

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



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme  
d'ingénieur en Sciences de la Mer

Option : **Environnement**

*Thème :*

**Elaboration d'une base de données « Atlas TELBAHR »  
d'aide à la décision.**

**Etude de cas : simulation d'un déversement accidentel  
d'hydrocarbures dans le golfe d'Arzew.**

Présenté par :

**Mr. Mohamed Rassim HARIZ**

Soutenu le lundi 06 juillet 2009 devant la commission de jury suivante:

|                           |              |               |
|---------------------------|--------------|---------------|
| <b>Mr. BOULAHID M.</b>    | Président    | <b>ESSMAL</b> |
| <b>Melle. LOUANCHI F.</b> | Examinatrice | <b>ESSMAL</b> |
| <b>Mr. LARID M.</b>       | Examineur    | <b>ESSMAL</b> |
| <b>Mr. GRIMES S.</b>      | Promoteur    | <b>ESSMAL</b> |
| <b>Mr. LAOUIRA A.</b>     | Co-promoteur | <b>MATET</b>  |

- Promotion : 2009 -

# Sommaire

Acronymes et abréviations

|  |    |
|--|----|
| Introduction.....  | 1  |
| Chapitre I - Problématique de la pollution marine par les hydrocarbures.....   | 2  |
| Chapitre II - Cadre juridique de la problématique.....   | 5  |
| 2.1. Conventions internationales.....  | 5  |
| 2.2. Législation algérienne.....   | 7  |
| 2.3. Synthèse des règles internationales et algériennes régissant la problématique de la pollution marine par les hydrocarbures..... | 10 |
| Chapitre III - TELBAHR, organisation nationale de lutte contre la pollution de la mer....  | 12 |
| 3.1 Présentation de TELBAHR.....   | 12 |
| 3.2 Diagnostic de TELBAHR.....   | 14 |
| Chapitre IV - L'atlas TELBAHR, un outil d'aide à la décision .....   | 19 |
| 4.1 Présentation de l'Atlas TELBAHR.....   | 19 |
| 4.2 Présentation de la base de données du golfe d'Arzew.....   | 22 |
| 4.2.1 Climatologie.....  | 22 |
| 4.2.2 Courantologie.....   | 25 |
| 4.2.3. Réseau hydrographique.....  | 27 |
| Partie morpho-sédimentaire de la base de données.....  | 27 |
| 4.2.4. Bordure côtière.....  | 27 |
| 4.2.5. Sédimentologie sous-marine.....   | 31 |
| Partie écologique de la base de données.....   | 32 |
| 4.2.6. Trottoirs ou plates-formes à vermetes.....  | 32 |
| 4.2.7. Paysages sous marins (herbiers).....  | 32 |
| 4.2.8. Zone humide de la Macta.....  | 33 |
| 4.2.9. Le thon rouge : Grand migrateur.....  | 33 |
| 4.2.10. Cétacés.....   | 34 |
| 4.2.11. Les tortues marines.....   | 34 |
| 4.2.12. La réserve marine à protéger de Kef kharouba.....  | 35 |
| Partie socio-économique de la base de données.....   | 36 |
| 4.2.13 Zones industrielles - infrastructures portuaires.....   | 36 |
| 4.2.14. Niveau de pollution.....   | 38 |
| 4.2.15. Les ZET.....   | 39 |
| 4.2.16. Activités halieutiques.....  | 41 |
| 4.2.17. Activités aquacoles.....   | 41 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 4.3      | Méthodologie d'évaluation des indices de sensibilité écologique et morpho-sédimentaire et de la vulnérabilité socio-économique..... | 43 |
| 4.3.1.   | Les classifications existantes à travers le monde.....  | 44 |
| 4.3.2.   | La méthodologie adoptée pour la classification de la sensibilité et de la vulnérabilité du golfe d'Arzew.....                       | 44 |
| 4.3.2.1. | Indice de la sensibilité morpho- sédimentaire.....  | 45 |
| 4.3.2.2. | Indice de la sensibilité écologique.....  | 45 |
| 4.3.2.3. | Indice de la vulnérabilité socio-économique.....  | 46 |
| 4.3.3.   | L'implication de la nature des hydrocarbures dans l'évaluation des indices..  | 47 |
| 4.4      | Résultats et discussion : Cartographie de la zone d'étude.....  | 49 |
| 4.4.1.   | Subdivision du golfe d'Arzew.....   | 49 |
| 4.4.2.   | Indice de la sensibilité morpho- sédimentaire.....  | 50 |
| 4.4.3.   | Indice de la sensibilité écologique.....  | 53 |
| 4.4.4    | Indice de la vulnérabilité socio-économique.....  | 56 |
| 4.5      | Scénarios : Utilisation de la base de données comme outil d'aide à la décision en cas de déversement d'hydrocarbures.....           | 61 |
|          | Conclusion et recommandations.....  | 68 |
|          | Bibliographie.....  | 70 |
|          | Liste des figures.....  | 74 |
|          | Liste des tableaux.....   | 75 |
|          | Annexes.....  | 76 |

## Acronymes et abréviations

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>ANP</b>         | Armée Nationale Populaire   |
| <b>AMP</b>         | Aire marine protégée  |
| <b>ASAL</b>        | Agence Spatiale Algérienne  |
| <b>ASS</b>         | Association   |
| <b>ASP</b>         | Aire spécialement protégée  |
| <b>ASPIM</b>       | Aire spécialement protégée d'importance Méditerranéenne   |
| <b>CAR</b>         | Centre d'Action Régional de la Méditerranée   |
| <b>CAMCAT</b>      | Catalan Authorities Marine and Coastal Activities (Contingency Plan for Marine Pollution).                                      |
| <b>CDB</b>         | Convention sur la diversité biologique  |
| <b>CE</b>          | Communauté européenne   |
| <b>CEDRE</b>       | Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentation sur les pollutions des Eaux (France)                                 |
| <b>CELPAP</b>      | Entreprise Nationale de la Cellulose et du Papier   |
| <b>CNL</b>         | Commissariat National du Littoral   |
| <b>CNOSS</b>       | Centre National des Opérations de Surveillance et de Sauvetage  |
| <b>CROSS</b>       | Centre Régional des Opérations de Surveillance et de Sauvetage  |
| <b>DGF</b>         | Direction générale des forêts   |
| <b>EEI</b>         | Equipe d'Evaluation et d'Intervention   |
| <b>EP</b>          | Entreprise Portuaire  |
| <b>ESI</b>         | Environmental Sensitivity Index   |
| <b>FIPOL</b>       | Fond International d'Indemnisation contre les pollutions accidentelles  |
| <b>GNL</b>         | Gaz Naturel Liquéfié  |
| <b>GPL</b>         | Gaz de Pétrole Liquéfié   |
| <b>GTGC</b>        | Groupement Territorial des Gardes Côtes   |
| <b>IFREMER</b>     | Institut Français de recherche pour l'exploitation de la mer.   |
| <b>ENSSMAL</b>     | Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral   |
| <b>ENOF</b>        | Entreprise Nationale des Produits Miniers Non Ferreux & des Substances Utiles   |
| <b>ICCAT</b>       | La Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique  |
| <b>ITOPF</b>       | International Tanker Owners Pollution Federation  |
| <b>IPIECA</b>      | The International Petroleum Industry Environmental Conservation Association   |
| <b>JRC</b>         | Joint Research Center-UE  |
| <b>Lloyd's MIU</b> | Marine information portal located in the UK   |
| <b>MARPOL</b>      | Marine Pollution  |
| <b>MATE</b>        | Ministère d'Aménagement de Territoire et de l'Environnement   |
| <b>MATET</b>       | Ministère d'Aménagement de Territoire, de l'Environnement et du Tourisme  |
| <b>MOTHY</b>       | Modèle Océanique de Transport d'HYdrocarbures   |
| <b>NAFTAL</b>      | Entreprise Nationale de Commercialisation et de Distribution des Produits Pétroliers  |
| <b>NM</b>          | Nautic Mille  |
| <b>NOAA</b>        | US National Oceanic and Atmospheric Administration  |
| <b>OMI</b>         | Organisation Maritime Internationale  |
| <b>ONSM</b>        | Office National de Signalisation Maritime   |
| <b>OPRC</b>        | Convention Internationale sur la préparation de la lutte et la coopération en matière de pollution par les hydrocarbures (1990) |
| <b>ORSEC</b>       | Organisation des secours  |
| <b>OSPREC</b>      | Oil Spills Response Company   |
| <b>PAC</b>         | Plan d'Aménagement Côtier   |
| <b>PAM</b>         | Plan d'Action pour la Méditerranée  |
| <b>PME</b>         | Petites et moyennes entreprises   |
| <b>PNUE</b>        | Programme des Nations Unies pour l'Environnement  |
| <b>PC</b>          | Protection Civile   |
| <b>Polmar</b>      | Pollution marine  |
| <b>REMPEC</b>      | Centre Régional Méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle                             |
| <b>RNE</b>         | Rapport National sur l'Etat et l'avenir de l'Environnement  |
| <b>SIG</b>         | Système d'information géographique  |
| <b>SNGC</b>        | Service National des Gardes Côtes   |
| <b>SONATRACH</b>   | Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures  |
| <b>SONELGAZ</b>    | Société Nationale de l'Electricité et du Gaz  |
| <b>Sous CROSS</b>  | Centre Sous Régional des Opérations de Surveillance et de Sauvetage   |
| <b>SRI</b>         | Système de Référence d'Impact   |
| <b>SAR</b>         | Seek And Rescue   |
| <b>SAFEMED</b>     | Coopération EURO-MED sur la sécurité et la prévention de la pollution par les navires   |
| <b>SARMED</b>      | Seek And Rescue in the MEDiterranean  |
| <b>TELBAHR</b>     | Organisation Nationale de lutte contre la Pollution Marine Accidentelle   |
| <b>PNUE</b>        | Programme des Nations Unies pour l'Environnement  |
| <b>UE</b>          | Union Européen  |
| <b>ZET</b>         | Zone d'expansion touristique  |
| <b>ZICO</b>        | Zone d'intérêt communautaire pour les oiseaux   |
| <b>ZNIEFF</b>      | Zone d'intérêt écologique, faunistique et floristique   |

## Introduction

En situation d'interfaces fragiles, les littoraux sont les réceptacles naturels de nombreuses pollutions d'origine continentale ou marine. Entre les sources terrestres ou marines, celles en provenance des continents et des retombées atmosphériques, sont de loin les plus importantes.

Les pollutions par les hydrocarbures constituent le type de pollutions qui nous intéresse. Elles peuvent être diffuses ou ponctuelles, en provenance des effluents urbains et industriels, mais aussi conséquences des catastrophes qui surviennent en mer ou des déballastages volontaires des navires. Dans les cas de pollutions marines, les nappes, de tailles variées, dérivent pour venir la plupart du temps s'échouer sur les côtes.

Les pollutions par les hydrocarbures dues à des accidents en mer ne représentent qu'une petite part de ce qui se déverse dans le milieu. Cependant, lorsque ces derniers événements surviennent, ils ont nécessairement des conséquences sur l'environnement ainsi que sur le secteur socio-économique des régions touchées (effets directs et indirects). Selon les lieux géographiques, la saison ou la densité de la population, les effets d'une pollution ne sont pas les mêmes.

Ainsi, chaque espace peut être qualifié par sa sensibilité environnementale (écologiques et morpho-sédimentaire) et la vulnérabilité de ses enjeux socio-économiques. C'est le cas du golfe d'Arzew qui présente des atouts majeurs (pétrochimiques, écologiques, touristiques, halieutiques) très intéressants pour appliquer une approche originale d'évaluation de la sensibilité et de la vulnérabilité côtières du golfe d'Arzew. Cette approche s'inscrit dans une démarche de renforcement des outils d'aide à la décision destinés aux gestionnaires en cas de crise pour une meilleure prise en charge, même ultérieure, de la problématique de la pollution marine par les hydrocarbures.

Dans le cadre du présent mémoire de fin d'études, nous tenterons d'aborder les éléments correctifs au dispositif de lutte existant et de contribuer de façon pertinente pour une meilleure aide à la prise de décision en développant une réflexion dans une zone sensible et vulnérable de la côte algérienne potentiellement exposée aux marées noires : le golfe d'Arzew à travers les points suivants :

- Diagnostic du système national de surveillance de la pollution en mer «TELBAHR »
- Identification des composantes du système d'alerte (structurelles et fonctionnelles).
- Conception d'une base de données intégrant la sensibilité écologique, morpho-sédimentaire et la vulnérabilité socio-économique.
- Elaboration d'une carte de sensibilité ou « Atlas TELBAHR » de la zone marine côtière du golfe d'Arzew que nous baserons sur les standards internationaux en vigueur (Fattal, 2008).
- Simulation d'une pollution accidentelle par les hydrocarbures en mer dans le golfe d'Arzew.

## Chapitre I – Problématique de la pollution marine par les hydrocarbures

La mer Méditerranée représente, en superficie, moins de 1% de la surface mondiale, elle est considérée comme l'une des mers les plus exposées au risque de pollution par les hydrocarbures et les substances chimiques dangereuses (TELBAHR, 2006). La vulnérabilité de cette mer est liée à un trafic maritime très dense (près de 40% du trafic maritime mondial) et en particulier à un important volume de brut et de produits raffinés transitant par la région (TELBAHR, 2006). Celle-ci représente la principale voie maritime de transport du pétrole brut à partir des gisements du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord vers les principaux consommateurs.

La côte algérienne constitue une voie de navigation et de transit préférentiel des pétroliers et des tankers dans le bassin occidental (Figure 1.1). Près de 90% des quantités d'hydrocarbures passent à proximité des côtes maghrébines, soit près de 300 millions de tonnes qui y transitent (TELBAHR, 2006).

