canalisations qui appartiennent à plusieurs entreprises et ces canalisations sont disposées dans des caniveaux.

Les travaux de dérobage des caniveaux des canalisations ont montré qu'une fuite dans les pipes lignes de bitume a rempli complètement le caniveau qui a ensuite contaminé le caniveau de fioul adjacent, le mélange a traversé ce dernier vers le réseau d'assainissement avec les collecteurs des eaux usées, puis vers le bassin.

2.3. Risques de cette pollution sur le milieu marin.

La situation est des plus critiques puisque, malgré les moyens de lutte qui ont été déployés, la nappe pourrait se diriger vers la zone de captage de la centrale de dessalement d'El Hamma. En effet, le collecteur d'eau de mer se situe à près de 800 mètres du quai 31. Les vents dominants pourraient accélérer le déplacement vers cette zone. Cette catastrophe écologique pose la problématique de l'installation de cette unité dans une zone à risques.

L'écosystème portuaire est déjà perturbé. Il y a une vie dans la colonne d'eau, donc le phytoplancton et le zooplancton sont forcément affectés. Or il s'agit du premier maillon de la chaîne trophique, ce qui perturbe donc les autres espèces (*El Watan, 2008*).

2.4. Situation actuelle.

Une sortie a été effectuée au port d'Alger, le 15 juin 2008 exactement à la darse n°8 et la darse n°9, destinées aux opérations de chargement et de déchargement des hydrocarbures.

On a observé sur le site du dernier accident (voir photos annexées).

- L'existence d'une nappe d'hydrocarbures d'une dizaine de mètres carrés dans le quai 32 et 31, provenant du même rejet des eaux d'assainissement et collecteurs d'eaux usées implantés dans le quai.
- La nappe de fioul lourd contient des macro déchets d'origine d'activité portuaire.
- Les quais présentent des taches sous forme d'une bande continue au niveau de leurs sous face, parfois en fonction du marnage et du moment de la marée.
- La protection du plan d'eau sous le quai doit alors être réalisée par barrages ou absorbants disposés en avant du quai pour éviter la propagation d'un polluant dans cette zone, ce qui n'est réalisé pas lors des premières interventions des équipes de **NAFTAL**

contre cette pollution car le nettoyage des sous faces d'un quai est une opération lourde et délicate (nécessitant plongeurs, pontons et équipements spécialisés...).

- Des caniveaux dérochés pleins de bitume et de mélange polluant.
- Des vieilles canalisations de bitume et de fioul enlevées et mises à proximité du quai.

Selon la visite du 15 juin 2008 et le témoignage des officiers du port d'Alger, on constate que :

- Le déversement du fioul lourd n'a pas cessé complètement jusqu'à maintenant mais il est diminué par rapport au début.
- Les déversements d'hydrocarbures sont mal maîtrisés, au contraire des déclarations de certains responsables publiées dans la presse.
- Un comportement de négligence des représentants de la direction du port et du pollueur qui n'ont pas réagi en temps opportun et n'ont pas mobilisé tous les moyens existants.

2.5. Mesures prises actuellement.

Tableau n°11 : Comparaison entre Les plans d'actions les plus fiables et les plus efficaces principalement utilisés par les grands centres de recherche et les actions de l'intervention dans le port d'Alger.

1/Actions principales	2/Actions secondaires conjointes	3/Actions complémentaires et commentaires	Les actions réalisées lors de l'intervention dans le port d'Alger		
			1	2	3
Alerte par le pollueur ou par un témoin, ou constatation/ observation d'un déversement	Fermeture, obturation, coupure à la source aussitôt que possible	<ul style="list-style-type: none"> Début d'enregistrement des éléments d'information. Déclenchement du plan d'intervention s'il existe. 	+	-	
Constatation / observation De la pollution sur le sol ou sur le plan d'eau	<ul style="list-style-type: none"> Identification précise du polluant. Evaluation des risques et de l'évolution possible de la situation. Transmission de l'alerte aux autorités et aux intervenants. Quantification en volume / en surface. 	<ul style="list-style-type: none"> Recherche et mise en demeure du pollueur, s'il est identifié. Recueil d'échantillons, de preuves, photos, etc. Etablissement d'un procès verbal (par l'officier de police judiciaire) ou d'une contravention de grande voirie 	+	+ - + +	-
Détermination / recherche de l'origine / de la cause / de la source	Délimitation et mise en sécurité de la zone à terre ou sur le plan d'eau	<ul style="list-style-type: none"> Mise en demeure du pollueur pour arrêt de la pollution ou pour intervention. 	+	+	
Limitation ou arrêt de l'écoulement vers le plan d'eau.	<ul style="list-style-type: none"> Actions de lutte à terre : Protection, endiguement, pompage, absorption, collecte, stockage, nettoyage, traitement des déchets. 	<ul style="list-style-type: none"> Intervention a priori des sapeurs-pompiers, mais éventuellement du pollueur ou d'une entreprise sollicitée par ses soins ou par une autorité en charge des opérations. 	+	-	
Limitation ou arrêt de l'étalement sur le plan d'eau.	Actions de lutte sur le plan d'eau : Protection, confinement, chalutage, absorption, voire dispersion naturelle.	<ul style="list-style-type: none"> Intervention a priori des sapeurs-pompiers ou d'une entreprise spécialisée. 	+		
Récupération à partir du plan d'eau.	<ul style="list-style-type: none"> Stockage et traitement des déchets. 	<ul style="list-style-type: none"> Intervention probable d'une entreprise spécialisée ou des services techniques du port. 	+	+	
Stockage / transfert du polluant pour retraitement ultérieur.	<ul style="list-style-type: none"> Nettoyage des infrastructures polluées. Traitement des sols touchés. 	<ul style="list-style-type: none"> Préparation du dossier contentieux, évaluation des coûts d'intervention et des dommages pour transmission au pollueur ou à son assureur. 	+	-	
Remise en état du site.			-		
Fin de l'intervention.					
Documentation et retour d'expérience.					

3. Pollution générée par les navires.

Au terme du projet *MEDA* « projet d'assistance technique sur les installations de réception portuaire pour la collecte des ordures, des eaux de cale et des déchets contenant des hydrocarbures » géré par le *REMPEC*. Une enquête a été faite par le comité sert à estimer le volume des courants du rejet, les valeurs sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau n°12 : Estimation des résidus d'hydrocarbures et des résidus que peuvent être reçus au port.

Résidus d'hydrocarbures	Ballast sale	Lavage des citernes	Eau de cale pétrolière	Résidus pétroliers (boue) et autres résidus d'hydrocarbures.
Volume journalier réduit (m3/jour)	-	-	10.6	8.3
Volume annuel moyen (m3/année)	-	-	3.888	3.042
Volume maximum reçu par navire/arrivée (m3)	-	-	18.0	15.5

Source : *REMPEC*, octobre 2003.

Tableau n°13 : Estimations des ordures que peuvent être reçus au port.

Ordures	Ordures domestiques	Rejet d'entretien	Rejet associé au cargo (tonnes)	Volume total d'ordures
Volume réduit hebdomadaire (m3/semaine)	16.8	8.2	3.1	28.1
Volume moyen annuel (m3/année)	876.2	428.3	163.2	1467,7
Volume maximum par navire/arrivée (m3) (seulement domestiques et d'entretien)				3.5

Source : *REMPEC*, octobre 2003.

Les valeurs du volume moyen annuel des déchets montrent une hausse considérable dans un intervalle de temps très petit, cette augmentation du volume moyen annuel est due au développement du trafic portuaire, des marchandises, des passagers et des hydrocarbures, d'une part et la hausse du nombre et type de navires opérant dans le port d'Alger d'autre part.

Ces valeurs montrent que nous sommes en face d'une situation critique menaçant notre environnement et notre santé publique et vie socio économique.

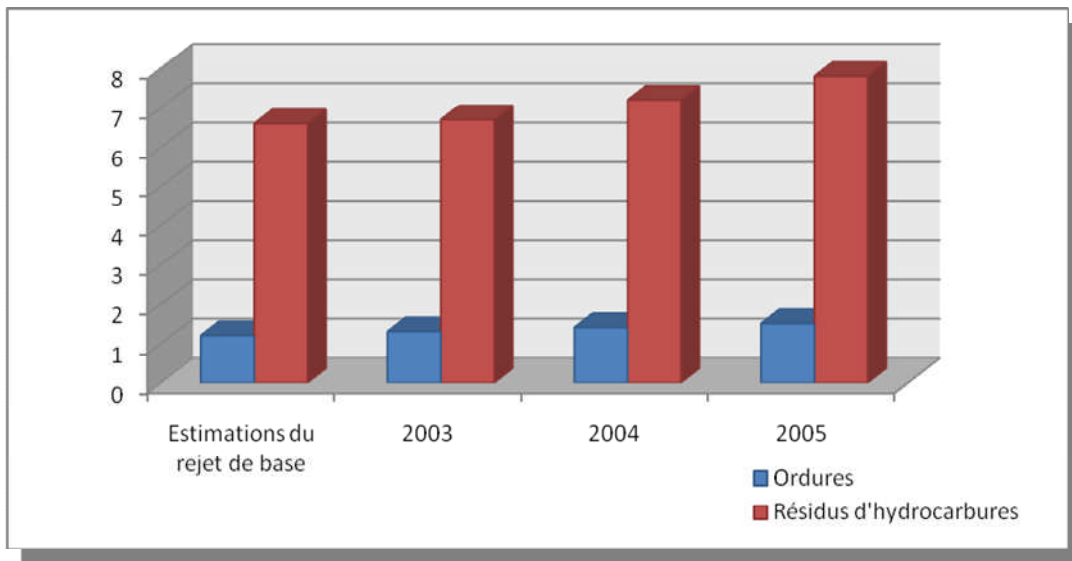


Figure n° 09 : Projection des courants des rejets reçus au port d'Alger, (REMPEC, 2003).

Les autorités du port sont en charge du service de collecte d'ordures au port à l'aide des entrepreneurs autorisés qui rassemblent des ordures, sur demande, à un coût séparé aux droits portuaires initiaux. Les moyens prévus pour la collecte d'ordures sont 20 récipients d'une capacité totale de 120 m³. Les ordures rassemblées sont éliminées à un site de décharge contrôlé publique situé à 12 km du port. Les ordures rassemblées sont de type domestique, pas hasardeux et ne demandent pas de manipulations et de précautions spéciales. Le dépôt sûr des ordures en combinaison avec la proximité du secteur final de disposition et la capacité suffisante de réception et de vidange assure que le service entier et conforme aux besoins des navires, (REMPEC, octobre 2003).

Les établissements d'installations de collecte et de traitement sur terre des résidus des hydrocarbures au port d'Alger, dont le débit de traitement est présenté ci-dessous, et recommandé pour deux raisons : (REMPEC, octobre 2003).