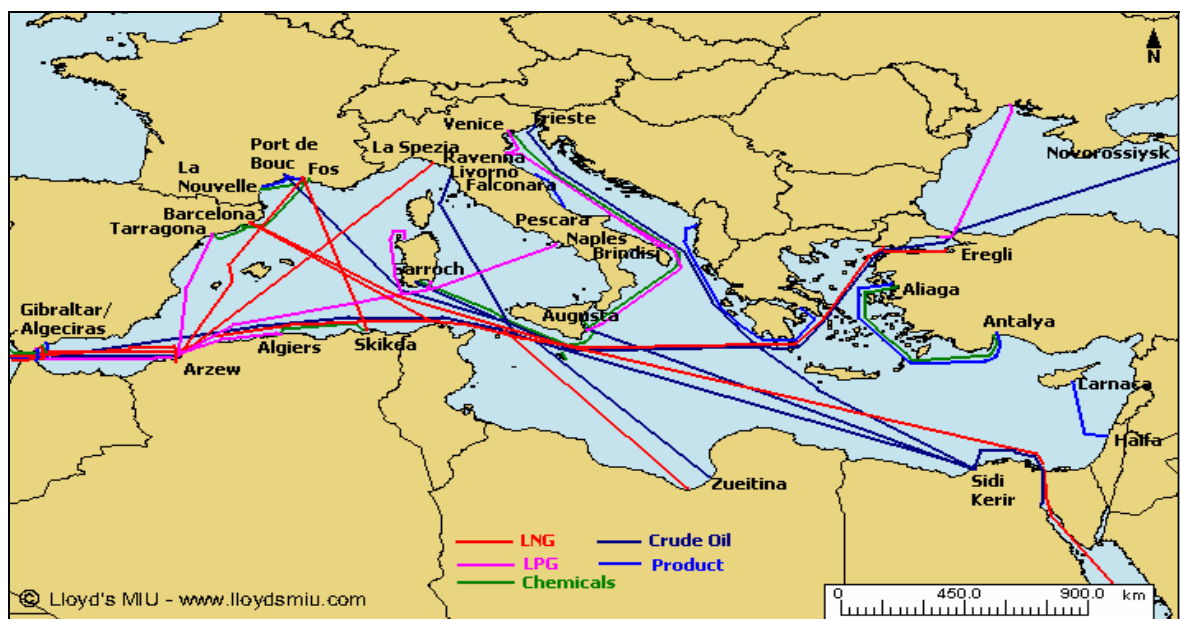


Figure 1.1: Principales routes des Tankers en Méditerranée en 2006 (Source: ©Lloyd's MIU)

Cette situation fait peser une pression importante sur la côte algérienne et la vulnérabilise davantage vis-à-vis des pollutions marines accidentelles car plus de 20% du trafic pétrolier -selon les sources, entre 1200 et 4000 navires par an- et 30% du trafic maritime marchand passent par nos côtes. Ces quantités viennent s'ajouter aux 100 millions de tonnes de pétrole exportés annuellement par l'Algérie qui reçoit aussi des produits raffinés à travers ses terminaux d'Arzew, de Skikda, de Béjaïa et à un degré moindre, Alger (Communication personnelle du président du plan TELBAHR).

Ces quantités sont amenées à augmenter avec la mise en place des bouées de chargement au large d'Arzew (02), de Skikda (02), Béjaïa (01), qui permettent d'approvisionner les navires de gros tonnage pour lesquels l'approche des côtes est trop dangereuse.

En effet, la zone industrielle d'Arzew est considérée comme l'un des principaux pôles pétrochimiques algériens avec celui de Skikda puisqu'elle constitue un point d'exportation vital de gaz vers l'Espagne à travers son gazoduc et un point de chargement de brut pour les différentes compagnies pétrolières internationales.

Il y'a lieu de rappeler que le risque d'accidents majeurs en Méditerranée (Figure 1.2 et annexe 1), notamment près des côtes algériennes est quasi permanent comme le démontre les nombreux accidents pétroliers enregistrés depuis 1971 (annexe 2).

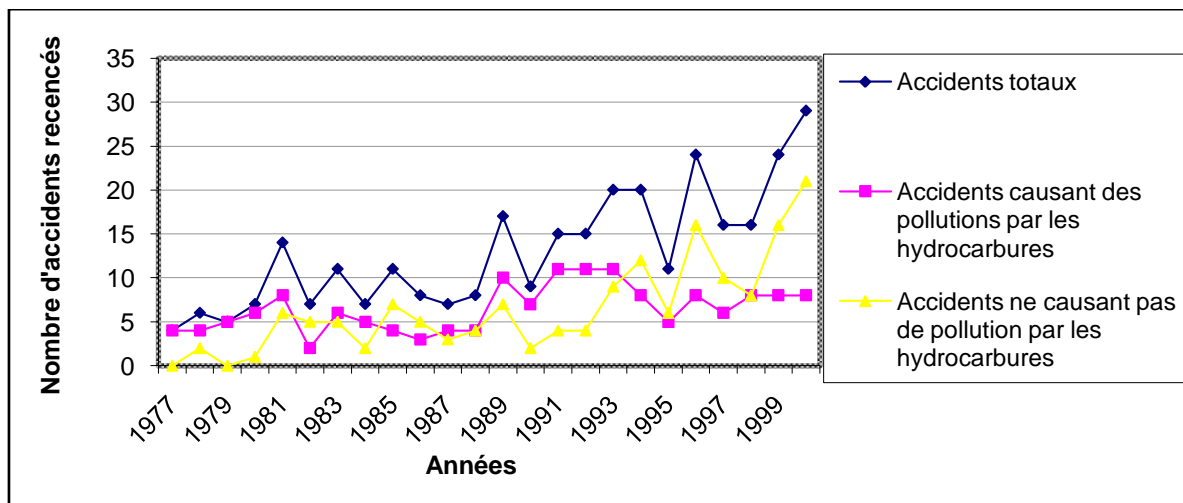


Figure 1.2 : Les accidents causant ou susceptibles de causer des pollutions par les hydrocarbures en Méditerranée (relevés par le REMPEC 1977 – 2000)

De manière générale, il a été montré qu'il y avait à l'échelle globale et régionale des zones qui étaient plus susceptibles d'être polluées par des déversements d'hydrocarbures (Fattal, 2008).

L'expérience des marées noires montre qu'il existe une corrélation entre flux de transport et accidents. En général, ce sont les Pays importateurs qui sont statistiquement plus sujets aux catastrophes, car équipages et navires ont subi pendant une relative longue période de navigation des conditions de mer parfois difficiles. De plus, le risque de catastrophe est d'autant plus important que le pétrolier est vieux et qu'il ne respecte pas les normes internationales.

Certaines régions comme la Méditerranée sont donc, plus vulnérables que d'autres, en raison d'une part d'un trafic maritime intense, mais aussi parce que le niveau de préparation de la lutte contre la pollution y est relativement faible par rapport à l'Atlantique européen par exemple.

En plus des deux catastrophes écologiques fortement médiatisées de l'Erika (1999) près des côtes bretonnes en France et du Prestige (2002) à proximité des côtes galiciennes qui viennent conforter cette idée de risque permanent. Il est utile de rappeler que ces deux pétroliers se dirigeaient vers la Méditerranée. Une conjugaison de plusieurs facteurs d'ordre météorologiques, techniques et humains a été à l'origine de ces deux accidents (CEDRE).

Par ailleurs, la Méditerranée constitue une mer « spéciale » selon les termes de la convention internationale MARPOL 73/78, c'est-à-dire ou tout rejet de produit polluant doit obéir à des règles strictes, ce qui est loin d'être appliqué (figure 1.3). Cette mer est considérée comme un « hotspot » avec 7% de la faune mondiale et l'Algérie recèle au moins 50 sites biostratégiques qui demeurent très sensibles et qui doivent impérativement être préservés (Grimes 2002/CAR ASP-CCBMC).

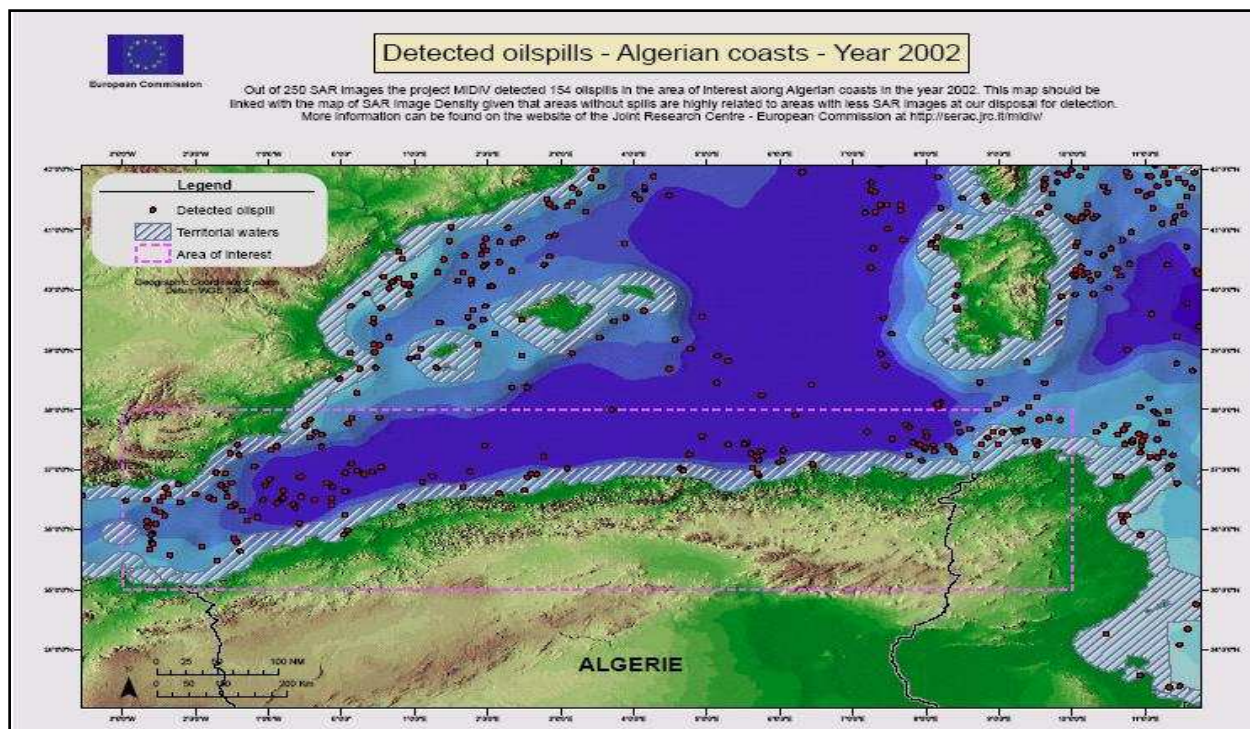


Figure 1.3 : Rejets illicites détectés près des côtes algériennes en 2002 (JRC, Commission européenne /TELBAHR)

Dans le cadre de ce travail, nous vérifierons la vulnérabilité de la côte algérienne vis-à-vis des marées noires et des pollutions accidentelles en mer. Selon Grimes (2002), la vulnérabilité de la côte algérienne est liée à plusieurs facteurs dont les plus importants sont :

- la configuration de la côte,
- la sensibilité et la fragilité de l'écosystème côtier et des ressources qu'il héberge,
- le déficit en capacités humaines, notamment en formations spécifiques et adaptées aux interventions en cas de pollutions de grande envergure,
- L'inadaptation des équipements de lutte disponibles même s'il faut préciser que dans le cas des grandes catastrophes de marées noires, la solidarité transfrontalière est un élément indispensable (voir le cas du Prestige et de l'Erika).
- L'insuffisance de la coordination au niveau local entre les différents intervenants.
- Le déficit en informations océanographiques susceptibles d'orienter la décision lors des marées noires

Dans ce contexte, La responsabilité de l'Etat algérien est engagée dans le cadre de ses diverses actions en mer. Parmi ces actions, figure donc, et pas des moindres, la mission de protection du milieu marin contre les pollutions notamment celles générées par les navires suite aux déversements accidentels de produits d'hydrocarbures ou résultant de rejets illicites lors des activités maritimes ordinaires.

En effet, comme souligné plus haut, le risque grandissant de déversements d'hydrocarbures et la fragilité du milieu marin méditerranéen et sa vulnérabilité à ce type de pollution ainsi que l'intérêt économique et la valeur écologiques que représentent la faune et la flore de ce dernier, sont autant d'indicateurs qui font de sa protection et sa préservation une mission vitale de l'Etat.

Cette mission est actuellement assurée par le plan national de lutte contre les pollutions marines « TELBAHR ».

## **Chapitre II - Cadre juridique de la problématique**

La prise en charge de la problématique de la pollution marine par les hydrocarbures sur le plan préventif et opérationnel a pour cadre légal un ensemble de différentes conventions régionales, internationales ainsi qu'une législation nationale, visant à prévenir les risques de marées noires et, en cas d'accident, intervenir avec promptitude et efficacité en prenant en considération tous les paramètres nécessaires.

### **2.1. Conventions internationales**

Diverses conventions internationales ont été adoptées dans le cadre de l'organisation maritime internationale (OMI) particulièrement sur la sécurité maritime, la prévention de la pollution, la responsabilité et l'indemnisation des dommages. Il s'agit notamment des conventions pertinentes suivantes :

#### ***2.1.1. La convention de Bruxelles de 1969 sur le droit d'intervention en haute mer***

Portant sur l'intervention en haute mer en cas d'accident entraînant ou pouvant entraîner une pollution par les hydrocarbures et entrée en vigueur le 6 mai 1975. L'apport de cette convention porte sur le fait que l'Etat côtier peut prendre en haute mer, sur des navires ne battant pas leur pavillon, les mesures nécessaires pour prévenir, atténuer ou éliminer tout danger grave et éminent menaçant ses côtes.

#### ***2.1.2. La convention MARPOL 73/78 de Londres sur la prévention de la pollution par les navires***

Elle a une vocation universelle et a pour but de mettre fin à la pollution intentionnelle par les hydrocarbures et les autres substances nuisibles et de réduire au maximum les rejets accidentels de ce type de substance.

#### ***2.1.3. La convention des nations unies sur le droit de la mer, dite de Montego Bay (1982)***

Portant sur la proclamation d'une obligation générale pour les Etats de protéger et de préserver le milieu marin de la pollution.

#### ***2.1.4. La convention internationale sur la préparation, la lutte et la coopération en matière de pollution par les hydrocarbures (OPRC 1990)***

Dans le cadre de cette convention, les Etats sont tenus de mettre en place des systèmes nationaux de préparation et d'organisation pour la lutte contre les pollutions marines par les hydrocarbures. Elle constitue également le cadre légal approprié pour une coopération régionale et internationale dans ce domaine.

#### ***2.1.5. La convention internationale de 1992 portant sur la création d'un fond international d'indemnisation des dommages dus à la pollution par les hydrocarbures (FUND, 1992)***

Elle désigne le FIPOL92 comme un fond ayant un rôle complémentaire et subsidiaire en cas de défaillance de l'armateur.

#### ***2.1.6. La convention internationale de 1992 sur la responsabilité civile pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures (CLC, 1992)***

Cette convention s'apprécie par rapport au navire, aux actes dommageables, à la victime, au lieu du dommage et à la nature du dommage.

Et sur le plan régional, en Méditerranée :

#### **2.1.7. La convention de Barcelone (de 1976 modifiée en 1995) sur la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée et ses protocoles notamment celui de Malte sur « prévention et situation critique » de 2002**

Portant sur la coopération des Etats membres lorsqu'il y a pollution marine par l'élaboration des plans d'urgence, sur la promotion des moyens de lutte, sur la surveillance et la prévention ainsi que sur l'échange d'informations des programmes de recherche en vue de contribuer à son développement durable.

D'un autre côté, d'autres conventions internationales ont été adoptées dans le but de préserver le patrimoine biologique et les zones à très forte valeur écologique telles que les zones humides. Il s'agit essentiellement des conventions suivantes :

#### **2.1.8. La Convention sur la diversité biologique de 1992**

C'est un [traité](#) international adopté lors du [Sommet de la Terre](#) à [Rio de Janeiro](#) en [1992](#), avec trois buts principaux : la conservation de la diversité biologique, une [utilisation durable](#) de ses éléments, et un partage juste et équitable des bénéfices des [ressources génétiques](#). Autrement dit, son objectif est de développer des stratégies nationales pour la conservation et l'utilisation durable de la [diversité biologique](#). Il est considéré comme le document clé concernant le [développement durable](#). Elle fut ouverte aux signatures le [5 juin 1992](#) et entra en effet le [29 décembre 1993](#).

#### **2.1.9. La convention de Ramsar (1971)**

La convention relative aux zones humides d'importance internationale plus connue sous le nom de convention de Ramsar est née en Iran de la volonté de promouvoir la conservation des zones humides ainsi que leur utilisation et gestion rationnelles. Elle est venue répondre à besoin urgent face au déclin grave des populations d'oiseaux d'eau. La convention joue un rôle important en s'efforçant d'empêcher toute modification qui serait préjudiciable aux zones humides sur le territoire des pays qui sont Parties Contractantes à la convention.

Sur le plan régional, en Méditerranée :

#### **2.1.10. Le protocole des aires spécialement protégées (ASP)**

Le cadre juridique du programme du PAM a été élargi et modifié à plusieurs reprises depuis l'adoption de la Convention de Barcelone de 1976. En 1999, le nouveau Protocole concernant les Aires spécialement protégées et la diversité biologique en Méditerranée est entré en vigueur. Ce protocole s'applique à l'ensemble des eaux maritimes de la Méditerranée, quelle que soit leur situation juridique, de même qu'à leurs fonds sous-marins, leur sous-sol et aux zones côtières terrestres désignées par chaque partie, y compris les zones humides.

Ce même protocole, définit dans ses articles 8 et 9 les critères d'établissement des aires spécialement protégées d'importance méditerranéenne « ASPIM » et les modalités de création et d'inscription des « ASPIM ». L'Algérie est pleinement concernée par ce protocole car les îles Habibas prétendent selon les critères en vigueur à un statut « ASPIM ».

## **2.2. Législation algérienne**

L'Algérie a mis en place un ensemble des textes réglementaires qui régissent la prévention, la lutte contre les pollutions marines par les hydrocarbures et la nécessité de préserver la biodiversité marine par la création de réserves marines afin de se rallier au concept du « développement durable ». Il s'agit notamment de :

### ***2.2.1. Ordonnance n°76-80 du 23 octobre 1976 modifiée et complétée par la loi du 25 juin 1998 portant sur le code maritime***

Cette ordonnance prévoit que tout déversement volontaire de substances polluantes en mer provenant d'installations industrielles, terrestres ou maritimes, devra faire l'objet d'une autorisation préalable. Elle souligne que le propriétaire d'un navire a bord duquel sont transportés les hydrocarbures en vrac en tant que cargaison, est responsable de tout dommage par pollution qui résulte d'une fuite ou de rejet d'hydrocarbures de son navire.

Tout propriétaire ou armateur de navire, toute personne physique ou morale propriétaire d'une exploitation industrielle, terrestre ou maritime, est responsable des préjudices causés au domaine public maritime, découlant d'un fait de pollution pour lequel le capitaine du navire ou le représentant de l'exploitation est reconnu coupable.

Et selon l'ordonnance n°73-12 du 3 avril 1973 portant création du service national de Gardes-côtes (SNGC) , le SNGC est chargé de l'application des lois et règlements relatifs à la navigation maritime , à la pêche. Il assure la police des eaux territoriales et la protection du domaine public maritime naturel et il participe à l'exécution des polices du balisage et des câbles sous marines.

Il participe aussi à l'assistance et au sauvetage en mer. Il contribue à la lutte préventive ou répressive contre la pollution de la mer par les hydrocarbures en plus il contribue à la surveillance côtière terrestre.

### ***2.2.2. La Loi n° 04-20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes***

La présente loi a pour objet d'édicter les règles de prévention des risques majeurs et de gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.

En effet, les règles de prévention des risques majeurs et de la gestion des catastrophes visent à prévenir et prendre en charge les effets des risques majeurs sur les établissements humains, leurs activités et leur environnement dans un objectif de préservation et de sécurisation du développement et du patrimoine des générations futures.

Elle constitue un système global initié et conduit par l'Etat, mis en œuvre par les institutions publiques et les collectivités territoriales dans le cadre de leurs compétences respectives, en concertation avec les opérateurs économiques, sociaux et scientifiques, et en associant les citoyens dans les conditions définies par la présente loi et ses textes d'application.

Les pollutions marines constituent également un des risques majeurs pris en charge par des dispositifs de prévention et de gestion tel que défini par cette même loi. Il est institué donc un plan général de prévention des pollutions marines, adopté par décret, fixant l'ensemble des

règles et procédures visant à atténuer la vulnérabilité à cet aléa et à prévenir les effets induits par sa survenance.

Concernant la gestion d'une catastrophe, un déversement majeur, il est institué en vertu de la présente loi, une planification des secours, dénommée plans ORSEC. Les plans ORSEC sont mis en place à plusieurs niveaux en fonction de l'ampleur de la catastrophe : national, inter wilaya, wilaya, communal et de site sensible. Il est institué également des plans particuliers d'intervention définissant les mesures spécifiques d'intervention en cas de catastrophe.

Ces plans particuliers d'intervention ont pour objet d'analyser les risques ; de prévoir, le cas échéant, les dispositifs d'alerte complémentaires ; de mettre en œuvre les mesures particulières requises pour maîtriser les accidents ; et enfin d'informer les citoyens sur les mesures prises aux abords du lieu du sinistre.

### ***2.2.3. La Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable***

La loi relative à la protection de l'environnement a pour objectif essentiel d'assurer une protection intégrée de l'environnement et de promouvoir un environnement écologiquement sain et équilibré. Elle vise notamment à prévenir toute forme de pollution ou de nuisance causée à l'environnement, y compris donc les pollutions marines mettant en cause les hydrocarbures et les produits chimiques potentiellement dangereux. Elle a également pour objectif de promouvoir un développement durable des zones côtières et de la frange littorale dans son ensemble.

Cette loi insiste sur les mesures de protection de la mer et des zones côtières. A ce titre, elle souligne l'interdiction de déversement, d'immersion et d'incinération dans les eaux maritimes sous juridiction nationale, de substances et matières de toute nature susceptibles:

- de porter atteinte à la santé publique et aux écosystèmes marins ;
- de nuire aux activités maritimes, y compris la navigation, l'aquaculture et la pêche ;
- d'altérer la qualité des eaux maritimes du point de vue de leur utilisation ;
- de dégrader les valeurs d'agrément et le potentiel touristique de la mer et des zones côtières.

Par ailleurs, le littoral en tant qu'espace géographique stratégique du territoire national doit faire l'objet d'une politique spécifique d'aménagement de protection et de mise en valeur impliquant une coordination de toutes les actions menées par l'ensemble des acteurs de l'Etat comme des collectivités locales y compris la prévention et la lutte contre les pollutions marines.

### ***2.2.4. La loi n°02-02 du 05 février 2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral***

Le diagnostic de la situation environnementale de la frange littorale présenté dans le RNE montre une dégradation déplorable de cet espace stratégique du territoire national à grande valeur écologique, économique et culturelle. Il souligne la nécessité et l'urgence d'intervenir sur les plans curatif et préventif afin d'atténuer les impacts négatifs sur le milieu marin et éviter des situations désastreuses et irréversibles.

La Stratégie Nationale en matière de protection du littoral et de valorisation de ses ressources vise la mise en œuvre d'instruments appropriés qui permettront une utilisation durable du littoral et sa valorisation en assurant une gestion rationnelle de cet espace en tenant compte des contraintes spécifiques aux zones côtières.

Parmi ces mesures, figure la mise en place de plans d'intervention d'urgence contre les déversements majeurs des hydrocarbures et les pollutions générées par les navires.

***2.2.5. Le 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***

Le présent décret institue des organes de surveillance et de sauvetage en mer chargés, notamment de la surveillance du trafic maritime, de la lutte contre toutes formes de pollutions marines 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.

***2.2.6. Le décret n°82-439 du 11 décembre 1982 portant adhésion de l'Algérie à la convention relative aux zones humides, d'importance internationale, particulièrement comme habitat de la sauvagine signée à Ramsar (Iran) le 02 février 1971***

Aux termes de ce décret, l'Algérie a reconnu que les zones humides constituent une grande valeur économique, culturelle, scientifique et récréative, dont la perte serait irréparable notamment pour les espèces migratrices telle que la sauvagine.

Il est donc nécessaire de conserver les zones humides, leur faune, leur flore à travers des politiques nationales prévoyantes conjuguées à une action internationale coordonnée.

***2.2.7. Le décret présidentiel n°95-163 du 06 juin 1995 portant ratification de la convention sur la diversité biologique signée à Rio de Janeiro le 5 juin 1992***

Aux termes de ce décret, l'Algérie a reconnu l'importance capitale de la diversité biologique comme ressource à préserver dans une perspective de développement durable car le bon fonctionnement de la biosphère en dépend.

***2.2.8. Le 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 qui sont coordonnés au niveau national par le Ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'environnement, et régional par le commandant de la façade maritime de la wilaya et par le wali de la wilaya concernée.

D'autre part, la législation nationale a traité la partie dédiée à la protection des écosystèmes sensibles à travers les décrets suivants :

***2.2.9. Le Décret exécutif n° 03-147 du 29 mars 2003 portant classement des Iles Habibas (wilaya d'Oran) en réserve naturelle marine***

Ce décret vient confirmer le statut particulier de ces îles comme étant le premier espace exclusivement marin protégé en Algérie. En effet les îles Habibas constituent un écosystème

fragile, avec des espèces et paysages rares en Méditerranée faisant de leur préservation une priorité absolue

## 2.3. Synthèse des règles internationales et algériennes régissant la problématique de la pollution marine par les hydrocarbures

### 2.3.1. Conventions internationales

L'essentiel de la réglementation internationale est résumé dans le tableau 2.1.

Tableau 2.1 : Synthèse des règles régissant la problématique de la pollution marine par les hydrocarbures à l'échelle internationale

| Conventions internationales  | Etat de leur ratification par l'Algérie  | Prescriptions relatives aux pollutions marines   |
|--|--|--|
| La <b>Convention internationale de Bruxelles 1969</b> sur le « Droit d'intervention en haute mer en cas d'accident entraînant ou pouvant entraîner une pollution par les hydrocarbures » | Non, mais elle fait l'objet actuellement d'un examen en vue de sa ratification et de sa mise en adéquation avec la réglementation algérienne (TELBAHR, 2006) | Attribution d'un droit à l'Etat côtier de « <i>prendre des mesures appropriées</i> » (Art 5), pour assurer sa protection à l'égard de tout navire naviguant en haute mer, lorsqu'il y a « <i>danger grave et imminent</i> » de pollution susceptible d'avoir des « <i>conséquences dommageables très importantes</i> » (Art 1)   |
| La convention MARPOL 73/78 de Londres sur la prévention de la pollution par les navires  | Oui  | Elle constitue le fondement de la répression des rejets polluants des navires en précisant ce qui est licite ou non en matière de déversements d'hydrocarbures par un navire.  |
| La convention des Nations Unies sur le droit de la mer, dite de Montego Bay (1982)   | Oui  | Obligation générale des Etats de protéger et de préserver le milieu marin à travers des mesures prises séparément ou conjointement visant à prévenir, réduire et maîtriser la pollution du milieu marin quelque soit la source en utilisant les moyens les mieux adaptés dont ils disposent.   |
| La convention de Barcelone (1976) sur la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée et son protocole de Malte « prévention et situation critique » de 2002.            | Oui  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer les capacités des Etats côtiers dans la prévention et la lutte contre les pollutions</li> <li>• Développer et faciliter la coopération entre Etats pour prévenir et lutter contre les pollutions marines.</li> <li>• Assister les Etats souhaitant développer leur capacité de réponse face aux pollutions marines et la facilitation de l'échange d'informations, la coopération technologique et la formation.</li> <li>• Promouvoir le dialogue entre les Etats visant à une meilleure coordination des actions à l'échelle nationale, régionale et mondiale pour la mise</li> </ul> |
| La <b>Convention internationale « sur la préparation, la lutte et la coopération en matière de pollution par les hydrocarbures » de 1990 (Convention</b>                                 | Non, mais elle fait l'objet actuellement d'un examen en vue de sa ratification et de sa mise en adéquation avec la réglementation algérienne (TELBAHR,       | L'art 6 oblige les Etats signataires à mettre en place un système national de lutte rapide et efficace contre les pollutions par les hydrocarbures avec : <ul style="list-style-type: none"> <li>• la désignation des autorités nationales compétentes chargées de la préparation et de la lutte contre cette pollution</li> <li>• Mise en place d'une <b>quantité minimale de matériel de lutte</b>, d'un programme <b>d'exercice</b> et de <b>formation</b> au</li> </ul>  |

|       |       |   |
|-------|-------|---|
| OPRC) | 2006) | personnel concerné, de plans détaillés et des moyens de communication et d'un mécanisme pour coordonner les opérations de lutte avec toutes les ressources nécessaires. |
|-------|-------|---|

### 2.3.2. Législation algérienne

L'essentiel de la réglementation algérienne est résumé dans le tableau 2.2.