- Le volume estimé de plus de 7000 m³ de résidus d'hydrocarbures qui peuvent être livrés annuellement en combinaison avec le volume journalier d'environ 20 m³ excèdent le seuil qui détermine d'habitude la faisabilité de l'installation d'un système de collecte et de traitement au port qui pourrait être rentable et techniquement sain.

Les moyens de collecte devraient certainement incorporer au moins, deux camions citernes séparés de moyens ou un chaland ou une combinaison d'eux.

- L'existence du service comme application de quais ou dans la proximité du port assurerait que les mélanges pétroliers d'eau sont traités efficacement à un certain niveau, de sorte que du pétrole récupéré du processus puisse, alternativement, être facilement éliminé à la raffinerie voisine opérée par NAFTEC.

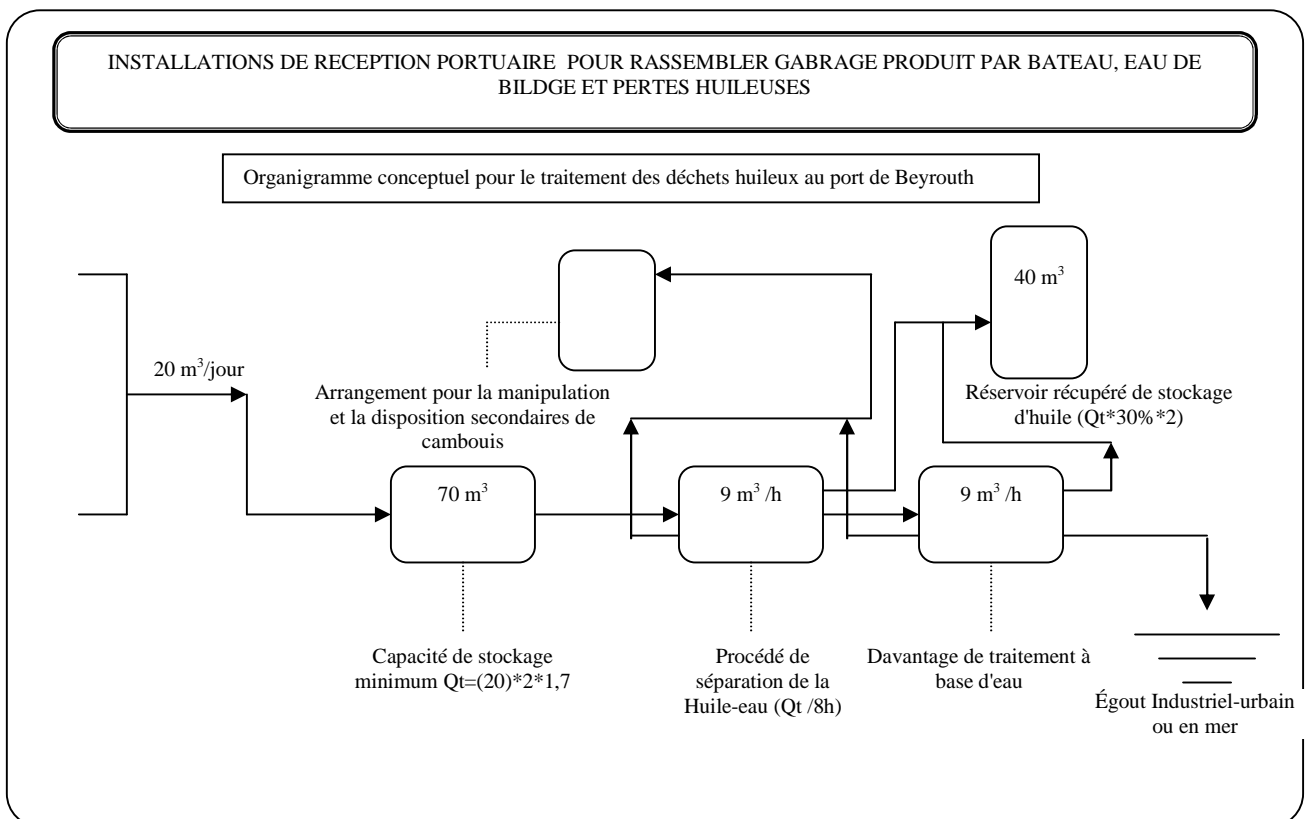


Figure n°10 : L'installation de collecte et de traitement sur terre des résidus des hydrocarbures recommandée pour le port d'Alger, (REMPEC, octobre 2003).

CHAPITRE IV : Cadre réglementaire et législatif régissant la pollution des ports.

Le cadre réglementaire régissant la problématique des pollutions des ports et constitué de la législation nationale et règlements internationaux.

I. LEGISLATION NATIONALE.

Les ports algériens, notamment le port d'Alger comporte des installations industrielles de différentes catégories et un nombre de navires circulant à travers les mers, fréquentant ce port, l'accroissement de leurs tonnages et la nature des cargaisons transportées modifient beaucoup l'importance des dangers à la navigation créés par les navires et les risques de pollutions liés à leurs cargaisons.

De ce fait, la pollution des ports est concernée tant par les instruments juridiques relatifs à la pollution marine, que par les instruments régissant la sécurité de la navigation.

1. Loi n° 03 10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

Cette loi à pour objectif essentiel de promouvoir un environnement écologiquement sain et équilibré. Dans ses dispositions, cette loi insiste en particulier sur les mesures de protection de la mer et vise notamment à prévenir toute forme de pollution y compris celles mettant en cause les produits chimiques et les hydrocarbures ainsi elle souligne dans son article 56 que « *dans le cas d'avaries ou d'accidents dans les eaux sous juridiction algérienne survenus à tout navire, aéronef; engin, ou plate-forme transportant ou ayant à son bord des substances nocives, dangereuses ou des hydrocarbures, et pouvant créer des dangers graves et imminents susceptibles de porter atteinte au littoral ou aux intérêts connexes, le propriétaire, du dit navire, aéronef, engin ou plate-forme est mis en demeure de prendre toutes les mesures nécessaires pour mettre fin à ces dangers.*

Dans le cas où cette mise en demeure reste sans effet où n'a pas les effets attendus dans le délai imparti ou, en cas d'urgence, l'autorité compétente fait exécuter les mesures nécessaires aux frais du propriétaire ».

Cet article est fondé sur les principes de prévention, de précaution et de pollueur-payeur qui constituent les principes fondamentaux de cette loi.

2. Loi n° 02-02 du 5 février 2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral.

Cette loi est le premier jalon de la stratégie nationale de protection du littoral et de valorisation de ses ressources. Elle constitue l'instrument privilégié de sa mise en oeuvre. C'est dans cette stratégie que s'inscrit le PAC (Plan d'Aménagement Côtier) en tant que projet pilote devant être dupliqué à travers tout le littoral algérien, objectif déjà entamé à travers les plans d'aménagement côtier lancés, sur le modèle du PAC, par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement depuis 2003.

Il s'appuie également sur les principes généraux de développement durable et de gestion intégrée des zones côtières et a conduit récemment à la création d'un établissement public administratif spécialisé, le *Commissariat National du littoral* dont le décret, paru en *avril 2004*, précise ses missions :

- ❖ veiller à la préservation et la valorisation du littoral, des zones côtières et des écosystèmes qu'ils abritent ;
- ❖ mettre en oeuvre les mesures de protection du littoral et des zones côtières qui lui sont conférées par la réglementation en vigueur ;
- ❖ fournir aux collectivités locales toute assistance se rapportant à ses domaines d'intervention ;
- ❖ maintenir, restaurer et réhabiliter les espaces terrestres et marins remarquables ou nécessaires au maintien des équilibres naturels en vue de leur conservation ;
- ❖ promouvoir des programmes de sensibilisation et d'information du public sur la conservation et l'utilisation durable des espaces littoraux ainsi que de leur diversité biologique.

3. Décret présidentiel n° 95-290 du 30 septembre 1995, portant création d'un centre nationale et des centres régionaux des opérations de surveillance et de sauvetage en mer.

Ce décret institue des organes de surveillance et de sauvetage en mer chargés, notamment de la surveillance de trafic maritime, de la lutte contre toutes formes de pollution marine et de la surveillance des pêches maritimes, placés sous l'autorité des Gardes Côtes, ces centres dirigent, dans le cadre de TELBAHR, les opérations de lutte contre les déversements des hydrocarbures en mer.

4. Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

Ce décret a pour objet de définir les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels, il consacre trois sections comportant 14 articles :

Au sens de présent décret on entend de rejet d'effluents liquides industriels *tout déversement, écoulement, jet et dépôt d'un liquide direct ou indirect qui provient d'une activité industrielle.*

Toutefois, on attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de cinq (5) ans et un délai de sept (7) ans pour les installations pétrolières, les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels prennent en charge l'ancienneté des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets d'effluents liquides industriels émanant de ces installations. Ces valeurs sont fixées et annexées au présent décret.

Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies par ce décret et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.

Les installations de traitement doivent être conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction

Si une indisponibilité est susceptible de conduire à un dépassement des valeurs limites imposées, l'exploitant doit prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou en arrêtant, si besoin, les activités concernées.

Dans la présente section, ce décret sélectionne des mesures très rigoureuses au terme de l'autocontrôle et de l'autosurveillance des exploitants d'installations générant des rejets d'effluents liquides industriels.

Tableau n°14 : Valeurs limites des paramètres de rejet d'effluents liquides industriels.

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	pH	-	6.5-8.5	6.5-8.5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO5	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0.005	0.01
10	Cyanures	"	0.1	0.15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0.3	0.5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0.2	0.25
16	Cuivre total	"	0.5	1
17	Mercure total	"	0.01	0.05
18	Plomb total	"	0.5	0.75
19	Chrome total	"	0.5	0.75
20	Etain total	"	2	2.5
21	Manganèse	"	1	1.5
22	Nickel total	"	0.5	0.75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

Source : Journal officiel de la république Algérienne N° 26, avril 2006.

pH : Potentiel d'Hydrogène

DBO5 : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours.

DCO : Demande chimique en oxygène.

MES : Matière en suspension.

5. Décret exécutif n° 94-279 du 17 septembre 1994 portant organisation de la lutte contre les pollutions marines et institution de plans d'urgence.

Aux termes de ce décret, la mise en œuvre de l'organisation de la lutte contre les pollutions marines repose sur des plans d'urgence TELBAHR au niveau des quatorze wilayas côtières, des trois façades maritimes et à l'échelle nationale, ces plans sont élaborés et gérés par des comités TELBAHR permanents.

6. Définition du cadre législatif concernant la gestion des rejets.

- La loi de protection environnementale n° 83-03.
- La gestion, le contrôle de la prévention des rejets sont régulés par la loi n° 01-09 (décembre 2001) dont les décrets d'application sont sous développement.
- Selon les lois n° 01-09 un plan national de gestion des rejets spéciaux est institué dont le développement est actuellement en activité.
- En 1998, le pays a ratifié la convention de **Basel**, par le décret présidentiel n° 98-158 (mai 2002).