Tableau 2.2 : Synthèse des récentes règles régissant la problématique de la pollution marine par les hydrocarbures à l'échelle algérienne

| Loi   | Prescriptions relatives au domaine marin  | Prescriptions relatives aux pollutions marines   |
|---|---|--|
| 02-02 sur la protection et la valorisation du littoral  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obligation de protéger le littoral en respectant les vocations de chacune des zones particulièrement en cas de catastrophe.</li> <li>• Obligation de maintenir les équilibres naturels de la zone littorale en dépit des activités liées à l'occupation et à l'utilisation des sols littoraux.</li> <li>• Obligation d'établir des classements en aires protégées de toutes les zones présentant un intérêt environnemental.</li> <li>• Mise en place de plans d'aménagement spécifiques en cas de pollution incluant un conseil de coordination côtière.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Désignation du CNL comme étant l'organisme national responsable de la mise en œuvre de la politique nationale de protection des zones côtières et de l'établissement de leur inventaire.</li> <li>• Les mesures à prendre en cas de pollution marine sont incluses dans les stratégies des plans d'aménagement côtiers (PAC).</li> </ul>    |
| 03-10 sur la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obligation de prévenir l'environnement contre toute forme de pollution ou de nuisance causée à l'environnement.</li> <li>• Promotion de la gestion intégrée des zones côtières.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cette loi cadre bien avec la nécessité de protéger le milieu marin et ses activités connexes, notamment dans le cas d'une crise environnementale telle qu'une marée noire. Cela dit, l'aspect opérationnel n'a pas été désigné explicitement. Ce dernier pourrait être amélioré par l'instauration du principe pollueur – payeur</li> </ul> |
| 04-20 sur la prévention des risques majeurs et la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualification des pollutions marines comme risques majeurs dans les champs d'application de cette loi.</li> <li>• Gestion des catastrophes par des plans ORSEC à plusieurs niveaux en fonction de l'importance de ces pollutions.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Omission du rôle du plan TELBAHR dans le déclenchement, la coordination et l'identification des acteurs de la lutte contre les pollutions marines.</li> </ul>   |

## **Chapitre III - TELBAHR, organisation nationale de lutte contre la pollution marine par les hydrocarbures**

### **3.1 Présentation du dispositif national TELBAHR (source : TELBAHR, MATET)**

Dans le cadre de sa Stratégie Nationale de l'Environnement et en adéquation avec les instruments juridiques internationaux et notamment la Convention de Barcelone de 1976 (modifiée 1995) et ses protocoles et notamment celui de Malte « Prévention et situation critique », le Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement a lancé, dès le mois de septembre 2001, un processus de mise en place et de développement d'un dispositif de prévention et de lutte contre les pollutions marines qui s'est soldé par l'arrêté ministériel du 06 février 2002 portant sur la composition et les modalités de fonctionnement du comité TELBAHR de wilaya.

Le dispositif TELBAHR est une organisation multisectorielle coordonnée par le ministre chargé de l'environnement et regroupant les représentants de plusieurs ministères et administrations. Il s'agit en l'occurrence du service national des gardes côtes et de la protection civile, en qualité d'acteurs opérationnels, chargés également de la conduite des opérations, des entreprises portuaires et pétrolières détentrices de moyens de lutte et de personnels qualifiés d'intervention, du ministère chargé de l'environnement pour le volet organisationnel et aussi d'autres administrations intervenant dans les différentes phases de gestion d'une situation de crise.

L'organisation nationale TELBAHR de lutte contre les pollutions marines et institution de plans d'urgence, instituée par le décret exécutif n° 94-279 du 17 septembre 1994 en vertu de la loi relative à la protection de l'environnement de 1983 abrogée aujourd'hui et remplacée par la loi relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

Ce dispositif repose sur la mise en œuvre de Plans d'Urgence au niveau local, dans les quatorze wilayas côtières, au niveau régional, par rapport aux trois façades maritimes, (Alger, Oran et Jijel) et à l'échelle nationale. Ces plans d'urgence sont gérés par des Comités TELBAHR permanents correspondants.

Les comités sont coordonnés au niveau national par le Ministre de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, régional par le Commandant de la façade maritime et de la Wilaya par le Wali de la Wilaya concernée.

#### **3.1.1. Les Plans d'urgence TELBAHR (national, régional et de Wilaya)**

Les plans d'urgence TELBAHR précisent les dispositions à prendre par les autorités concernées dans les zones de leur compétence (Wilaya, façade maritime, échelle nationale) pour faire face à une menace de pollution du milieu marin résultant d'un accident maritime, terrestre ou aérien qui entraîne ou risque d'entraîner le déversement en mer d'hydrocarbures ou de toutes autres substances ou produits susceptibles de porter atteinte à la santé publique ou au milieu marin dans son ensemble. Ils dressent également la liste des moyens disponibles et fixent les procédures de mise en œuvre de ces moyens.

Les plans TELBAHR s'appliquent en cas de pollution effective, mais également en cas de menace grave de pollution.

### **3.1.2. Les Comités TELBAHR**

Les comités TELBAHR (national, régional, de Wilaya) outre la coordination des actions des différents départements ministériels et organismes en matière de préparation et d'organisation de la lutte contre les pollutions marines, sont chargés notamment de :

- Prendre toute mesure nécessaire à l'amélioration des capacités d'intervention des organismes chargés de la lutte contre les pollutions marines;
- Proposer la répartition des moyens de lutte et de fixer les priorités d'intervention;
- Veiller à la formation des personnels nécessaires à la lutte contre les pollutions marines;
- Proposer la répartition des moyens de lutte et de fixer les priorités d'intervention en tenant compte des zones considérées comme vulnérables, sensibles ou dangereusement exposées aux déversements;
- Veiller au financement des dépenses entreprises et à leur recouvrement;
- Suivre le déroulement des opérations de lutte depuis le déclenchement du plan jusqu'à sa clôture officielle et évaluer les dégâts occasionnés par les pollutions;
- Initier et de mettre en œuvre des exercices de simulation du plan TELBAHR;
- Présenter un rapport annuel au Chef du Gouvernement sur l'Etat de préparation des différents plans TELBAHR;

Les comités TELBAHR sont dotés de secrétariats techniques permanents.

### **3.1.3. Procédures de déclenchement et de clôture des plans TELBAHR**

Le déclenchement et la clôture des plans d'urgence TELBAHR interviennent conformément aux procédures définies dans les chapitres 2 et 3 du décret n° 94-279 du 17 septembre 1994 (Arbre décisionnel en annexe 3).

Ils relèvent de la compétence du :

- Ministre chargé de l'environnement, le chef du gouvernement informé, pour le plan national.
- Commandant de la façade maritime, le ministre chargé de l'environnement informé, pour le plan régional.
- Le wali territorialement compétent, le Chef de la façade maritime informé, pour le plan de wilaya.

### 3.2. Diagnostic de TELBAHR

A la lumière de *l'expérience du TELBAHR* dans la gestion de quelques cas de naufrage ou d'échouage de navires sur nos côtes et d'autres événements de mer (Annexe 4), ce plan devrait être actualisé. Aussi courte soit elle (2001- 2007), cette expérience a été riche en enseignements et surtout très significative dans la mesure où elle a contribué à une importante prise de conscience de toutes les parties concernées par la problématique en question.

C'est également en regardant de près l'expérience d'autres Etats dans la gestion de crises, comme celles de du naufrage du Prestige (novembre 2002) qui fait suite à celui de l'Erika (décembre 1999), pour ne citer que ces deux accidents majeurs. Cette actualisation de TELBAHR trouve sa légitimité dans l'application des récents textes de lois et des instruments juridiques internationaux pertinents en la matière ratifiés par l'Algérie (citées ci-dessus).

Dans ce contexte, il est devenu nécessaire de dresser le bilan du TELBAHR depuis son initialisation en septembre 2001. Qu'en est il aujourd'hui de l'Etat de préparation du dispositif TELBAHR dont la mission essentielle, comme souligné plus haut, consiste à faire face aux déversements en mer des hydrocarbures et de toute substance nocives à afin d'éviter, ou du moins réduire, les dommages, parfois irréversibles, que peuvent causer ces déversements ? Comment l'Etat conduit cette action vitale ?

Durant la courte période (2001-2007), il y a eu plusieurs situations de crise, au nombre d'une centaine (annexe 4), que l'organisation TELBAHR a eu à gérer durant cette même période. Elles ont révélé la complexité des tâches à accomplir, aussi bien dans la phase de préparation du dispositif que lors des interventions. Un manque flagrant de précision dans l'identification des responsabilités dans la conduite des différentes opérations de lutte comme dans leur exécution, altérant ainsi l'efficacité de TELBAHR, a été relevé (Laouira, 2008).

Il est donc nécessaire voire urgent d'apporter les clarifications appropriées et lever toute ambiguïté dans l'interprétation de la réglementation en vigueur et, le cas échéant, procéder à des modifications ou amendements.

Actuellement, l'Etat du dispositif TELBAHR se présente comme suit (Laouira, 2008) :

#### *Aspect organisationnel*

Les différents comités TELBAHR installés auprès des quatorze Wilayas littorales et des trois régions maritimes ne sont pas effectivement mis en place. Le déficit en moyens humains et matériels dans leurs secrétariats techniques ne permet pas à ces organes pertinents d'animer et de coordonner convenablement les activités des comités et par conséquent mener à bien les missions qui leurs sont assignées. Cet état de fait est relevé aussi bien au niveau du comité national comme dans les comités régionaux et de wilaya.

### *Aspect opérationnel*

les mécanismes d'activation des plans d'urgence TELBAHR ne sont pas suffisamment fonctionnels, ils sont lents et peu efficaces. Ceci concerne les premières mesures d'urgence, c'est-à-dire les procédures d'alerte et de mise en demeure des navires en cause, comme les opérations de lutte proprement dite.

Quant au rôle à jouer par les capitaineries des ports et les entreprises pétrolières, acteurs opérationnels essentiels, il a été complètement occulté dans la réglementation régissant TELBAHR. C'est aussi le cas de la place dans le dispositif TELBAHR des centres opérationnels, le CNOSS et les CROSS, institués à cet effet par un décret présidentiel en 1995, qui reste à préciser.

### *Plans d'urgence*

Les plans d'urgence TELBAHR restent au stade de projets. Ceci s'explique probablement par l'absence d'une instance de coordination désignée explicitement selon une référence réglementaire, d'une part, et le fait de ne pas confier cette tâche à l'autorité même chargée de la mise en œuvre de ces plans une fois approuvés, d'autre part.

### *Les moyens*

En outre, la réglementation en vigueur n'identifie pas les moyens anti-pollution propres au TELBAHR, un outil essentiel du dispositif, et ne désigne pas les parties chargées de se doter de ces moyens.

### *Prévention de la pollution*

Concernant les actions de prévention de la pollution, les moyens sont dérisoires voire inexistantes pour certaines tâches essentielles notamment les opérations de surveillance de la pollution dans les eaux territoriales.

En effet, la surveillance aérienne ou satellitaire de la pollution marine, y compris dans le cadre d'une coopération ou d'un partenariat avec d'autres Etats ou organismes, est quasi absente. Quant à la surveillance de la pollution à l'aide uniquement de moyens nautiques, elle reste insuffisante et peu dissuasive.

Ce constat explique la difficulté de disposer d'une évaluation relativement objective de l'ampleur de la pollution et l'absence de statistiques sur les rejets illicites des hydrocarbures dans les eaux sous juridiction et à l'intérieur des enceintes portuaires. Ces données seraient très utiles dans le choix des mesures préventives à prendre.

### *Exercices de lutte*

---

Quant aux exercices de lutte antipollution fiables et effectifs, un moyen pratique essentiel dans l'évaluation du niveau opérationnel de TELBAHR mettant en jeu l'ensemble des acteurs, ils ne peuvent vraiment être exécutés. Cette situation s'explique notamment par le manque voire l'absence de moyens de lutte à tester.

Tous les éléments abordés ci-dessus montrent que la prise en charge du plan TELBAHR est devenue urgente et nécessaire pour faire face au risque de pollution et de vulnérabilité de l'environnement marin. Pour cela, nous proposons ci-dessous toute une série de recommandations et des axes de réflexions qui permettraient une meilleure approche dans la conduite du plan TELBAHR :

### *Actualisation de la réglementation de TELBAHR*

---

Une série de textes réglementaires, y compris les instruments internationaux en vigueur ratifiés par l'Algérie, existe. Néanmoins, pour une bonne gouvernance intersectorielle appuyant sa légitimité sur un corpus de textes complet et cohérent et surtout d'applicabilité, il serait impératif voire urgent d'apporter les modifications et les complémentarités nécessaires et répondre ainsi à une mise en adéquation exigée par l'évolution rapide du trafic maritime entraînant sans cesse l'augmentation du risque de déversements majeurs accidentels et illicites des hydrocarbures.

### *Désignation des missions et des moyens de chaque acteur de TELBAHR*

---

Il est nécessaire de procéder à une identification explicite des missions des acteurs de TELBAHR. Celles-ci ne devraient pas être dictées par une logique de moyens mais par les responsabilités de chacun. Par ailleurs, il serait nécessaire de désigner les parties devant se doter de moyens et de définir les lots appropriés (propres au TELBAHR, sous-traitance, réquisition) et une autorité unique, civile ou militaire, chargée de la coordination des moyens; une mission à définir en adéquation avec celles des CNOSS et CROSS.

Il faut rappeler aussi que les trois centres opérationnels (Est, Centre et Ouest) dotés des moyens appropriés et encadrés par des équipes spécialisées continuellement formées et entraînées, constitueront une *Task Force* de TELBAHR capable d'intervenir avec promptitude et efficacité, dans l'activation des plans TELBAHR comme dans la mise en œuvre des mesures préventives.

### *Financement*

---

Il est indispensable de procéder à une identification des sources viables de financement du TELBAHR pour assurer sa préparation et son intervention en vue d'une lutte plus efficace à travers les quatorze wilayas côtières et au niveau des trois façades maritimes. Aussi, ceci permettrait davantage de flexibilité et de rapidité d'exécution du dispositif de lutte.

### *Constatation et traitement judiciaire des rejets illicites*

L'actualisation du dispositif législatif et réglementaire peut renforcer sensiblement la capacité de l'Etat à lutter contre la menace de pollution de la mer. En effet, une spécialisation de l'institution judiciaire, à travers la mise en place d'un réseau de procureurs et d'enquêteurs, permettrait d'améliorer les procédures de constatations et d'accroître l'efficacité du traitement judiciaire des rejets polluants et des déversements de produits nocifs en mer.

Il s'agit essentiellement de maîtriser la préparation des dossiers à présenter à la justice et à introduire auprès du Fond d'indemnisation conformément à la convention internationale de 1992 sur la responsabilité civile pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures (CLC 92) et la convention internationale de 1992 portant création d'un fond international d'indemnisation des dommages dus à la pollution par les hydrocarbures (FUND 1992).

### *Surveillance de la pollution*

Il serait utile de renforcer et de moderniser les moyens de surveillance y compris au-delà de la mer territoriale, notamment les gardes côtes pour être en conformité avec les recommandations de la convention de Bruxelles 1969. Ceci pourrait être effectif en développant la détection des hydrocarbures par des techniques de télédétection (en collaboration avec l'ASAL par exemple), par les photos aériennes lors des différentes patrouilles des gardes côtes et en leur affrétant des embarcations spécialisées et rapides à cet effet.

### *La coopération*

Une attention particulière devrait être accordée au renforcement de la coopération en Méditerranée, dans un cadre bilatéral ou multilatéral. Actuellement le Partenariat Euro-méditerranéen sur la sécurité maritime et la prévention de la pollution provenant des navires (SAFEMED) est en train d'être monté en plusieurs phases par le REMPEC.

Par ailleurs, Il faudrait dynamiser l'accord sous régional (Algérie, Tunisie et Maroc) et le plan SARMED (Algérie et Espagne) et initier d'autres accords. Ceci contribuerait pleinement au développement de la capacité des dispositifs antipollution de chaque pays.

### *Lutte contre la pollution tellurique*

Le dispositif TELBAHR devrait aussi prendre en charge, en plus des déversements de substances nocives en milieu marin, la problématique de la pollution tellurique. Les Etats parties de la convention de Barcelone sont tenus d'élaborer des lignes directives et, le cas échéant, des normes et des critères concernant les modalités de mise en place des canalisations utilisées par les émissaires côtiers, la qualité des eaux rejetées en mer et leur traitement, le contrôle et le remplacement progressif des produits industriels susceptibles de polluer le milieu marin.

### *Articulation avec d'autres plans d'urgence*

Veiller particulièrement aux relations à prévoir, le cas échéant, avec d'autres plans de sûreté (par exemple, les plans de sûreté des installations portuaires) et avec d'autres mesures de sûreté déjà en place. Il faudrait également prêter attention aux relations avec d'autres plans d'intervention (par exemple, les plans d'intervention en cas de marée noire, les plans d'urgence portuaires, les plans d'intervention en cas de risques industriels et énergétiques, des risques portant sur la santé humaine et des risques portant sur la santé animale et végétale, etc.). L'objectif est de définir l'articulation de TELBAHR avec d'autres plans d'urgence tels que les ORSEC et les SAR.

### *Optimisation de la gouvernance multisectorielle*

Le premier élément d'une bonne coordination entre décideurs, face à une pollution qui se déplace, est la transmission d'une information complète, intégrant non seulement ce qui est connu, mais aussi la liste de ce qui est ignoré en direction des autorités administratives, des ministères, des élus concernés, pour qu'ils soient informés directement et puissent mieux gérer les interventions et pressions qui leur parviendraient, et en direction de la presse et du public, ou du service responsable de leur information, pour assurer une parfaite transparence de ce qui est décidé et de ce qui est fait.

A plus grande échelle, il s'agirait de mettre en place un espace commun et unique (intégrant le plan TELBAHR) de concertation, d'échange et de suivi des politiques maritimes (conventions de Barcelone et ses protocoles, Marpol73/78, OPRC90, FIPOL 92, CLC 92, législation nationale) pour un développement effectif de TELBAHR;

### *Développement de l'expertise*

Désignation des organes experts d'aide à la décision de l'Etat et chargés de la formation des ressources humaines pour assister les autorités en charge de la lutte contre les pollutions marines à appliquer les différentes stratégies dictées par les multiples domaines d'intervention de l'expertise. Ces stratégies concernent, entre autres :

- Conception des bases de données opérationnelles TELBAHR
- l'analyse des polluants,
- l'analyse de la qualité des eaux,
- le suivi des polluants en mer et leur évolution spatio-temporelle
- le nettoyage et de ramassage à la côte
- l'administration de soins à la faune (essentiellement les oiseaux)

Ces organes seront en charge aussi de fixer les conditions d'une mobilisation appropriée des experts et d'assurer la coordination des expertises susceptibles d'être fournies par d'autres organismes nationaux ou étrangers (REMPEC, CEDRE, IFREMER, NOAA..etc.).

## **IV- Elaboration d'une base de données « Atlas TELBAHR »**

### **4.1. Présentation de l'Atlas TELBAHR**

#### **4.1.1. Contexte : Pourquoi doit-on élaborer un atlas TELBAHR ?**

L'expérience a montré que seule une bonne connaissance des caractéristiques environnementales (morpho sédimentaire, écologique) et socio-économique du site menacé ou affecté par une pollution accidentelle, peut permettre aux responsables de la lutte d'orienter rationnellement leur choix et d'optimiser ainsi les opérations d'intervention à lancer (CEDRE, 1996).

En effet, outre la nature et la quantité du polluant, ce sont les caractéristiques environnementales et économiques du site sinistré qui déterminent les priorités et la faisabilité d'intervention et influent sur le choix des techniques et des matériels de lutte les mieux

appropriés. Ils orientent également le choix des lieux préférentiels de dépôt des déchets des hydrocarbures ramassés.

Par ailleurs, nous savons que si ces informations existent la plupart du temps, elles ne sont pas toujours disponibles en totalité à l'endroit et au moment voulus. C'est-à-dire au niveau des Postes de Commandement (PC) et dès le début de la crise.

En outre, le caractère hétérogène de ces informations, dû à une diversité d'origine et de présentation, ne facilite pas leur consultation ni leur analyse.

L'objectif recherché donc à travers l'Atlas *TELBAHR* consiste à rassembler en un seul document et sur support informatique, l'ensemble des données pertinentes disponibles afin d'éclairer les décideurs quant aux choix de la stratégie et des techniques de lutte à utiliser pour une gestion optimale d'une crise.

#### **4.1.2 Objet de l'atlas TELBAHR**

L'atlas *TELBAHR* a pour objet de servir de document opérationnel destiné aux responsables de la lutte contre les pollutions accidentelles du littoral par les hydrocarbures. Il est conçu en tant qu'outil d'aide à la décision dans le but de permettre aux responsables de la lutte :

- d'évaluer rapidement les risques ;
- de définir les priorités d'intervention ;
- d'orienter le choix quant aux techniques et aux moyens à mettre en œuvre.

#### **4.1.3 Contenu**

L'atlas *TELBAHR* renferme des cartes de deux types, analytique et synthétique. Ce document est réalisé en vue de dresser une typologie des côtes et d'en souligner les caractéristiques écologiques, morpho-sédimentaires et socio-économiques (en terme de sensibilité) qu'il convient de considérer en cas de sinistre, ainsi que les paramètres d'ordre opérationnel à prendre en compte lors du choix de la stratégie d'intervention (Stocks de moyens de lutte *TELBAHR* en annexe 5).

#### **4.1.4 Méthodologie générale**

La réalisation de l'atlas *TELBAHR* s'inscrit dans le cadre de la mise en place du dispositif national de prévention et de lutte contre les pollutions marines par les hydrocarbures, *TELBAHR*. Par conséquent, Il fait partie intégrante des plans d'urgences *TELBAHR* des Wilayas côtières et des trois façades maritimes ainsi que du plan *TELBAHR* national.

Il s'agit donc d'identifier les « sites sensibles » du littoral du golfe d'Arzew. Il a pour but, entre autres, de faire le point sur les différentes données existantes permettant de définir les diverses sensibilités du littoral.

Les données recherchées concernent trois thèmes majeurs autour desquels l'atlas *TELBAHR* sera construit :

- la sensibilité morpho-sédimentaire : données caractérisant le cadre récepteur (nature du substrat, type de côte) et les vecteurs du polluant (courant, vent) ;
- la sensibilité écologique : données recensant les espèces (non exploitées : oiseaux, mammifères marins, ...) et espaces littoraux (réglementés ou pas) qui présentent un intérêt écologique et scientifique reconnu en raison de leur rôle, leur originalité, leur rareté, etc.
- la vulnérabilité économique : données renseignant sur l'utilisation (tourisme, industrie,..) et l'exploitation (pêche, aquaculture, prises d'eau,...) de l'espace littoral.

#### 4.1.5. Origine des données

L'acquisition de toutes les données nécessaires à la réalisation de cette étude s'est basée sur diverses sources (tableau 4.1).

Tableau 4.1 : Origine des données

| Type de données      | Origine  |
|----------------------|--|
| Morpho sédimentaires | Cadastres littoraux et mémoires de l'ENSSMAL (ex. ISMAL)   |
| Ecologiques          | Cadastres littoraux, Ouvrages, Rapports, publications, données personnelles de M. Grimes (ENSSMAL) |
| Socio-économiques    | Cadastre national du littoral, presse nationale, mémoires de l'ISMAL                               |

#### 4.1.6. Architecture et organisation de la base de données

La base de données TELBAHR comprend les parties suivantes :

##### Une série de cartes de synthèse

Cette partie est, d'un point de vue opérationnel, l'élément majeur de l'atlas *TELBAHR* puisqu'elle permet une vue synoptique du littoral.

Elle est présentée sous la forme :

- de cartes de synthèse présentant les différents types de côtes et leur sensibilité ainsi que les ressources et les espaces naturels biologiques.
- de cartouches résumant l'utilisation et l'exploitation de l'espace (activités industrielles et touristiques, prises d'eau de mer, secteurs de pêche et d'aquaculture).

##### Une présentation générale du contexte géographique

Cette présentation concerne la partie des deux wilayas de Mostaganem et d'Oran constituant le golfe d'Arzew. Elle est réalisée à l'aide d'une série de cartouches indiquant les caractéristiques météo océaniques (bathymétrie, courants, température de l'eau, vent.) :

### Trois séries de cartes thématiques analytiques

Ces cartes permettent d'appréhender de manière plus fine, à l'échelle de la commune, les caractéristiques du littoral. Ces documents détaillent respectivement :

- les faciès littoraux : les différents substrats intertidaux, les différents types de côtes. En outre, les différents secteurs côtiers ainsi identifiés font l'objet d'une classification en fonction de leur sensibilité à l'égard des hydrocarbures ;
- les espaces protégés et les aires d'intérêt scientifique ;
- l'utilisation et l'exploitation de l'espace littoral.

### Organisation de la base de données TELBAHR

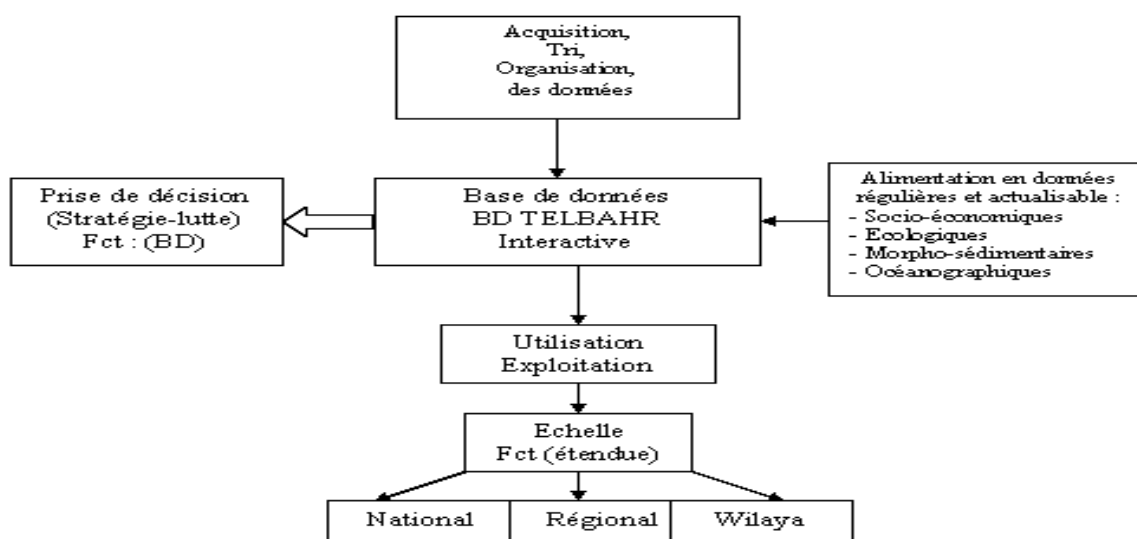


Figure 4.1. Architecture de la base de données de l'Atlas TELBAHR

### 4.2. Base de données du Golfe d'Arzew

Le golfe d'Arzew est l'un des plus importants golfes du littoral algérien. Il est situé sur la côte Ouest algérienne, il est limité à l'Ouest par le Cap Carbon et à l'Est par l'oued Chélif (figure 4.2).

Ce golfe présente un plateau continental très réduit au pied des djebels Ourousse et Sicioum, c'est-à-dire à Cap Ferrat et Cap Carbon alors que la pente du plateau continental devient de plus en plus douce à partir de Marsat El Hadjaj jusqu'à l'embouchure de l'oued Chélif.

Au débouché des plaines de Sig et Mohammadia, le plateau continental est important. Les fonds du golfe d'Arzew sont en pente douce de l'isobathe 0 m à celui de 200 m, la largeur du plateau est environ de 25 km.

En particulier entre l'isobathe 50 m et 100 m, les fonds descendent en pente très douce, distance entre ces deux isobathes est environ 20 km (Bakalem, 1980).