Les autorités et les institutions compétentes, chargées de planning et de l'implémentation de la stratégie de gestion, la provision de guidance technique sur la prévention de la pollution, la production propre, etc., sont les suivants :

- Le ministère du planning d'usage de la terre et de l'environnement (*MATET*) qui est l'institution principale en charge de la gestion du rejet en Algérie.
- L'Agence du rejet créée par le décret ministériel n° 02-175 (mai 2002).
- Le centre national de production propre, créé par le décret ministériel n° 02-262 août 2002).

Le ministère d'industrie qui collabore avec *MATET* afin de soutenir la gestion saine du rejet industriel. Le pays à travers la coopération de ces autorités et institutions responsables travaille actuellement sur la faisabilité et l'étude technique des installations centrales de traitement et d'élimination du rejet hasardeux (*REMPEC*, octobre 2003).

II. REGLEMENTS INTERNATIONAUX.

1. Coopération régionale et internationale.

En raison de ses spécificités géographiques, océanographiques et écologiques, la mer méditerranée est considérée comme une région hautement sensible et vulnérable à la pollution chronique, l'opinion publique présentée par l'*OMI* (Organisation Maritime Internationale) a adopté plusieurs activités pour la lutte contre la pollution de la mer méditerranée.

2. L'OMI et ses activités.

Les mesures élaborées par l'**OMI** font longuement l'objet de traités internationaux appelés conventions. Ces mesures sont mises au point par les représentants des Gouvernements Membres qui se réunissent au sein de l'**OMI** et la Convention qui résulte de leurs travaux est alors approuvée ou adoptée lors d'une conférence de gouvernements qui est convoquée par l'Organisation.

Les conventions de l'**OMI** abordent le problème de la pollution des mers sous divers angles; les méthodes utilisées sont notamment les suivantes :

- ❖ Prévention de la pollution due à l'exploitation des navires : Cela peut résulter, par exemple, du rejet directement à la mer des mélanges d'eau et d'hydrocarbures résultant du nettoyage des citernes. On atteint cet objectif en instituant des mesures de lutte contre la pollution au stade de la conception, de l'équipement et de l'exploitation des navires.
- ❖ Réduction du nombre d'accidents : Cet objectif est atteint principalement grâce à l'option et à l'application, à l'échelle mondiale, de normes et de pratiques de navigation strictes. Tout en visant essentiellement à améliorer la sécurité de la navigation, ces mesures ont également comme avantage de contribuer à réduire la pollution résultant des accidents.
- ❖ Mesures de réduction des conséquences des accidents : On a adopté des mesures qui sont destinées à réduire les dommages résultant d'un accident (par exemple, limitation de la dimension des citernes et donc de la quantité d'hydrocarbures déversée dans la mer en cas d'échouement d'un navire ou d'abordage).
- ❖ Indemnisation pour les dommages dus à la pollution : Les coûts de la pollution peuvent être énormes. Une série de mesures a été adoptée afin de permettre aux victimes des événements de pollution d'être indemnisées pour les pertes qu'elles ont subies.
- ❖ Assistance : L'**OMI** a fourni une assistance technique et d'autres formes d'assistance aux gouvernements pour l'élaboration de plans de lutte contre la pollution en cas de situation critique.
- ❖ La mise en place d'un nouveau **programme de visites renforcées** pour les navires-citernes et les vraquiers, qui est entré en vigueur en **juillet 1995** et s'applique à tous les navires âgés de plus de **5 ans**. On espère que cette initiative mettra hors exploitation un grand nombre de navires, actuellement en service, qui ne répondent pas aux normes requises.

❖ La mise en place de systèmes régionaux de contrôle par l'État du port et a fait entrer les inspections dans le champ des prescriptions en matière d'exploitation - l'aptitude des membres d'équipage à s'acquitter de leurs fonctions.

❖ Un nouveau code international de gestion de la sécurité (*ISM*) a été instauré et deviendra obligatoire pour tous les navires-citernes le 1^{er} juillet 1998. Les propriétaires de navire seront davantage tenus de s'assurer que leurs navires non seulement sont exploités en toute sécurité mais encore ne portent pas atteinte à l'environnement.

❖ L'*OMI* a également créé un sous-comité chargé d'examiner la question cruciale de l'application des instruments par l'État du pavillon : c'est aux gouvernements qu'incombe la responsabilité de faire appliquer les mesures adoptées par l'*OMI* et il est clair que la façon de procéder fait ressortir d'énormes différences.

3. Convention de MARPOL 1973/1978 pour la prévention de la pollution par les navires.

La convention *MARPOL* est adoptée en 1973/1978 par l'*OMI*, elle régit les différents types de rejets provenant des navires en les classant dans six annexes.

La convention de *MARPOL* a strictement réglementé tout rejets d'hydrocarbures et d'ordures par des navires en mer méditerranée par l'obligation de conserver à bord des ces navires tous les déchets qui ne peuvent être rejetés en mer d'une part, et d'autre part de décharger ces déchets dans les installations de réception adéquates -fournies par les autorités de l'état du port- dans les ports ou terminaux qu'ils visitent.

L'Algérie par exemple comme étant un état partie à cette convention s'engage à :

- mettre en œuvre les dispositions *MARPOL* en les transposant dans la législation nationale y compris la définition des violations et des sanctions correspondantes et ;
- assurer l'application des dispositions de cette convention, ce qui implique la maîtrise par ces administrations compétentes des aspects juridiques (poursuite des contrevenants), administratifs (contrôles, inspections et enquêtes) et techniques (détection de la pollution, recherche des preuves).

Tableau n°15 : Critères de rejet aux termes de la convention *MARPOL*

Annexes pertinentes de MARPOL	Type de déchets	Type et tonnage du navire	Critères de rejet
Annexe I	Eaux de cale provenant des salles machines	Pétroliers de tous tonnages et autres navires $\geq 400t$ Jauge brute	Aucun rejet n'est autorisé sauf si : -le navire fait route et la teneur en hydrocarbures de l'effluent est $< 15ppm$; et -le navire dispose d'équipement de filtrage à bord (dispositif d'arrêt automatique de 15 ppm) ; et -les eaux de cale ne proviennent pas des bouchains des chambres des pompes à cargaison et ne sont pas mélangées aux résidus de la cargaison d'hydrocarbures. (règle 10.3.b)
		Navires $< 400t$ jauge brute	Aucun rejet n'est autorisé sauf si la teneur en hydrocarbures de l'effluent est $< 15ppm$. (règle 10.2.b)
	Eaux provenant des citernes à cargaison	Pétroliers	Aucun rejet n'est autorisé sauf si ballast propre ou séparé. (règle 10.2.a et 10.3.a)
Annexe V	Ordures	Tous navires	-le rejet de toutes ordures, autres que les déchets alimentaires, est interdit ; -le rejet de déchets alimentaires ne peut se faire qu'en mer à au moins 12 miles nautiques des côtes. (règle 5.2)

Source : REMPEC 2006

4. Convention de Barcelone de 16 février 1976 et la protection de la mer méditerranée modifiée en 1995.

Convention sur la protection du milieu marin et du littoral de la méditerranée contre la pollution adoptée le 16 février 1976, modifiée le 10 juin 1995 et rebaptisée « convention sur la protection du milieu marin et du littoral de la méditerranée ».

Cette convention et ses six protocoles constituent le principal instrument de protection de la mer méditerranée contre la pollution à l'échelle régionale et le pilier juridique du Plan d'Action pour la Méditerranée *PAM* du programme des nations unies pour l'environnement *PNUE*.

Cet instrument juridique international comporte six protocoles :

❖ les deux premiers sont adoptés en **1970**, le premier traitant de la prévention de la pollution par immersion et le second connu sous le nom de protocole « **situation critique** » relatif à la coopération en matière de lutte contre la pollution de la mer méditerranée par les hydrocarbures et autres substances nuisibles en cas de situation critique.

❖ les quatre nouveaux protocoles ont enrichi l'assise juridique du *PAM* entre **1980** et **1996**.

5. REMPEC.

Pour aider les parties contractantes à la convention de Barcelone à mettre en œuvre les dispositions du protocole « **situation critique** » un Centre d'Activités Régional (appelé *ROCC*) a été créé en **1976** qui a été rebaptisé ensuite Centre Régional Méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle (*REMPEC*), sa mission a été élargie à la promotion de la coopération régionale pour la mise en œuvre et l'application des conventions de l'*OMI* concernant la prévention de la pollution du milieu marin par les navires.

La déclaration de Gênes pour la 2^{ème} décennie (1985-1995) a figuré la question « de la mise en place d'installations de réception portuaires pour les eaux de cale et d'autres résidus d'hydrocarbures » parmi les priorités du plan d'action pour la méditerranée.

Et pour renforcer la coopération régionale en matière de prévention de la pollution par les navires, des « domaines prioritaires d'activités pour l'environnement et le développement du bassin méditerranéen (1996-2005) » ont été adoptés par les parties contractantes à la convention de Barcelone (*UNEP*, 10 juin 1995).

L'adoption en *janvier 2002* du protocole « *prévention et situation critique* » qui est entré en vigueur en *mars 2004* et a remplacé le protocole « *situation critique* » de *1976*, a conduit à prendre en compte la coopération en matière de la prévention de la pollution par les navires, le mandat du *REMPEC* à également été élargi afin de lui confier de nouvelles missions dans ce domaine.

6. Projet MEDA sur les installations de réception portuaires.

Ce projet a été sélectionné par un contrat « *accord de subvention* » signé la **4 décembre 2001** entre la Communauté Européenne *CE* et l'*OMI*, agissant pour le compte du *REMPEC*.

La réalisation du projet a commencé le *1er janvier 2002*, d'une durée de *3 ans*, a concerné dix pays bénéficiaires d'un financement du fond *MEDEA* qui sont également parties à la convention de *Barcelone 1976 /1995*.

Il s'agit de l'Algérie, chypre, Egypte, Israël, Liban, Malte, Maroc, Syrie, la Tunisie, et la Turquie.

Le projet s'adresse a des *56 ports terminaux pétroliers, méditerranéen* des pays bénéficiés signataires des annexes *I et V* de la convention *MARPOL 73/ 78* concernant la prévention de la lutte contre la pollution marine provient des rejet et des ordures.

Le déroulement du projet a consisté en plusieurs activités ; qui incluait une évaluation de la situation existante et des besoins relatifs à l'équipement du port en installations de la réception portuaires, des recommandations pour des solutions optimales et la production de dessins normalisés et de spécifications.

Ce projet a une approche de pallier au manque d'équipement en installations de réception portuaires. Des activités semblables sont également planifiées par le *REMPEC* en Serbie-Monténégro pour l'intérêt d'autres états côtiers méditerranéens qui ne bénéficiaient pas du dit projet, à savoir l'Albanie, la Croatie et la Slovénie, quelques ports de la Libye, ainsi que la Jordanie, suite à une demande spécifique.

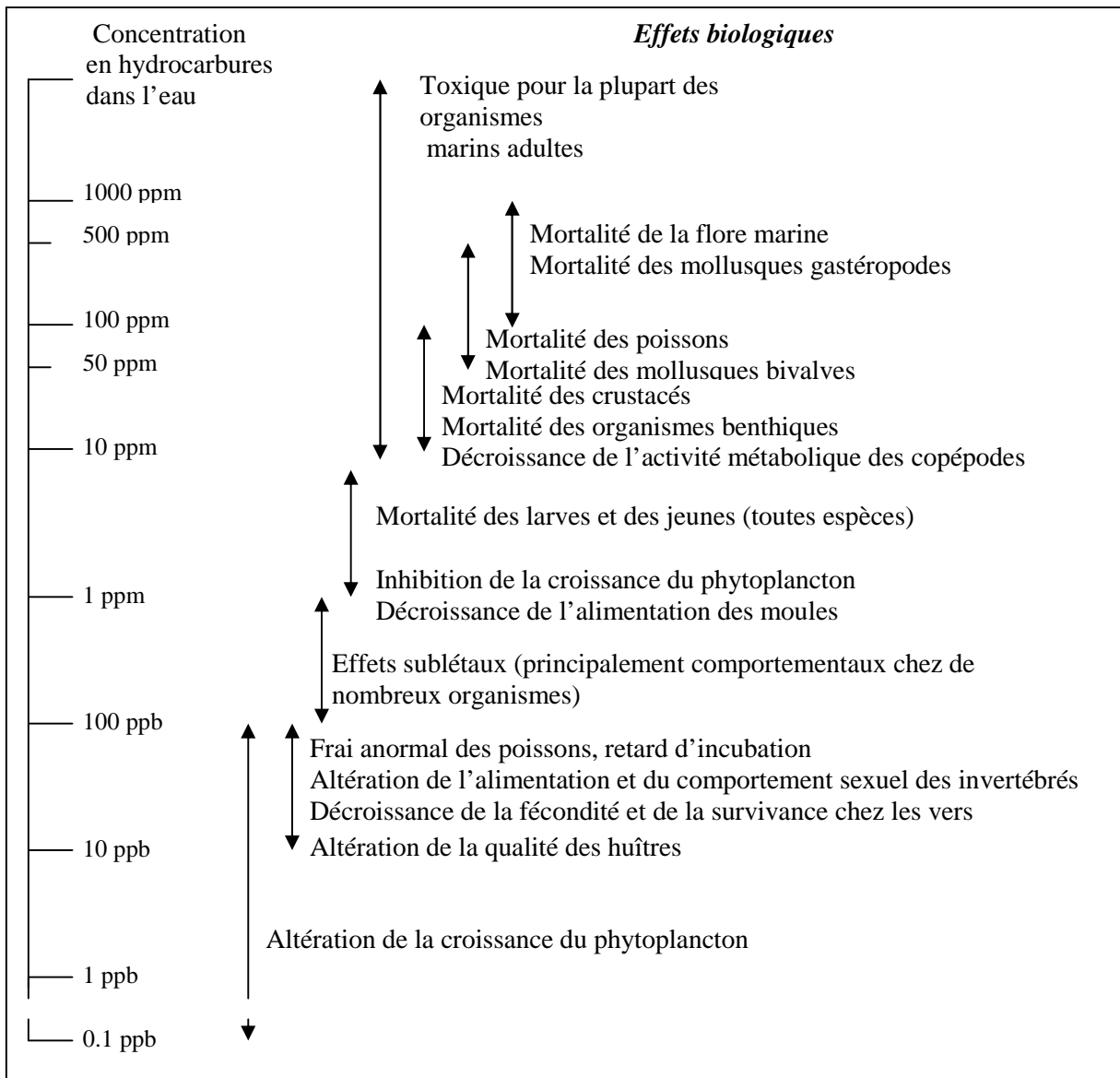


Figure n°11 : Description synoptique de la sensibilité des organismes marins aux hydrocarbures en fonction de leur concentration (*O'Sullivan et Jacques, 2001 in Bocard C, 2006*).

La sensibilité générale des organismes marins aux concentrations de bruts d'hydrocarbures dans l'eau, La durée d'exposition va déterminer la mesure dans laquelle on peut en observer les effets. La fraction aromatique soluble dérivée des hydrocarbures (SAD) étant la cause première de la mortalité, Les effets dans la gamme ppm sont estimés sur la base d'un hydrocarbure ayant une fraction SAD de 10%. (*O'Sullivan et Jacques, 2003*).

1. Impacts des hydrocarbures sur la faune et la flore marine.

Les hydrocarbures affectent les animaux vivants et les plantes, à la fois directement et indirectement, en tant qu'individus et en tant que membres de communautés d'organismes habitant un environnement particulier et interférant avec cet environnement et les uns avec les autres. Les impacts qui en résultent sont complexes et variables et leur sévérité va dépendre d'une variété de facteurs. Nous considérons ici brièvement, les mécanismes par lesquels les hydrocarbures exercent leur impact sur les organismes marins (*O'Sullivan et Jacques, 2001 in Bocard C, 2003*).

1.1. Effets directs.

➤ Toxicité létale.

Elle a pour résultat la mort *immédiate* ou *différée* de l'organisme et elle est causée par l'exposition aux composés toxiques ou leur ingestion, telle que les hydrocarbures aromatiques solubles et quelques composés hétérocycliques. Ils sont généralement volatils et vont s'évaporer facilement, et la toxicité de ces hydrocarbures va aller en diminuant le plus longtemps ils restent exposés à l'atmosphère.

La toxicité *immédiate* ou aigue est causé par la perturbation des fonctions de base de l'organisme et conduit à une mort rapide.

La toxicité *différée* intervient lorsque la capacité de survie de l'organisme est diminuée, elle peut se produire dans la chaîne alimentaire ou le réseau trophique.

➤ Effets sublétaux.

Ils sont ceux qui diminuent la capacité d'une population à se maintenir, c'est-à-dire qui causent une réduction de sa fécondité, une perturbation des communications entre les individus ou entre les individus et le milieu, une croissance ralentie, des altérations physiologiques ou des comportements qui ont pour résultat une diminution de résistance au stress au niveau de la population, une diminution de sa capacité à se procurer ou consommer des aliments, des retards dans le temps de la ponte ou de la couvaison, etc. (*O'Sullivan et Jacques, 2001 in Bocard C, 2003*).

➤ **Interférence physique avec la locomotion, l'alimentation et autres comportements.**

Des particules d'hydrocarbures dispersées dans l'eau peuvent causer l'encrassement des organes de filtration, branchies, piquants. Etc. Si les mécanismes filtreurs sont affectés, l'animal sera incapable de se nourrir et pourra ingérer suffisamment de pétrole pour produire un effet toxique. Si les branchies sont affectées, l'organisme sera incapable d'obtenir de l'oxygène, et les hydrocarbures solubles pourraient pénétrer dans le système sanguin. D'une façon générale, cette situation se présente seulement lorsqu'il y a dans l'eau de fortes concentrations d'hydrocarbures par suite d'une dispersion naturelle ou par des moyens chimiques.

➤ **Etouffement ou enduit direct.**

Les oiseaux, les plantes des marais salants, les biotes de certains littoraux rocheux, et les mammifères marins peuvent être enduits de mazout à la suite d'un déversement majeur d'hydrocarbures lourds. Les hydrocarbures légers vont rarement adhérer suffisamment au point de conduire à l'étouffement.

➤ **Altération ou accumulation d'hydrocarbures.**

L'incorporation de quantités infimes d'hydrocarbures dans les tissus des organismes marins vivants peut affecter les prédateurs qui mangent les organismes contaminés. Les prédateurs peuvent ingérer des quantités d'hydrocarbures suffisantes pour provoquer des symptômes d'intoxication.

1.2. Effets indirects.

Ils se font sentir au travers de l'altération de la fonction et de la structure des communautés biologiques. Les mécanismes à cet effet comportent :

- La mort d'inanition des organismes à la suite d'une élimination sélective par les espèces ou groupes fonctionnels d'organismes qui servaient à leur alimentation habituelle.
- La prolifération incontrôlée d'organismes à la suite de l'élimination sélective par les hydrocarbures des espèces auxquelles ils servaient d'aliment (leurs prédateurs)
- La perturbation de certaines interactions entre espèces dans la communauté à la suite de l'élimination ou l'affaiblissement des espèces clés qui contrôlent ou dominent ces interactions.

- La modification de l'habitat à la suite des opérations de nettoyage, telle que l'altération ou la disparition du substrat.

Bien que les effets directs des hydrocarbures varient d'une espèce à l'autre à l'intérieur d'un groupe taxonomique particulier, il est admis que certains groupes sont plus sensibles que d'autres, de même, les individus aux premiers stades de leur développement peuvent être affectés par des processus qui n'affectent nullement les individus adultes.

2. Facteurs qui influent sur l'impact.

Il est essentiel d'avoir une certaine compréhension de la variété des facteurs qui modifient l'impact des hydrocarbures sur la flore et la faune marine pour pouvoir interpréter les données généralisées d'impact.

Ils existent dix-huit facteurs et ils sont répartis en trois groupes :

2.1. Descripteurs d'un événement-circonstance du déversement.

- Quantité des hydrocarbures déversés.
- Type d'hydrocarbures déversés.
- Lieu du déversement.
- Type de déversement (soudain et catastrophique ou fuite/suintement lent).
- Emplacement du déversement.

2.2. Facteurs qui modifient le comportement du déversement.

- Les conditions météorologiques au moment et après le déversement (la température de l'air et le rayonnement solaire vont affecter la viscosité et la vitesse d'étalement des hydrocarbures).
- Les marées et les courants influençant sur la direction et la vitesse de mouvement de la nappe.
- Les facteurs océaniques (hauteur des vagues, houles océaniques, la température de l'eau, la salinité...etc) vont influencer sur la vitesse de fragmentation, de dispersion et finalement de la dégradation biologique.
- Mesures de lutte contre le déversement (l'atténuation de l'impact et du dommage biologique ou l'augmentation des dommages causés par un déversement).