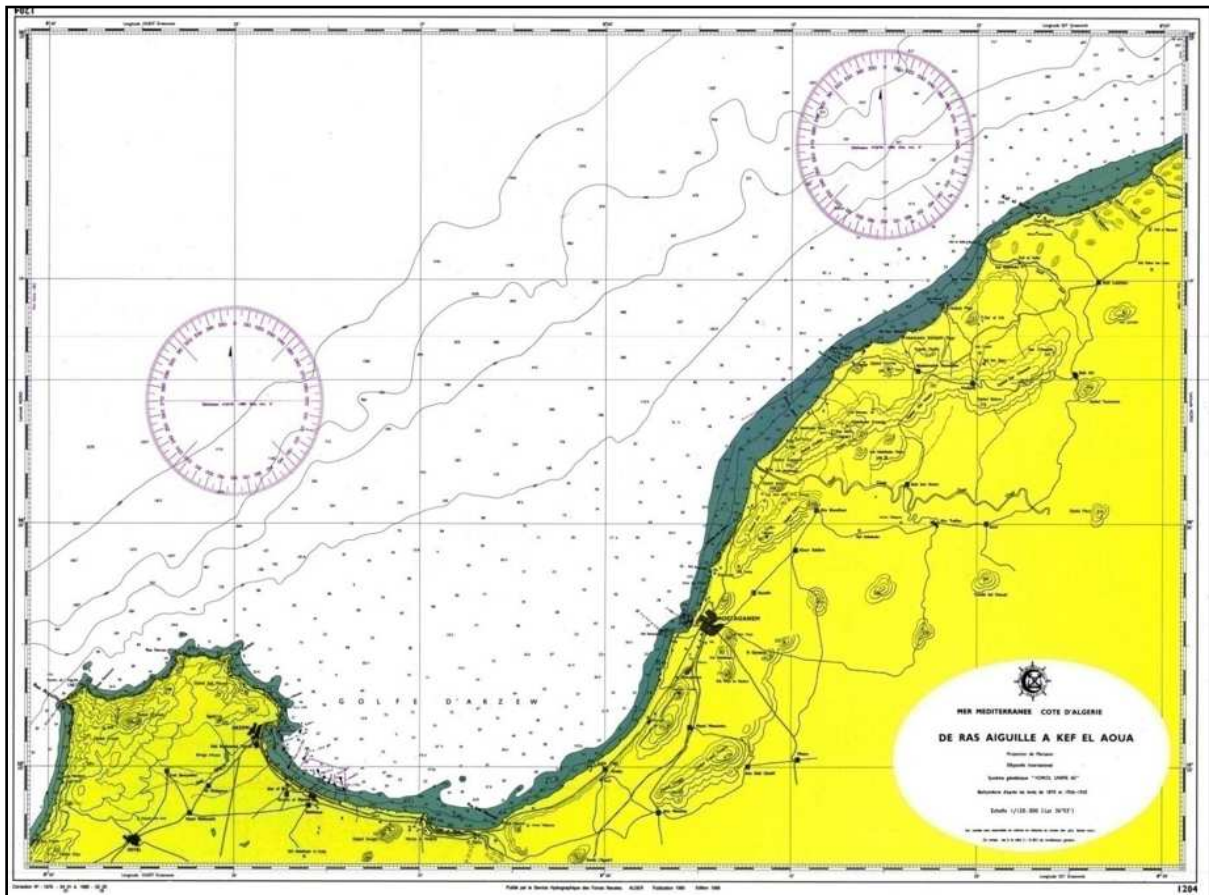


Figure 4.2. Carte marine du golfe d'Arzew

#### 4.2.1. Climatologie de la région

##### 4.2.1.1. La pluviométrie

En Oranie, on distingue deux types de pluies littorales en fonction de leurs fréquences :

Selon *Bouras et al. (2007)*, la zone littorale de l'Oranie connaît deux types de pluies en fonction de leurs fréquences :

-Les pluies à haute fréquence qui se localisent dans la région d'Oran et qui s'associent à la dynamique marine profonde et au changement du niveau marin. Ces pluies sont faibles et montrent leur plus forte intensité au cours des derniers mois de l'année 2007 (100 à 160 mm).

-Les pluies à basse fréquence qui se situent à l'Ouest et à l'Est d'Oran (Béni Saf et Mostaganem). Ces pluies sont importantes par rapport aux premières et présentent une relative stabilité en termes de fréquence.

Les observations marines côtières et les données axées sur 30 ans montrent que les vents des secteurs d'Oran et d'Arzew sont dominants pendant les saisons automnales et hivernales, par rapport à ceux de Béni Saf et de Mostaganem.

La direction des vents est presque perpendiculaire, par endroit, à la côte. Les flux d'humidité associés à ces derniers ont un parcours exclusivement marin et subissent l'effet de divergence induit par l'irrégularité des reliefs et qui aboutit à des taux d'humidités variables (MATE, 2003).

Les moyennes mensuelles de la pluviométrie, des différentes stations météorologiques (de 1976 à 2000), montrent des maxima et des minima, d'amplitude inégale, générant différentes reconfigurations et réponses écologiques de l'ensemble de l'écosystème côtier.

Concernant la variabilité saisonnière de la pluviométrie, le maximum principal est centré sur le mois d'octobre à décembre, et atteint en moyenne 150 mm alors que le maximum secondaire, centré sur les mois de janvier à d'avril, ne dépasse pas 60 mm en moyenne (Figure 4.3) Les minima de juillet et d'août ne dépassent pas 10 mm. Ceci est en parfaite cohérence avec les variations saisonnières des températures maximales. En effet, au moment où elles s'annulent, les précipitations augmentent et vice versa.

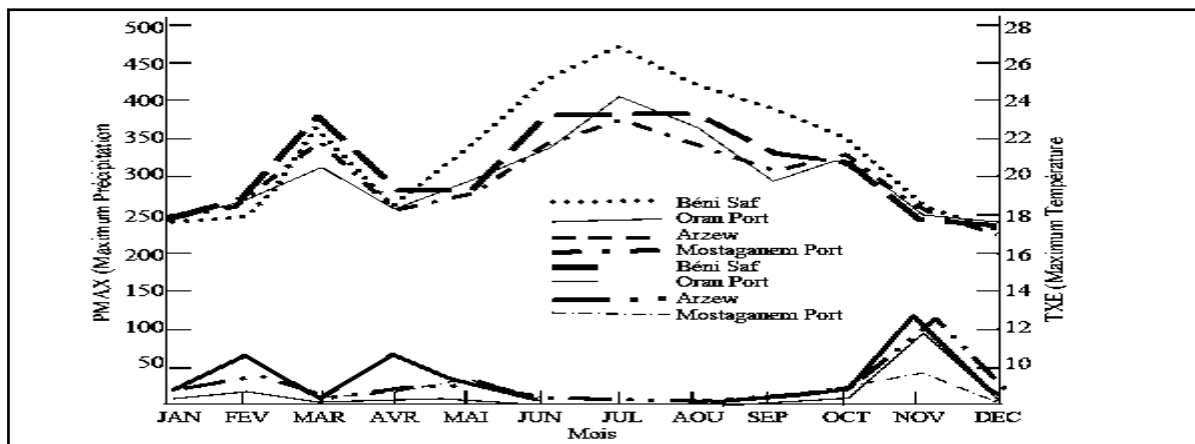


Figure 4.3 : Interface des changements des maximums des températures et des précipitations. PMAX : Précipitation maximum ; TXE : Température maximum

#### 4.2.1.2. Vents de surface

Les données de vent de surface disponibles sont obtenues à partir des relevés météorologiques d'Oran (1976-2000). La figure 4.4 montre l'évolution saisonnière et annuelle de la vitesse du vent, à partir de moyennes mensuelles sur la bande Béni Saf – Mostaganem (1990-2000).

Selon Bouras et al. (2007), Il existe un signal saisonnier important dans la saison hivernale et automnale défini, respectivement, par un maximum aux mois de mars et octobre et un minimum au mois d'août. L'insuffisance des observations réalisées par les bateaux marchands en face d'Oran ne permet cependant pas d'atteindre une description fine de la fréquence des variations du vent.

Le signal annuel semble moins important et montre une dominance de vent sur la côte oranaise que ceux des autres stations et une nette décroissance de la vitesse du vent. Sur une série d'enregistrement (1971-1974), le vent varie entre 110 et 171 Km/h dans différentes directions. Dans la suite de la série et jusqu'à l'année 2000, le vent varie entre 0 et 80 Km/h, avec des directions et provenances très variables (Bouras *et al.*, 2007). Notons, la présence du vent chaud (Sirroco) en provenance du Sud.

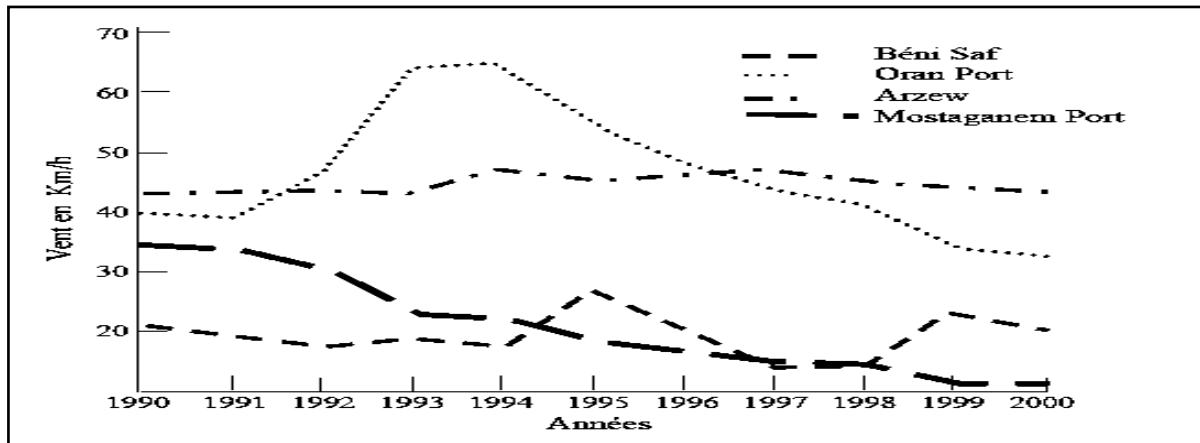


Figure 4.4. Variations interannuelles du régime du vent en Oranie

L'étude des vents au niveau du golfe d'Arzew est importante surtout quand il s'agit de l'étude de la pollution. Les vents sont à l'origine des houles et de certains courants de surface.

Les vents et les houles sont considérés comme des facteurs importants régissant la dilution, la dispersion et les mouvements des polluants. Il s'agit en particulier des vents en direction de la terre (Est à Nord-Est et Ouest Nord-Ouest) qui sont responsables du transport des polluants, de la flottaison des matières très diverses et des hydrocarbures en direction de la côte.

#### 4.2.1.3 La température

Les différentes mesures, effectuées au cours du programme de la réalisation de l'Atlas mondial sur l'Hydrologie de la Méditerranée (Guibout, 1987), ont largement contribué à une compréhension directrice des fluctuations thermiques observées au-dessus du plateau continental algérien. A ces fluctuations s'ajoutent les données thermiques moyennes de surface obtenues de 1976 à 2000 sur le littoral oranais.

Les saisons marines observées de 1976 à 2000 en face d'Oran, de Béni Saf, d'Arzew et de Mostaganem, sur la côte et au-dessus du plateau continental algérien témoignent de la présence de fortes fluctuations saisonnières. Les années modèles obtenues le long du littoral et au-dessus du plateau continental et les moyennes mensuelles montrent :

- une décroissance de la température de septembre à février
- une valeur minimale en décembre-janvier ( $T = 6-8 \text{ }^\circ\text{C}$ )
- une augmentation du mois de mars au mois de juin
- un maximum de juin à août ( $T = 25-28 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

#### 4.2.2. La courantologie

##### 4.2.2.1. En Méditerranée occidentale

La mer Méditerranée est formée d'une série de bassins, occidental et oriental, séparés par le détroit de Sicile. Elle constitue un bassin de concentration. Le bilan hydrique reste toujours déficitaire du fait de l'évaporation intense pendant l'été.

C'est essentiellement par le détroit de Gibraltar que la Mer Méditerranée comble son déficit d'eau en équilibre son bilan hydrique. Le renouvellement des eaux de la Méditerranée est également assuré par le détroit du Bosphore qui communique avec la Mer Noire ainsi que par le canal de Suez qui communique avec la Mer Rouge (Lacombe, 1988).

Le bassin algérien constitue une zone clé pour la circulation générale dans la Méditerranée occidentale (Puillat et *al.*, 2002), un réservoir où l'eau d'origine atlantique s'accumule avant de s'écouler vers le nord et vers l'est (Millot, 1985). En effet, une fois le détroit de Gibraltar franchi, les eaux atlantiques de surface se mélangent aux eaux superficielles. Elles forment une couche d'eau atlantique modifiée de 150-250 m d'épaisseur et d'une salinité de 36.25 p.s.u. Au cours de leur déplacement vers l'Est, une partie d'entre elles est retenue dans des tourbillons anticycloniques à l'Est de la mer d'Alboran (Tintore & *al.*, 1990).

Le reste du flux d'origine atlantique quitte la côte espagnole aux environs d'Almeria pour rejoindre la côte algérienne aux environs d'Oran vers 1° O 35° 40' N. Il prend alors la dénomination de courant algérien. Ce courant coule le long de la côte algérienne avec une largeur de l'ordre de 50 km. Vers 1° E 36° 30' N, son caractère instable devient apparent, avec création de tourbillons cyclonique y associant des upwellings. Ces structures turbulentes provoquent un important mélange des eaux atlantiques et méditerranéennes.