2.3. Facteurs qui modifient directement l'impact écologique.

- Les facteurs saisonniers (de nombreuses espèces d'organismes marins sont plus sensibles à la pollution par les hydrocarbures pendant la période de la reproduction ou du frai, et les œufs ou les larves sont généralement plus sensibles que les adultes, la période de la nidification des oiseaux).
- La durée de l'exposition.
- La forme physique ou l'état des hydrocarbures.
- La concentration des hydrocarbures dans l'eau et les sédiments va influencer sur le taux de mortalité (il existe des rapports étroits entre la concentration des hydrocarbures et le temps de survie des organismes vivants exposés à de telles concentrations).
- Le degré de contamination des organismes et du substrat qui va déterminer dans quelle mesure les organismes vont être empêchés de se nourrir ou inhibés dans leurs mouvements et va influencer la mesure dans laquelle ils vont absorber ou ingérer des hydrocarbures.
- L'évolution chimique des hydrocarbures (après les différents processus qui vont subir dans l'eau de mer) ce qui fait apparaître des produits intermédiaires ou finis qui sont plus toxiques que la molécule mère.
- La présence d'autres polluants (rejets des déchets industriels..), vont augmenter les facteurs agressifs de l'environnement auxquels les organismes sont naturellement exposés.
- L'exposition précédente aux hydrocarbures qui affaiblit la capacité de survie d'une communauté biologique, et l'impact d'un déversement peut être plus sévère que prévu.
- Les contraintes de l'après déversement (par exemple, un temps inhabituellement chaud ou froid peut imposer des stress additionnels aux organismes marins).

3. Classement généralisé de la sensibilité des écosystèmes.

Avant de considérer la sensibilité relative des différents écosystèmes, il conviendrait de se familiariser avec quelques-uns des concepts de base, la sensibilité globale d'un écosystème aux hydrocarbures est déterminée par :

- La vulnérabilité de l'habitat ou du milieu physique.

- La sensibilité des populations ou des communautés d'organismes habitant cet environnement.
- La résilience de la communauté biologique dans son ensemble.

De nombreuses suggestions de classement ou d'indices de ce genre ont été faites, mais le système présenté ci-dessous est le résultat d'une comparaison de ses modes de classement avec les données les plus récentes sur l'impact des déversements d'hydrocarbures.

Tableau n° 16 : Classement de sensibilité des écosystèmes.

<i>Classement de sensibilité des écosystèmes</i>	
<i>Elevée</i>	Forêts de mangroves. Récifs coralliens. Marais salants. Vasières intertidales abritées.
<i>Moyennement élevée</i>	Concentrations d'oiseaux de mer, de mammifères ou de tortues. Côtes rocheuses abritées. Laiesses d'algues. Estuaires.
<i>Moyenne</i>	Glace arctique/subarctique. Plages de galets et de gravier.
<i>Moyennement faible</i>	Zone infralittorale des rivages exposés. Plages de sable fin. Laiesses de sable exposées à l'action des vagues.
<i>Faible</i>	Zone infralittorale des rivages exposés. Littoraux rocheux et de gros blocs de pierre exposés ç l'action des vagues. Eaux côtières ouvertes sur le large.

Source : Système de référence d'impact, (REMPEC, 2003).

4. Différents écosystèmes existants à l'intérieur de l'enceinte portuaire d'Alger ou ses extrémités.

4.1. Côtes rocheuses et de gros blocs de pierre exposées.

Les littoraux rocheux et la face exposée des brises lames soutiennent une grande variété de plantes et d'animaux adaptés à résister à l'action des vagues, à maintenir un lien fort avec la surface des roches, et à survivre hors de l'eau pendant de longues périodes. Les communautés végétales et animales que l'on peut trouver dans les divers habitats offerts par la face exposée des roches, les gros blocs de pierre et les plate-formes intertidales creusées par les vagues incluent :

- Sur la face exposée des rochers : anatifes, patelles, moules et algues.
- Dans les crevasses : des petits escargots de mer et toute une variété d'autres invertébrés.

- Sur la haute plage ou la zone d'action des vagues : des lichens à croissance lente et la faune qui leur est associée.
- Vers le bas du rivage : de grandes algues, des bigorneaux et autres escargots de mer, ainsi que toute une variété d'invertébrés.
- Dans les flaques dans les anfractuosités des rochers : de nombreuses espèces qui ne tolèrent pas d'être hors de l'eau ou exposé à l'air.

Elles sont caractérisées par une diversité d'espèces écologiquement importantes : pêche en mer et ramassage de coquillages ; récolte d'algues ; attrait visuel ; lieux de reproduction des oiseaux de mer (rivages escarpés) ; enseignement, recherche et conservation/intérêt scientifique.

Tableau n°17 : Impacts des différents types d'hydrocarbures sur les écosystèmes des côtes rocheuses et de gros blocs de pierre exposées.

<i>Impact</i>	
<i>I Hydrocarbures légers</i>	Vont se disperser rapidement sans impact notable à moins d'être confinés en quantité significatives dans un espace très restreint – on peut alors s'attendre à une mortalité importante des organismes.
<i>II Moyens-lourds (la plupart des bruts)</i>	Une pollution mineure aura peut d'impact mais un déversement majeur provoquera la mort des anatifes, patelles, moules, bigorneaux, échinodermes et crustacés. Les algues peuvent être temporairement affectées mais vont se remettre rapidement. Les lichens de la haute plage pourraient être touchés gravement et leur récupération sera lente.
<i>III Hydrocarbures lourds</i>	Vont initialement causer une mortalité moins importante que les hydrocarbures du type II mais, dans une zone restreinte et sur une longue période, ils auront le même impact, tout particulièrement si ces hydrocarbures sont laissés dans les fissures du rivage.
<i>IV Hydrocarbures</i>	Des hydrocarbures résiduaux gluants comme, par exemple le bunker C, fioul lourd pour soutes, vont étouffer de nombreux organismes. Des hydrocarbures asphaltiques non gluants ; ou des boulettes de goudron auront un impact négligeable.

Source : Système de référence d'impact, (REMPEC, 2003).

4.2. Eaux côtières ouvertes – la colonne d'eau.

Les organismes pélagiques des eaux côtières ouvertes comprennent le plancton animal et végétal, les œufs et les larves de poissons, les poissons jeunes et adultes. Ils dépendent de la productivité primaire du plancton végétal (phytoplancton) qui est déterminée par des facteurs tels que la température, la salinité, la lumière et les nutriments. Bien que la remontée d'eaux profondes ou l'existence de fronts océaniques peuvent créer des zones locales de haute productivité, en règle générale, la concentration du plancton et des poissons diminue plus on s'éloigne vers le large. En ce qui concerne l'impact des hydrocarbures, la couche de surface

de ces eaux présente un intérêt tout particulier. Abondante en organismes planctoniques et supportant une variété d'organismes flottants qui vivent à l'interface air/mer, elle constitue l'environnement où l'on peut s'attendre à une exposition aux concentrations les plus importantes d'hydrocarbures.

Les eaux côtières ouvertes supportent des pêcheries pélagiques étendues et très productives : pêche commerciale et récolte de coquillages ; zones de nutrition des oiseaux marins ; pêche en mer et autres activités récréatives.

Tableau n°18 : Impacts des différents types d'hydrocarbures sur les écosystèmes des eaux côtières ouvertes – la colonne d'eau-

	<i>Impact</i>
<i>I Hydrocarbures légers</i>	Impact insignifiant : les hydrocarbures légers vont rapidement se volatiliser et se disperser par des processus naturels. Dans les eaux moins profondes du plateau continental, l'accélération de la dispersion naturelle par l'application de dispersants chimiques peut occasionner des dommages aux organismes du fond marin.
<i>II Moyens-lourds (la plupart des bruts)</i>	Léger impact sur les organismes proches de la surface ; aucun cas connu d'impact sur les organismes dans la colonne d'eau ; impact significatif sur certaines espèces d'oiseaux de mer.
<i>III Hydrocarbures lourds</i>	Léger impact sur les organismes proches de la surface ; aucun cas connu d'impact sur les organismes dans la colonne d'eau ; impact important sur certaines espèces d'oiseaux marins selon la saison et le lieu.
<i>IV Hydrocarbures</i>	Aucun cas connu d'impact sur les organismes proches de la surface ou dans la colonne d'eau ; impact important sur certaines espèces d'oiseaux de mer.

Source : *Système de référence d'impact, (REMPEC, 2003).*

4.3. Plages sablonneuses.

Le substrat mobile des plages de sable (*SABLETTE* par exemple) ne se prête pas, en générale, au développement de communautés biologiques complexes. La plupart des organismes sont des animaux fouisseurs adaptés à une vie dans un matériau mouvant. La macro faune (animaux plus gros) inclut des mollusques bivalves et des polychètes qui, en générale, préfèrent des endroits plus abrités, la méiofaune comprend un grand nombre de crustacés et des nématodes qui sont adaptés à demeurer à la surface du sable, qui creusent le sable et ce déplacent entre les grains de sable. Sur les plages les plus exposées, cette faune peut être absente ou grandement réduite.

L'importance des plages sablonneuses résulte par les activités de loisirs ; accès à la mer ; pêche à la crevette et au filet fixe pour les poissons plats dans certaines régions.

Tableau n°19 : Impacts des différents types d'hydrocarbures sur les écosystèmes des plages sablonneuses.

	<i>Impact</i>
<i>I Hydrocarbures légers</i>	Impact mineur, mais conséquences plus graves si l'adhésion des hydrocarbures au sable augmente l'exposition de la faune aux fractions toxiques.
<i>II Moyens-lourds (la plupart des bruts)</i>	Une forte pollution va éliminer la plus grande partie de la faune qui vit dans le sable ; un mazoutage léger n'aura qu'un effet mineur. Les conséquences de la pollution se feront sentir plus fortement aux environs des niveaux inférieurs de la zone intertidale et dans la zone infralittorale peu profonde où des hydrocarbures ont pu s'accumuler, ou dans la zone d'éclaboussement au-dessus de la laisse de haute mer après de forts vents du large.
<i>III Hydrocarbures lourds</i>	Une forte pollution va éliminer la plus grande partie de la faune qui vit dans le sable ; un léger mazoutage n'aura qu'un effet mineur. L'impact sur les parties hautes et basses de la plage sera le même que pour le type II.
<i>IV Hydrocarbures résiduaires</i>	Ils vont s'infiltrer dans le sable et, en conséquence, ne vont pas avoir d'impact grave. L'impact le plus important des hydrocarbures résiduaires visqueux se fera sentir, en règle générale, sur la végétation marine au-dessus de la laisse de haute mer des plages de sable et dans la zone infralittorale où se sont accumulés des mélanges de sable et d'hydrocarbures qui ont coulé au fond.

Source : *Système de référence d'impact, (REMPEC, 2003).*

4.4. Fond marin de la zone infralittorale des mers côtières.

Dans les eaux peu profondes, les algues (macroalgae) dominent les substrats rocheux ou pierreux cependant que les herbiers (plantes supérieures) occupent des espaces plus ou moins vastes des fonds sablonneux à faible énergie. Les principaux macrophytes constituent un habitat pour une riche variété de la faune sessile et mobile, comprenant de nombreuses espèces de poissons de la zone côtière. Lorsque le fond marin est vaseux ou sableux, la faune de fond peut être dominée par les mollusques bivalves, les polychètes et les étoiles de mer. Dans les eaux plus profondes et généralement sur les substrats plus mous, les principales formes de vie sont les organismes fouisseurs et les invertébrés détritivores de surface ainsi que les poissons démersaux. Les communautés végétales disparaissent du lit de la mer à une profondeur qui va de quelques mètres (dans les zones côtières très productives) à quelques dizaines de mètres, selon la transparence de l'eau, car la lumière est absorbée par l'eau et les matières en suspension et n'atteint pas le fond en quantité suffisante pour entretenir une végétation.

Le fond des mers côtières entretient des populations de poissons et de coquillages qui sont exploitées par la pêche au chalut, le dragage et la pose de nasses, etc. les zones peu profondes de la bande côtière permettent l'exploitation de cultures marines ; certaines espèces pélagiques utilisent le fond marin comme lieu de frai (comme par exemple, les œufs sessiles du hareng) et de nombreuses zones servent de lieux d'alevinage ; les sédiments du fond jouent un rôle dans le cycle des nutriments qui est important pour les eaux sus-jacentes.

Tableau n°20 : Impacts des différents types d'hydrocarbures sur les écosystèmes de fond marin de la zone infralittorale des mers côtières.

	<i>Impact</i>
<i>I Hydrocarbures légers</i>	Impact insignifiant.
<i>II Moyens-lourds (la plupart des bruts)</i>	Si une forte pollution atteint le fond marin, par précipitation ou dispersion, elle va éliminer une proportion de la faune, proportion qui ira en diminuant avec la profondeur mais qui augmentera avec la quantité des hydrocarbures qui auront été incorporés le sédiment.
<i>III Hydrocarbures lourds</i>	Même impact que dans le cas II.
<i>IV Hydrocarbures résiduaire</i>	Les hydrocarbures visqueux auront le même impact que dans le cas I et II, les hydrocarbures non visqueux les agrégats goudronneux auront un impact négligeable sur les organismes marins mais pourraient demeurer au fond pendant de longue périodes.

Source : Système de référence d'impact, (REMPEC, 2003).

Le but des conclusions et des recommandations suivantes est de guider les autorités portuaires, les opérateurs des terminaux, les fournisseurs d'enlèvement des déchets générés des navires et les autres autorités responsables des payés bénéficiaires, sur une série de sujets qui sont considérés comme essentiels pour l'amélioration de l'usage et le fonctionnement correct des installations de réception existantes.

Puisque, un nombre de nouvelles installations de réception et de traitement préliminaire a été proposé pour être créé dans la région du projet, il y a eu des efforts pour offrir de l'assistance concernant leur intégration dans le cadre du Plan d'Action Méditerranéen.

Les actions proposées discutées ici peuvent être divisées en ceux qui ont une relation avec la stratégie – sujets institutionnels et ceux qui ont une relation avec des sujets pratiques et fonctionnels, comme suite :

1. Stratégie – sujets institutionnels.

1.1. Etablissements des installations de réception et de traitement préliminaire des déchets contenant des hydrocarbures.

Par l'estimation des déchets courants d'hydrocarbures [en fait, par le volume annuel moyen ($6.930 \text{ m}^3/\text{année}$), le volume réduit quotidien et le volume maximum par arrivée] ainsi que par l'évaluation des nécessités du port d'Alger, il est conclu que le port a besoin d'établir une installation de réception fondée sur le port et une installation de traitement préliminaire avec une capacité de maintien minimum de 70 m^3 et avec un traitement du dépit minimum de $10 \text{ m}^3/\text{heure}$.

Les installations proposées sont soulignées en ce qui concerne leur procédure conceptuelle, primaire et secondaire du traitement du courant, la collection nécessaire des moyens et leur capacité de stockage minimum pour le pétrole, séparé et récupéré.

1.2. Projets de gestion des déchets au port.

La production d'un plan standard, national qui pouvait être développé et exécuté dans tous les ports du pays, contribuerait à la consolidation et la formulation d'éléments divers, comme l'évaluation dynamique du besoin pour des installations portuaires de réception, d'enlèvement, de traitement préliminaire et de destruction finale des déchets générés par des navires et des résidus de cargaison, la description du système de charge, le développement des procédures pour la conservation des dossiers, l'utilisation réelle des installations etc.

1.3. Evaluation des effets de la gestion des déchets au port, sur l'environnement.

L'évaluation des effets des activités en cours ou futures de gestion des déchets sur l'environnement au port, comme l'établissement et le fonctionnement des installations de réception et de traitement, les stations de transfert des déchets, etc., est recommandée comme une procédure formelle, surtout pour les raisons suivantes :

- L'incertitude existante sur la destruction finale des déchets enlevés qui sont générés par des navires.
- Le besoin d'initier et maintenir une procédure, afin d'obtenir la possibilité de tracer les déchets reçus au port.
- Le besoin de sauvegarder l'environnement par des actions de gestion des déchets futurs et par le fonctionnement des installations basées au port, comme celles d'enlèvement et de traitement préliminaire des déchets huileux par les navires.

Il est obligatoire d'effectuer une évaluation des impacts sur l'environnement d'avance, pour identifier et contrôler l'effet potentiel des activités de gestion des déchets au port et pour assurer leur autorisation et permis par les autorités responsables.

Nous exigeons que la protection de l'environnement soit respectée par ceux qui fournissent l'enlèvement et la gestion des déchets générés par des navires au port.

1.4. Adoption d'un système uniforme pour la notification des besoins des navires qui viennent au port.

Il est nécessaire pour les autorités portuaires d'établir leurs propres systèmes pour recevoir et traiter les informations des navires qui viennent au port, concernant leurs besoins de livrer des déchets conservés à bord, afin de faciliter le travail des installations de réception disponibles.

L'efficacité des installations de réception au port a été prouvée qu'elle pouvait s'améliorer en demandant ou encourageant les navires de notifier leur besoin d'utiliser les installations de réception. Parallèlement, un outil dynamique doit être fourni aux autorités portuaires et aux opérateurs de réception des installations relatifs, afin de vérifier systématiquement la compétence des installations disponibles et l'efficacité du service d'enlèvement entier.

Il est recommandé que les autorités portuaires et les opérateurs des terminaux demandent ou encouragent les capitaines des navires de notifier leurs besoins en utilisant un document de notification de type standard, un tel document a été incorporé à la Directive du Conseil Européen 2000/59/EC, qui est déjà utilisé à tous les mers et ports navigables de communauté européenne.

Des sujets, comme la période avant l'arrivée d'un navire pendant laquelle la notice doit être transmise, le traitement des informations inclus, le mode de notification des opérateurs de la réception des installations etc., peuvent être décidés selon le jugement des autorités portuaires.

2. Sujets fonctionnels.

2.1. Enlèvement et transfert des déchets au port.

Du point de vue démographique, économique et politique, ce qui a sont tour, détermine les structures de stratégie et les institutions pour la gestion des déchets, les types et les formes de l'enlèvement des déchets par les navires au port varie de façon significative, concernant les moyens de réception et les véhicules d'enlèvement utilisés, les options de destruction favorables etc...

Quelques recommandations pour l'amélioration des systèmes d'enlèvement existants sont données en suite :

- Les camions d'enlèvement utilisés, soit pour l'enlèvement direct des déchets par les navires, comme les navires de cargaison « Ro-Ro » ou les navires qui transportent des passagers « Ro-Ro », soit pour la décharge des containers et d'autres récipients, devraient s'adapter à la taille et les caractéristiques de ces navires et du port en général, pour assurer qu'ils n'interviennent pas au fonctionnement normal du port.

- Au port où des déchets de cargaison ou de grand volume sont normalement enlevés, de petits camions ou des récipients de petite capacité ne devraient pas intervenir à la procédure d'enlèvement.
- Quand les déchets sont enlevés des navires et transportés sur des camions ouverts vers une station de transfert ou un dépotoir, des mesures doivent être prises pour prévenir des écoulements ou des émissions le long de l'itinéraire.
- La sélection des récipients fabriqués localement ou d'autres équipements, pour l'enlèvement des déchets, serait indiquée aux régions où on doit maintenir un régime spécial et uniforme.
- Les moyens de sélection des récipients doivent soutenir la résistance du système d'enlèvement entier, en particulier des véhicules d'enlèvement et de leurs équipements de chargement, ainsi que toute autre installation de traitement de déchets, mobile ou immobile.

2.2. Enlèvement des matériaux qui peuvent être recyclés.

La gestion des déchets à bord varie, des projets d'enlèvement simples, qui permettent la livraison des déchets aux installations de réception des ports et la décharge à la mer, selon MARPOL 73/78, Réglementations Annexe V, jusqu'aux systèmes plus compliqués, en particulier sur ces types de navires qui, à cause de leur type et mode de voyage, génèrent de gros volumes de déchets, dont le traitement demande souvent l'utilisation d'équipement mécanique, le tirage des matériels etc.

Les navires de croisière et ceux qui transportent des passagers représentent souvent un bon exemple de navires qui, à travers leurs associations maritimes ou indépendamment, mettent à effet des codes de pratique qui recommandent l'enlèvement séparé des articles qui peuvent être recyclés, avec le but de retenir quelques matériels avant leur destruction.

Le papier, l'aluminium et le verre sont les articles les plus communs, entre les matériels à recycler, qui sont enlevés séparément.

La fourniture des moyens de réception séparés pour des matériels qui peuvent être recyclés est recommandée au port où le recyclage a lieu actuellement dans la région et aussi quand des pratiques d'enlèvement séparé sont prouvées avoir du succès.

Au port qui normalement dessert des bateaux de croisière et des bateaux qui transportent des passagers, l'enlèvement des déchets à recycler aura probablement un effet considérable sur la possibilité de réaliser la récupération des matériels par les ordures domestiques et ceux générés des navires.

2.3. Installations de transfert des déchets au port.

Les installations de transfert des ordures domestiques sont des installations mécanisées ou pas où les déchets sont déchargés par des camions et des containers de relativement de petite capacité ou par des moyens de transport plus grands, jusqu'à la destruction finale ou le dépotoir.

Ce type de fonctionnement est presque toujours associé à un type de séparation et à d'autres procédures de manipulation des déchets. Les installations de petite taille pour le transfert des déchets étaient considérées comme des bonnes pratiques de gestion pour le port où de gros volumes de déchets sont livrés par les navires qui viennent au port.

Il faut noter qu'un petit nombre de grands ports qui participent au projet MEDA, en ce qui concerne le volume des courants des déchets qui doivent gérer, peuvent être considérés comme des ports qui génèrent des déchets, des régions urbaines avec une population équivalente de plus de 2000 habitants.