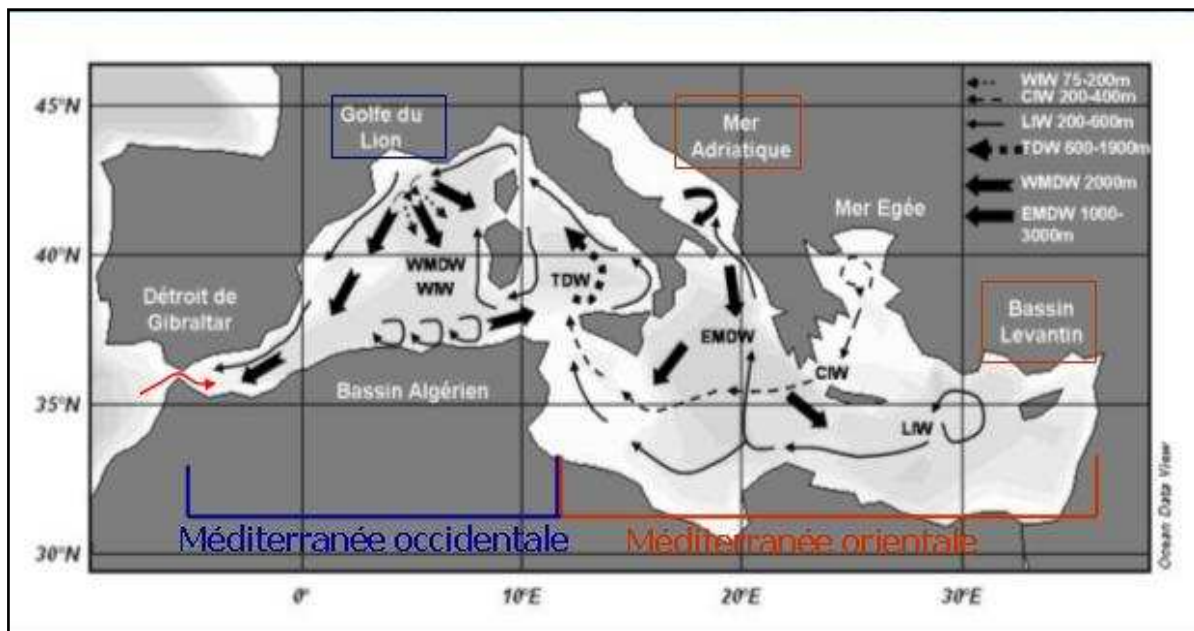


Figure 4.5 : Circulation marine en Méditerranée (source: Ait Ameur, 2008)

#### 4.2.2.2. Au golfe d'Arzew

Au niveau du golfe d'Arzew, les courants sont orientés principalement vers l'Est. Ces courants circulent à des vitesses de 20-30 cm/s au large de Mostaganem (40 km de la côte) et à 50 m de profondeur. A 300 m de profondeur, les vitesses diminuent et sont de 5 cm/s (Benzohra et Millot, 1990).

Près du golfe d'Arzew, une branche de ce courant pénètre dans le golfe, sous l'effet de la force de Coriolis, des contre-courants apparaissent dans le sens des aiguilles d'une montre, leur vitesse très faible, serait de 8 cm/s selon les valeurs obtenues par Govel (1961) et Leclair (1979).

Ces contre-courants permanents résultent du plaquage du courant atlantique contre les côtes algériennes. Le principal contre-courant dans le golfe d'Arzew vient de l'Est (Mostaganem), il suit la côte et remonte au nord d'Arzew, sa vitesse moyenne est de 15 cm/s en surface (Caulet, 1963).



Figure 4.6 : Les courants généraux de surface dans le golfe d'Arzew (Caulet, 1963, adapté par Hariz et Grimes, présente étude)

En ce qui concerne les houles dans le golfe d'Arzew, elles sont induites par les vents de direction Nord-Est, Ouest ou Nord-Ouest selon les saisons. En hiver, les houles sont essentiellement orientées dans la direction Ouest et Nord. Celle de direction Nord-Est et Sud-Ouest restent néanmoins bien marquées avec des fréquences de 20 %. En période estivale, les directions des houles sont inversées. Les houles prédominantes sont cette fois-ci de direction Nord-Est avec une fréquence de 30%.

Le golfe d'Arzew présente une côte diversement orientée. Elle est orientée Nord-Est Sud-Ouest dans la partie orientale du golfe, depuis l'embouchure de l'oued Chélif jusqu'à celle de l'oued Macta. Cette partie du golfe est exposée aux houles de direction Ouest et notamment celles de Nord-Ouest qui frappent perpendiculairement le rivage.

Les houles d'Est et souvent celles du Nord-Est ont une direction parallèle ou tangente à la côte. Les houles engendrent un mouvement qui se matérialise par une dérive littorale d'Est en Ouest favorisant ainsi la dispersion de l'oued Chélif.

A partir de l'embouchure de l'oued Macta, la côte est orientée Est-Ouest puis Ouest Nord-Ouest à partir de Marsat El Hadjaj puis Nord-Ouest Sud-Est près d'Arzew. Toute cette partie occidentale de la côte se trouve exposée aux houles de direction Nord-Est

### 4.2.3. Le réseau hydrographique

Les apports d'eau douce par les oueds du golfe d'Arzew sont irréguliers. Pendant les saisons pluvieuses, les oueds déversent de grandes quantités de sédiments terrigènes, ces apports sont à l'origine d'un envasement du golfe d'Arzew. Nous pouvons citer les différents oueds qui débouchent au niveau du golfe d'Arzew :

#### L'oued Magoun

Situé dans le secteur compris entre la jetée Sud du port d'Arzew et l'unité de gaz liquéfié (ex Camel). Cet oued traîne une grande partie des eaux usées de la ville d'Arzew.

#### L'oued Macta

Il débouche à l'Est de Marsat El Hadjaj, son débit est variable, il dépend des précipitations. En période estivale (saison sèche), cet oued n'atteint pas la mer.

#### L'oued Chéloff

C'est le plus grand oued algérien. Il se situe à l'Est de Mostaganem, ses apports liquides et solides en mer sont permanents ; son débit très important est variable. En période humide ou pluvieuse, le débit liquide annuel est environ 590 de m<sup>3</sup> alors que son débit solide annuel est de 2.4 millions de tonnes (Bakalem, 1980). Cet oued intervient activement par ses apports solides dans la sédimentation du golfe et notamment l'extension de la grande vaseuse du golfe d'Arzew.

### *Partie morpho-sédimentaire de la base de données*

#### 4.2.4.1. La bordure côtière

La bordure côtière du golfe d'Arzew est très diversifiée. D'une part, notons la présence d'importantes dunes localisées essentiellement dans la partie centrale et orientale du golfe. D'autre part, ce golfe présente une alternation de morphologie côtière telle que les côtes sableuses, rocheuses et les falaises (figure 4.7). Tous ces éléments ont été résumés dans les tableaux suivants :

#### 4.2.4.2. Cordon dunaire

L'inventaire des dunes littorales du golfe d'Arzew est résumé dans le tableau 4.2.

Tableau 4.2 : Les dunes du golfe d'Arzew

| Commune littorale |                | Hauteur des dunes (m) |
|-------------------|----------------|-----------------------|
| Marsat El Hadjaj  |                | 30                    |
| Fornaka           | plage El Macta | 15                    |
| Mazagrane         | /              | 15                    |
|                   | Oureah         | 15                    |
|                   | Sablette I     | 16                    |
|                   | Sablette II    | 18                    |
| Benabdelmalek     | Cap Ivi        | /                     |

|         |  |  |
|---------|--|--|
| Ramdane |  |  |
|---------|--|--|

#### 4.2.4.3. Côtes sableuses

L'inventaire des côtes sableuses du golfe d'Arzew est résumé dans le tableau 4.3.

Tableau 4.3 : Les côtes sableuses du golfe d'Arzew

| Commune                        | Nom de la plage    | Longueur (m) | Nature du sédiment        |
|--------------------------------|--------------------|--------------|---------------------------|
| Arzew jusqu'à Marsat El Hadjaj | /                  | 13000        | /                         |
| Fornaka                        | la Macta           | 2060         | Sables et coquilles       |
| Stidia                         | Stidia             | /            | /                         |
|                                | Oureah Ouest       | /            | /                         |
| Mazagran                       | Oureah             | 2480         | Sables et coquilles       |
|                                | Sablette I         | 2000         | Sables fins               |
|                                | Sablette II        | 500          | Sables fins               |
|                                | Sidi Boukhoucha    | 200          | Sables fins               |
|                                | /                  | 130          | Sables fins et gravillons |
| Mostaganem                     | La crique          | 430          | Sables fins               |
|                                | La Salamandre      | 70           | Sables fins               |
|                                | Kharouba           | 320          | Sables fins à Galets      |
|                                | Moulin de Bigart   | 680          | Sables fins à galets      |
|                                | Pointe des pirates | 1560         | Sables fins               |
|                                | Chélif Est         | 5000         | Sables fins               |
| Benabdelmalek                  | Cap Ivi            | 2240         | Sables fins               |
| Ramdane                        | Oulis              | 420          | Sables fins               |
|                                | Total              | ≈ 31090      |                           |

#### 4.2.4.3. Côtes rocheuses

L'inventaire des côtes rocheuses du golfe d'Arzew est résumé dans le tableau 4.4.

Tableau 4.4 : Les côtes rocheuses du golfe d'Arzew

| Commune          | Dénomination | Longueur (m) |
|------------------|--------------|--------------|
| Arzew            | Bouliche     | /            |
| Marsat El Hadjaj | /            | 3500         |

|            |                    |        |
|------------|--------------------|--------|
| Fornaka    | Sidi Mansour       | 177    |
| Stidia     | Côte de Stidia     | 5540   |
| Mazaghran  | Sidi Boukhachoucha | 570    |
| Mostaganem | Salamandre         | 800    |
| Mostaganem | Salamandre         | 230    |
| Total      |                    | ≈10817 |

#### 4.2.4.4. Falaises

L'inventaire des falaises du golfe d'Arzew est résumé dans le tableau 4.5.

Tableau 4.5 : Les falaises du golfe d'Arzew

| Commune                  | Dénomination      | Hauteur (m) | Longueur (m) | Lithologie      |
|--------------------------|-------------------|-------------|--------------|-----------------|
| Arzew                    | Cap Carbon        | 15          | 4500         | /               |
| Fornaka                  | Sidi Mansour      | 40          | 6244         | Moyennement dur |
| Stidia                   | Falaise de Stidia | 3           | 2060         | Moyennement dur |
| Mazagran                 | Boukhachoucha     | 12          | 1700         | Dur             |
|                          | Boukhachoucha     | 18          | 300          | Dur             |
| Mostaganem               | Salamandre        | 15          | 1130         | Dur             |
|                          | Les 3 frères      | 30          | 540          | moyennement dur |
|                          | Moulin Bigour     | 35          | 1750         | Tender          |
|                          | Kharouba          | 25          | 1940         | Dur             |
|                          | Chlef Ouest       | 50          | 2340         | Dur             |
| Benabdelmalek<br>Ramdane | Kef Bougattar     | 3           | 640          | Dur             |
| Total                    |                   |             | 23144        |                 |

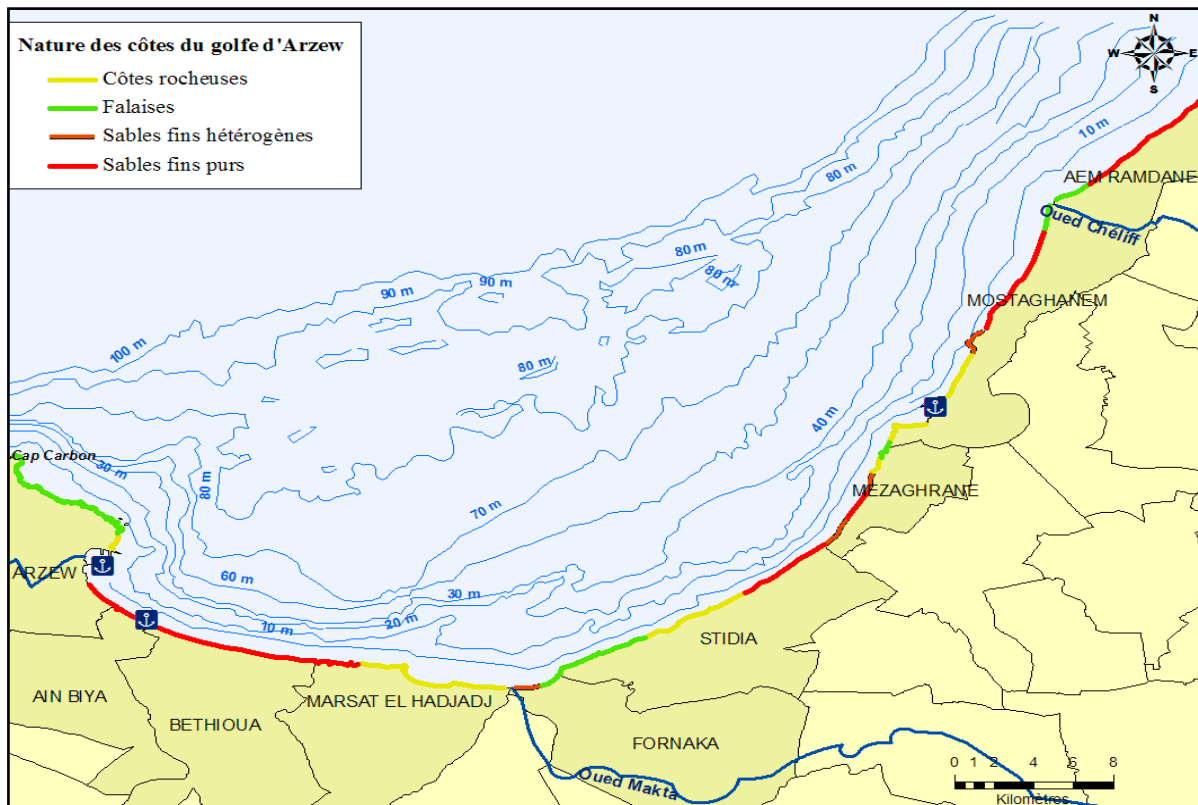


Figure 4.7 : Nature morpho-sédimentaire du golfe d'Arzew

A toutes ces données, nous pouvons rajouter la longueur de la façade maritime de chacune des communes des wilayas d'Oran et de Mostaganem et leurs proportions par rapport à la longueur totale de leurs wilayas respectives (tableau 4.6).