L'établissement et le fonctionnement des installations du transfert des déchets au port seraient justifiés quand il y a quelques ou toutes les raisons suivantes :

- L'endroit de la destruction finale est situé loin du port et les camions d'enlèvement doivent faire une distance plus courte afin de retourner vite au port, pour exécuter leur devoir primordial, l'enlèvement des déchets par les navires. Le fait, aussi qu'assez de ports sont situés dans ou près des régions urbaines et la tendance de construire de nouveaux dépotoirs ou d'autres lieux de traitement des déchets à une distance considérable des endroits de service de l'enlèvement, pourrait faire intéressante la solution du fonctionnement des stations de transfert.
- Les camions d'enlèvement qui sont employés pour l'évaluation des postes d'amarrage d'un port pour l'enlèvement des déchets sont petits et pas appropriés pour le terrain qu'ils doivent traverser pour arriver aux endroits de destruction. L'utilisation des camions plus petits, des remorques ou des véhicules compacts permet la destruction de plus grands

volumes des déchets à des distances plus longues, en augmentant la productivité de l'enlèvement.

- Quand il y a besoin d'inspecter des déchets possiblement dangereux des navires, avant leur destruction finale, de séparer des matériels à recycler, d'enlever des déchets volumineux de type cargaison etc.

L'incorporation d'une installation de transfert dans un projet de gestion des déchets d'un port devrait être étudiée en détail afin de connaître son type et fonctions, et plus important, afin d'évaluer la possibilité de réalisation, c'est-à-dire si le fonctionnement est financièrement viable concernant les coûts demandés, les besoins en main d'œuvre et les frais d'enlèvement des déchets. Néanmoins, il est recommandé que des installations de transfert des déchets, avec une assistance mécanique, soient établies comme des installations pilotes.

2.4. Traitement des déchets huileux et destruction.

L'eau des égouts et les produits de boue aux espaces des machines des navires représentent un type de déchets liquide, d'habitude très pollué avec des carburants et des huiles plus légers, des polluants comme les sels inorganiques, les métaux, l'eau de mer etc. de la même façon, sans se soucier de la concentration des hydrates de carbone, du lest contaminé d'huile et les eaux des réservoirs peuvent contenir des polluants comme les résidus de pétrole brut, les huiles des carburants et autres produits pétroliers transportés comme cargaison sur des pétroliers. En tenant compte des pratiques recommandées par l'OMI, des déchets huileux quand ils sont utilisés comme tels ou des lubrifiants sur la base des minéraux, qui ne sont plus les appropriés pour l'utilisation, pouvaient être contenus dans des réservoirs séparés, par rapport à ceux où se trouvent la boue ou le système d'égouts.

Deux sujets qui sont considérés comme essentiels pour l'identification du niveau favorable de traitement, étaient les suivants :

a) Décharge des eaux usées par les installations d'enlèvement et de traitement au port.

Les décharges des eaux usées qui sont produites pendant le traitement des déchets huileux peuvent être considérées comme des décharges industrielles, dont l'autorisation et le contrôle peuvent être envisagés dans le cadre du protocole pour la protection de la mer méditerranéenne contre la pollution des sources terrestres et certainement, selon toutes les réglementations nationales et locales existantes.

Sauf dans le cas de réclamation des eaux usées, le principe recommandé de base que l'on doit tenir en compte est que les eaux usées qui en résultent devraient être soumises à un tel traitement qui décharge directement à la mer ou dans un réseau des vidanges existant, qui a les limites de concentration prescrits pour les hydrates de carbone pétroliers, mais aussi pour d'autres polluants qui pourraient être présents.

b) Traitement et décharge finale des déchets huileux.

Le fonctionnement d'une installation de traitement dans un port, assistée par un système d'enlèvement efficace, peut assurer que la décharge ou encore la brûlure illégales des déchets huileux, enlevés des navires sont interdites. La Directive des déchets huileux 75/439/EC comme modifiée, donne priorité à la gestion des déchets huileux, au processus par la régénération, puis à la combustion et finalement à la destruction en sécurité et la décharge. Parallèlement, les instructions générales pour le traitement des huiles lubrifiants utilisés ont été données par le UNEP/MAP en collaboration avec WHO.

En général, les déchets huileux peuvent être récupérés et recyclés, soit directement dans le cas des déchets à une haute teneur en huile, ou après une sorte de séparation et concentration des déchets qui ont une haute teneur en eau, comme le lest sale. Tandis que certains types de déchets huileux, comme les déchets huileux minéraux en particulier, peuvent être soumis aux processus de régénération qui donnent des produits de qualité comparable au matériel original de base, un grand volume de déchets huileux est utilisé pour son potentiel énergétique comme un carburant secondaire ou de substitution.

Mise à part les questions économiques, la régénération des déchets huileux minéraux des navires est une option qui dépend de la qualité des déchets huileux et en particulier de la présence des contaminants qui peuvent empêcher le rendement technique d'un des processus utilisés. Il n'y a pas de doute que les sources les plus importantes des déchets huileux de type minéral sont les terrestres, comme l'industrie, les véhicules avec moteur etc.

Il est recommandé d'élargir les programmes nationaux ou locaux qui seront exécutés ou qui sont en cours actuellement pour l'enlèvement, le recyclage et la décharge des huiles lubrifiants utilisées au port, où la livraison des déchets huileux séparés des navires a été prouvée.

Le fonctionnement des installations recommandées de nouvel enlèvement et de traitement préliminaire, devrait assurer que l'huile récupérée du processus de traitement, est déchargée aux proximités de la région du port, en minimisant ainsi le besoin du transport routier ou maritime lointain et qu'elle est utilisée à nouveau de façon à ce qu'elle ne constitue pas de danger pour l'environnement ou pour la santé humaine.

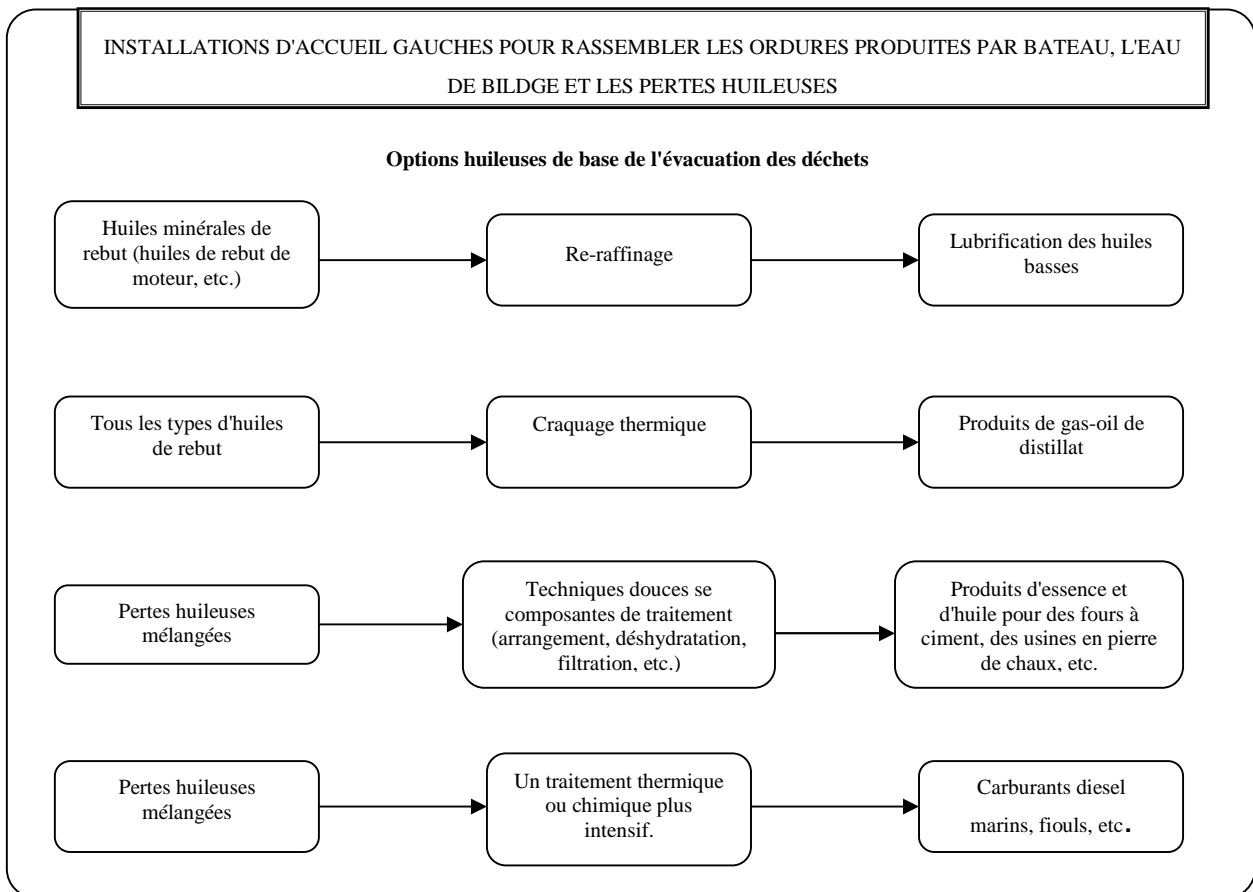


Figure n°12 : Diagramme complet des courants différents des déchets huileux, concernant le traitement secondaire et les processus de décharge utilisés et les produits finaux, (REMPEC, octobre 2003).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A.J. O’SULLIVAN & T.G. JACQUES ; (2003).** Système de référence d’impact – Les effets des hydrocarbures sur l’environnement marin : Impact des hydrocarbures sur la faune et la flore, 3ème édition, CE (Direction Générale Environnement), publication du REMPEC, MALTA, 80 p.
- AINOUCHE N., (2000).** Paramètres physico-chimiques et sels nutritifs dans le port d’Annaba : Contribution à l’étude de la pollution. D.E.U.A. I.S.M.A.L.
- AIT KACI D. & PAUC H., (1981).** La couverture sédimentaire récente en baie de Bou-Ismaïl nature et structure. C.I.E.S.M. Cannes.
- AMINO T A. & CHAUSSEPIED M. (1983).** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre national pour l’exploitation des océans (CNEXO), Brest, 395p.
- ANNANE S, (2003).** Caractérisation de la pollution des eaux de mer de la baie de Bou Ismaïl on utilisant des images satellites- application aux hydrocarbures_, mémoire d’ingénieur état, ISMAL, p3-p20.
- BAKALEM A., (1980).** Pollution et sources de la pollution marine d’origine industrielle sur la côte Algérienne -étude préliminaire V^{ème} journées étude pollution GIESM Cagliari.
- BELKESSA R, (2005).** Les ports algériens : ensablement, pollution et dragage des sédiments, Thèse de doctorat, université de Constantine, p 412.
- BELLAN G & PERES J. M., (1994).** La pollution des mers : que sais-je ? 3ème édition, presse universitaire de France, Vendome, pp.126.
- BENARAB A & AIT HATRIT D, (2006).** Evaluation de la pollution chimique dans les principaux rejets du littoral algérois, mémoire DEUA, ISMAL, p2-p12.
- BERNE F. & CORDONNIER J, (1991).** Traitement des : épuration des eaux résiduaires de raffinage. Conditionnement des eaux de réfrigération. (TECHNIP, Eds), 306 p.
- BOCARD CHRISTIAN., (2006).** Marées noires et sols pollués par des hydrocarbures. Enjeux environnementaux et traitement des pollutions, IFP publications, ed TECHNIP, Paris, 295 p.
- COPIN & MONTEGUT.G, (1996).** Chimie de l’eau de mer. Collection « synthèse ». 290-292 p.
- DIDIER G., (1995).** La pollution de milieux aquatiques ; aide –mémoire, Paris, Tec & Doc.
- GAUJOUS D., (1998).** La pollution des milieux aquatiques, aide mémoire 2ème édition, technique et documentation. Lavoisier, Paris, 106p.

- GAUTHIER M.J., (1976).** La pollution des eaux marines, Ed : Gautier-villars. 231p.
- GESAMP, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (2002).**
The revised GESAMP, hazard evaluation procedure for chemical substances carried by ships.
Reported Studies, n° 64.
- GESAMP, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (1993),**
Impact of oil and related chemicals and wastes on the marine environment. GESAMP Reports
and Studies, vol. 50. International Maritime Organisation, London.
- HARITI R & LAROUCSI A, (2000).** Contribution à l'étude de la pollution par les métaux
lourds dans les sédiments des ports de Mostaganem et d'Annaba, mémoire d'ingénieur,
ISMAL, 60p.
- HOUMA – BACHARI F, (2005).** Caractérisation des polluants de la côte oranaise et
algéroise par analyse physico-chimique et corrélation avec les données satellites. Thèse de
doctorat d'état, USTRHB, p119-126.
- IVANOFF.A, (1972).** Introduction à l'océanographie, propriétés physique et chimiques des
eaux de mer. Tome I. Edt Masson Paris. 233 p.
- KENNISH M. J, (1997).** Pratical handbook of estuarine and marine pollution-. Ed. CRC.
Press, p 524.
- LACAZE J. C ; (1980).** La pollution pétrolière en milieu marin. Ed. MASSON, Paris. 117-
118 p.
- LACAZE.J.C ; (1996).** Eutrophisation des eaux marins et continentales : causes,
manipulation, conséquences et moyens de lutte. Edt. Ellipse.3-191 p.
- LACOMBE H. & TECHERNIA .P, (1960).** Quelques traits généraux de l'hydrologie
méditerranéenne. Coh océanogr, XII (8).527-547 p.
- LACOMBE in MILLOT, (1985).** Some features of the Algerian current. J. Geophysical.
Research. Vol. 90. N° C4 : 7169-7176.
- LAURENCE T. & all., (2001).** Qualité de l'eau, tome2, afnor 6^{ème} edit, France.
- LECLAIRE. L, (1963).** Etudes de littoral en baie d'Alger. Zone de fort de l'eau. Ben Mered.
Cahiers océanogr, XV (2).109-124 p.
- LECLAIRE. L, (1972).** La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin
Algéro -Baléares (précontinent algériens), thèse d'état, faculté des sciences de Paris, Mémoire
du Muséum National d'Histoire Naturelle, 391p.

- LEFEBVRE G., (1978).** Chimie des hydrocarbures, Ed. TECHNIP. Paris. P 14-60.
- LOUCHAMI M, (2006).** Evaluation de la pollution par les hydrocarbures totaux et polyaromatiques : Application port d'Alger, mémoire d'ingénieur en environnement marin, ISMAL.
- MILLOT.C. (1987).** Circulation in the Western Méditerranean Sea. *Océanologica. Acta,10.* 143-149 p.
- PERES J. M., (1976).** La pollution des eaux marines, 492p.
- RAMADE FRANCOIS., (1999).** Dictionnaire encyclopédique des pollutions, Ediscience. Freshwaters. Journal of Applied Microbiology 88, (3), 404-413.
- REBZANI & ZAHEF C, (1990).** Les peuplements macro benthiques du port au d'Alger ; Evolution spatio-temporelle, impact de la pollution, Thèse magister- I.S.N. / U.S.T.H.B.
- RILEY J.P & CHESTRE., (1971).** Introduction to marine chemistry. Academic Piess.Inc., London, 465 p.
- RODIER J ; BZIN C ; BROUTIN J.P ; CHMBON P ; CHAMPSAUR H ; & RODI L, (2005).** L'analyse de l'eau ; eau naturelle, eaux résiduelles, eau de mer. Ed DUNOD, 1383p.
- RODIER J., (1992).** L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux des mers). 7ème édition DUNOD.
- ROUBAH M., BOULAHDID M., BOUDJELLAL B., EDDALIA N. & OUNADI F., (2005).** Etude de la pollution du littoral algérois et du lac de Reghaia. Contrat ISMAL-APPL, 72p.
- SELLALI B., (1996).** La pollution par les hydrocarbures pétroliers en Méditerranée du sud occidentale : Niveau de pollution de l'eau et du sédiment superficiel des régions littorales centre et ouest de l'Algérie. Thèse de magister. Océanologie., ISMAL, Alger, 118 p.
- SMAIL M. B. & MAZOUZ S; (1996).** Etude de la pollution marine par les hydrocarbures sur le site côtier de TAMENTFOUST. Mémoire Ing. Génie de l'Environnement. U.S.T.H.B. pp 40-59.
- VAILLANT J.R.,** Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution ; ed Eyrolles, 402 p.
- ZEGAR SAFIA, (2002).**, Comparaison des profils des métaux lourds de deux carottes de sédiment prélevées à Alger et Jijel, mémoire d'ingénieur, ISMAL, 57p.

Documents consultés :

O.M.S., (1979). Principe et directives applicables au déversement de déchets dans le milieu marin. Plan d'action pour la méditerranée, Edt. PNUE/FAO, 555 p.

PNUE., (1985). Registre international des substances chimiques potentiellement toxiques (R.I.S.C.P.T.). Technical report séries, n°8. PNUE/AIEA/IOC, Athens, 33p.

REMPEC., (Octobre 2003). Projet MED.B7.4100.97.0415.8, installations de réception portuaires pour la collecte et le traitement des ordures de navires, des eaux de cale et des résidus d'hydrocarbures - ACTIVITÉ A, collecte et traitement des déchets solides et liquides, OMI/PNUE/UE/PAM, Environmental Protection Engineering S.A, 390 p.

Bibliographie NET :

(a) <http://www.ifremer.fr/envlit/documentation/dossiers/pollutionchimique/index.htm>

(b) www.epal.dz

CHAPITRE I

Tableau n°01 : Types de pollution selon BELLAN et PERRES, 1994.	P02
Tableau n°02 : Classification des hydrocarbures.	P05
Tableau n°03 : Echelle de valeurs de DBO ₅ .	P16
Tableau n°04 : Classification des eaux d'après leur pH.	P17

CHAPITRE II

Tableau n°05 : Signalisation maritime.	P23
Tableau n°06 : Vents fréquents du secteur du port d'Alger.	P23
Tableau n°07 : Directions et caractéristiques de la houle dans la baie d'Alger.	P24
Tableau n°08 : Infrastructures portuaires	P26
Tableau n°09 : Unités industrielles dans l'enceinte portuaire d'Alger.	P27
Tableau n°10 : Répartition du trafic maritime par type de navires opérants.	P30

CHAPITRE III

Tableau n°11 : Comparaison entre Les plans d'actions les plus fiables et les plus efficaces principalement utilisés par les fameux centres de recherche et les actions de l'intervention dans le port d'Alger.	P39
Tableau n°12 : Estimation des résidus d'hydrocarbures et des résidus que peuvent être reçus au port.	P40
Tableau n°13 : Estimations des ordures que peuvent être reçus au port.	P40

CHAPITRE IV

Tableau n°14 : Valeurs limites des paramètres de rejet d'effluents liquides industriels.	P46
Tableau n°15 : Critères de rejet aux termes de la convention <i>MARPOL</i> .	P50

CHAPITRE V

Tableau n°16 : Classement de sensibilité des écosystèmes.	P58
Tableau n°17 : Impacts des différents types d'hydrocarbures sur les écosystèmes des côtes rocheuses et de gros blocs de pierres exposées.	P59
Tableau n°18 : Impacts des différents types d'hydrocarbures sur les écosystèmes des eaux côtières ouvertes – la colonne d'eau-.	P60
Tableau n°19 : Impacts des différents types d'hydrocarbures sur les écosystèmes des plages sablonneuses.	P61
Tableau n°20 : Impacts des différents types d'hydrocarbures sur les écosystèmes de fond marin de la zone infralittorale des mers côtières.	P62

CHAPITRE I

Figure n°01 : Comportement des hydrocarbures déversés en mer..... **P11**

CHAPITRE II

Figure n°02 : Image satellitaire d'Alger..... **P21**

Figure n°03 : Port d'Alger..... **P21**

Figure n°04 : Position géographique..... **P22**

Figure n°05 : Circulation des eaux dans le port d'Alger..... **P25**

Figure n°06 : Localisation des unités industrielles et rejets (*port d'Alger*)..... **P28**

Figure n°07 : Trafic maritime par type de navire 4^{ème} trimestre 2007..... **P30**

Figure n°08 : Station de déballastage du port d'Alger (schéma de principe)..... **P33**

CHAPITRE III

Figure n°09 : Projection des courants des rejets reçus au port d'Alger..... **P41**

Figure n°10 : L'installation de collecte et de traitement sur terre des résidus des hydrocarbures recommandée pour le port d'Alger..... **P42**

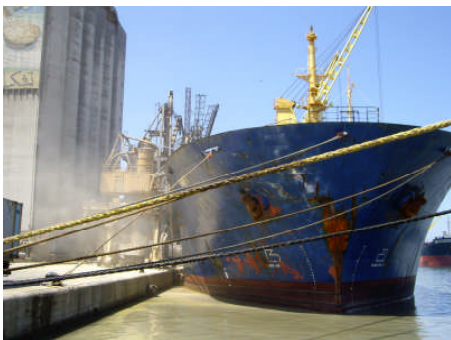
CHAPITRE V

Figure n°11 : Description synoptique de la sensibilité des organismes marins aux hydrocarbures en fonction de leur concentration..... **P53**

CHAPITRE VI

Figure n°12 : Diagramme complet des courants différents des déchets huileux, concernant le traitement secondaire et les processus de décharge utilisés et les produits finaux..... **P70**

La pollution tellurique au niveau de la darse n°9 :
1/Rejets des déchets COGRAL.



Annexes



2/Rupture accidentelle du réseau terrestre des hydrocarbures, darse n°8.



Annexes



Pollution générée par les navires darse n°9 :
Déversement des eaux chaudes par un Gazier.