Tableau 4.6 : Longueur et proportions des façades maritimes des communes littorales du golfe d'Arzew de la wilaya de Mostaganem et d'Oran

| Commune de la wilaya d'Oran        | Longueur (km) | (%) du littoral de la wilaya d'Oran        |
|------------------------------------|---------------|--|
| Arzew                              | 17,5          | 14,11                                      |
| Aïn El Bya                         | 2,2           | 1,77                                       |
| Bethioua                           | 7,5           | 6,05                                       |
| Marsat El Hadjadj                  | 8,7           | 7,02                                       |
| Commune de la wilaya de Mostaganem | Longueur (km) | (%) du littoral de la wilaya de Mostaganem |
| Fornaka                            | 6.128         | 2.66                                       |
| Stidia                             | 28.500        | 12.40                                      |
| Mazaghran                          | 13.764        | 5.99                                       |
| Mostaganem                         | 29.594        | 12.88                                      |
| Ramdane Benabdelmalek              | 29.904        | 13.01                                      |
| <b>Total</b>                       | <b>143.79</b> |  |

#### 4.2.5. Sédimentation sous-marine du golfe d'Arzew

Selon Bakalem *in* Grimes *et al.* (2004), Le golfe d'Arzew constitue le débouché de très nombreux oueds, notamment celui de l'oued Chélif, un des plus grands oueds algériens. Les apports solides de ces nombreux oueds contribuent à la sédimentation des fonds de ce golfe. La distribution des sédiments sur les fonds de la côte vers le large est en général conforme au schéma classique.

Les principaux faciès sédimentaires identifiés sont les sables fins forment une bande côtière sur les petits fonds, les sables fins envasés sont très localisés dans les zones abritées, les vases sableuses, comme le faciès précédent, sont un faciès de transition ; elles sont très importantes par leur surface au centre du golfe. Les vases pures, occupent la grande surface du golfe d'Arzew et constituent ainsi une immense vasière qui s'étend des petits fonds vers le large. Cette vasière est la conséquence des apports d'éléments fins (pélites) de l'oued Chélif. Le faciès des graviers sableux, très réduit se localise en face du massif d'Arzew alors que celui des sables graveleux occupe principalement les fonds du large ; c'est le faciès sédimentaire le plus externe du golfe. Les sables graveleux envasés (sédiment de transition) se trouvent dans le secteur Occidental et au large entre les fonds de vases pures et ceux de sables graveleux. Au niveau des côtes rocheuses du golfe (cap Carbon, Marsat El Hadjadj, Stidia), les fonds présentent de nombreux affleurement du substratum constituant des fonds rocheux.

La couverture sédimentaire du golfe d'Arzew est conforme au modèle de distribution des sédiments sur le plateau continental algérien, avec cependant en plus l'existence d'une immense vasière centrale, une zone de sables fins peu étendue vers le large et la présence importante des fonds de sédiments grossiers (figure 4.8).

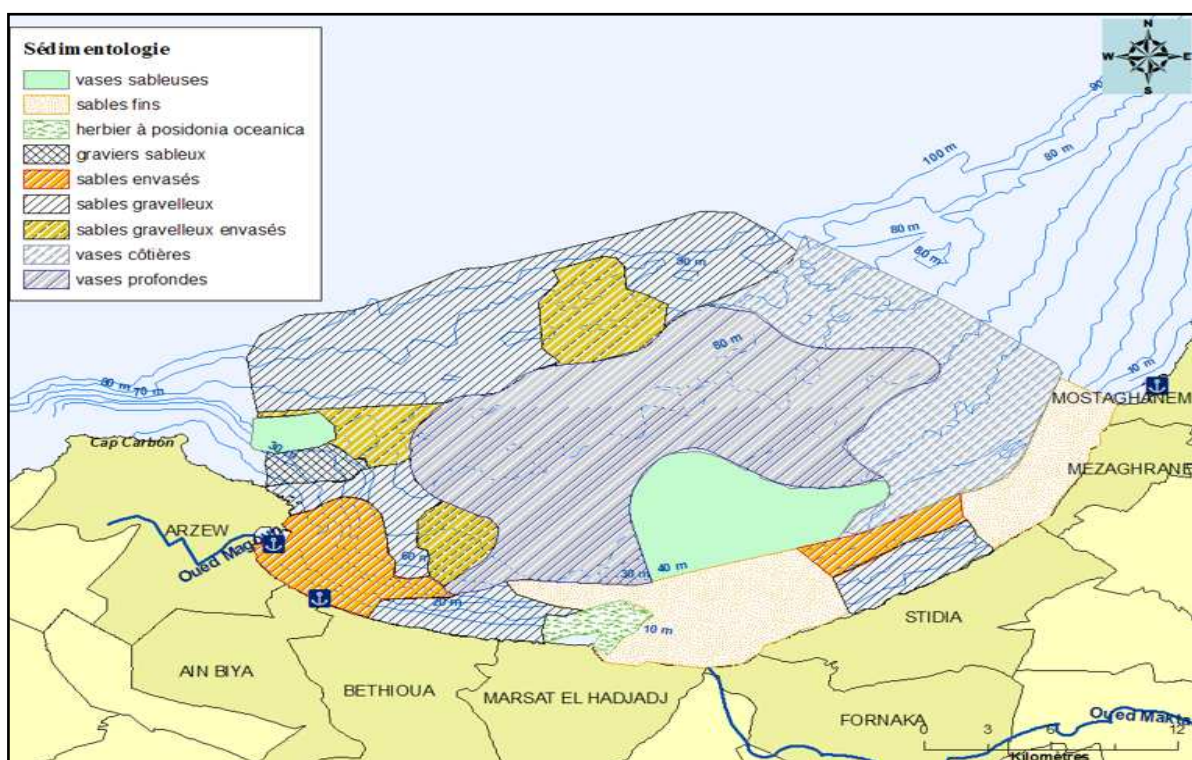


Figure 4.8 : Sédimentologie du golfe d'Arzew  
(Source : Amar Youcef, adapté par Hariz et Grimes, présente étude)

## ***Partie écologique de la base de données***

### **4.2.6. Trottoirs ou plates-formes à vermetes**

Ces structures constituent des paysages remarquables méditerranéens, c'est-à-dire qu'ils représentent "un ensemble structuré d'éléments naturels (géologiques, hydrologiques, végétaux" (Delpech, 1988) auxquels ne s'ajoutent pratiquement jamais des éléments d'origine artificielle liés à l'action de l'homme.

Selon la synthèse réalisée par Bakalem (2005), au niveau du golfe d'Arzew, elles se concentrent dans la zone allant de la ville d'Arzew jusqu'au Cap Carbon (Pallary, 1900 ; observations personnelles). La côte de cette zone est formée de falaises à schistes. Au bas de ces falaises existent des plates-formes très étroites.

Bakalem (2005) les signalent aussi dans la zone de Marsat El Hadjaj (Ex. Port aux Poules) (Pallary, 1900 ; observations personnelles). De l'embouchure de l'oued La Macta à la ville de Marsat El Hadjaj, la côte est formée par des falaises de grès calcaire relativement hautes (environ 15-16 m de hauteur maximale). A la base de ces falaises se développent d'importantes plates-formes à Vermetes, parfois de plusieurs mètres de largeur.

### **4.2.7. Paysages sous-marins (Herbiers)**

L'herbier à *Posidonia oceanica* constitue le principal paysage sous marin des côtes algériennes. Cette espèce colonise la quasi-totalité de l'étage infralittoral et forme de vastes herbiers entre 0.5 et 30 m de profondeur ; toutefois les surfaces occupées restent faibles à cause de l'étroitesse du plateau continental, particulièrement accentuée au niveau des caps.

Selon Semroud *in* Grimes *et al.* (2004), au niveau du golfe d'Arzew, ces herbiers se concentrent dans le secteur du cap Carbon et de la zone de Marsat El Hadjaj et peuvent descendre jusqu'à l'isobathe 30 m. Ils se localisent essentiellement dans la partie orientale du golfe d'Arzew à l'est de la ville de Mostaganem : Kef El Aoua, Kel El Asfer, Kef Oumer, Kef Bou Ghetar, Ras Ouillis, Sidi Abdelkader et Kef Kharouba. Ces herbiers sont bien développés et s'étendent sur plusieurs centaines de mètres entre Kef El Aoua et Kef Oumer.

### **4.2.8. Zone humide de la Macta**

La Plaine de la Macta, d'une superficie de 23.000 ha, est une dépression triangulaire séparée du golfe d'Arzew par un cordon dunaire bordé au Nord Ouest par le massif de la Sebkhah d'Arzew et au Nord Est par la retombée sud du plateau de Mostaganem, la plaine de Sig et de l'Habra qui la prolonge s'élargit fortement dans le sens Est Ouest et atteint au sud les contreforts de l'Atlas Tellien les Monts de Ouled Ali et des Béni Chougrane à Mohammadia.

La Macta se trouve pour sa plus grande partie dans la wilaya de Mascara, le reste des territoires est partagé entre les wilayas de Mostaganem et Oran.

Ses plaines reçoivent toute une série d'Oueds dont les plus importants sont, d'Ouest en Est l'oued Sig, l'oued Habra et l'oued Tinn. La plaine de la Macta comporte à la fois des plans d'eau, des marais et des steppes plus ou moins humides situées en général en dessous de la côte des 9 m. La plaine de la Macta comporte à la fois des plans d'eau, des marais et des steppes plus ou moins humides situées en général en dessous des 9 m.

Les marais de la Macta représentent un type de zone humide rare en Afrique du Nord et unique en Algérie en raison de la diversité de groupements de salsolacées annuelles qu'ils renferment et qui forment rarement de telles associations dans d'autres régions (Ameur, 2001).

La grande biodiversité de la Macta se matérialise par une grande variété d'espèces halophiles, de nombreux invertébrés ainsi que des poissons.

La Macta est réputée pour l'avifaune qu'elle abrite, particulièrement durant la période hivernale. En plus des migrateurs, de nombreux sédentaires trouvent dans cette zone un lieu favorable pour la nidification.

L'avifaune a fait l'objet de nombreux travaux par des ornithologues étrangers, parmi lesquels Metzmacher qui y avait recensé 47 espèces d'oiseaux d'eau dont 17 espèces limicoles, 11 espèces marines et 16 espèces de rapaces ainsi que d'autres espèces terrestres (annexes 6).



Figure 4.9 : Présentation de la zone humide de la Macta (Source: DGF, Algérie)

### Le thon rouge : Grand migrateur

Le thon rouge, *Thunnus thynnus*, est une grande espèce migratrice. Elle présente d'une part un grand intérêt écologique qui mérite une grande attention, notamment avec les menaces d'extinction qui pèsent sur cette espèce selon l'ICCAT et d'autre part, en raison de la forte valeur marchande de l'espèce. La Méditerranée constitue une aire de ponte très importante et elle est considérée comme la zone de pêche la plus importante du thon rouge.

Des pollutions de grande envergure ou à répétition pourraient affecter certaines zones de ponte, c'est la raison pour laquelle l'Algérie à l'instar de tous les Etats membres de l'ICCAT est tenue de préserver cette espèce (quotas de pêche des espèces passant par nos côtes, création de réserves marines....etc.).

#### 4.2.10. Les cétacés

Plusieurs travaux scientifiques ont été consacrés aux mammifères marins des côtes algériennes (Lloze, 1997 ; 1980 ; El Bouali, 1987 ; Dehenia et Mokhtar, 1989; Boutiba, 1989 ; 1992 ; Boutiba, 1994 a, b et c ; Boutiba et *al.* 1996 a, b et c ; Taleb et Boutiba, 1999 ; Boutiba et *al.*, 2001 ; Taleb et Boutiba, 2002). L'inventaire de tous ces mammifères marins est résumé dans le tableau 4.7.

Tableau 4.7 : les différents mammifères marins des côtes algériennes

| Nom de l'espèce  | Distribution sur les côtes algériennes         | Remarques   |
|--|--|---|
| <i>Delphinus delphis</i><br>(Linne, 1758)<br>Dauphin commun                | Présent sur tout le littoral algérien          | Fortes concentrations sur le littoral Centre et Ouest algérien (Oranie)   |
| <i>Stenella coeruleoalba</i><br>(Meyen, 1833)<br>Dauphin bleu et blanc     | Présent sur tout le littoral algérien          | Fortes concentrations sur le littoral Ouest algérien  |
| <i>Tursiops truncatus</i><br>(Montagu, 1821)<br>Grand dauphin ou souffleur | Présent sur tout le littoral algérien          | Fortes concentrations sur le littoral Ouest algérien  |
| <i>Globicephala melas</i><br>(Trail, 1809)<br>Globicéphale noir            | Rare sur les côtes algériennes                 | Observations faites seulement sur le littoral Ouest algérien  |
| <i>Ziphius cavirostris</i><br>(Cuvier, 1823)<br>Ziphius                    | Peu commun et très rarement observé            | De rares échouages surviennent sur le littoral Ouest (région d'Oran) et Centre algérien                                       |
| <i>Physter macrocephalus</i><br>(Linne, 1758)<br>Cachalot                  | Rareté des données concernant ses observations | -Echouage sur les côtes Ouest et centre algériennes.<br>-Observation de trois individus dans la région d'Oran (Boutiba, 1992) |
| <i>Balaneoptera physalus</i><br>(Linne, 1758)<br>Rorqual commun            | Présent sur tout le littoral algérien          | -Echouage sur les côtes Ouest (région de Mostaganem) et centre (région d'Alger) algériennes.                                  |
| <i>Monachus monachus</i><br>Phoque moine                                   | Présent sur tout le littoral algérien          | Population en déclin  |

#### Les tortues marines

Les tortues marines sont parmi les organismes les plus menacées dans le bassin algérien. Deux espèces fréquentent nos côtes (Boutiba, 1992) (tableau 4.8).

Tableau 4.8 : Les tortues marines des côtes algériennes

| Nom de l'espèce   | Distribution  |
|---|---|
| <i>Caretta caretta</i><br>(Linnaeus, 1758) Tortue Caouanne  | -Présente sur tout le littoral algérien.<br>-Signalée en Oranie (Boutiba, 1992) |
| <i>Dermochelys coriacea</i><br>(Linnaeus, 1758) Tortue Luth | -Présente sur le littoral maghrébin mais signalée rarement.                     |

#### 4.2.12. La réserve marine à protéger de Kef kharouba

Dans le plan d'aménagement côtier (PAC) de la wilaya de Mostaganem, l'aire marine de Kef Kharrouba (figure 4.10) a été signalée comme site à protéger. Le tableau 4.9 présente ses coordonnées géographiques.

Tableau 4.9 : Les coordonnées géographiques de la réserve marine à protéger de Kef Kharouba

|              |                     |
|--------------|---------------------|
| Limite Nord  | Isobathe -30 mètres |
| Limite Est   | 0°08'25''E          |
| Limite Sud   | Rivage              |
| Limite Ouest | 0°06'05''E          |

Cette aire marine à protéger est réduite en terme de surface par rapport à d'autres aires marines à protéger proposées dans d'autres wilayas. Ce choix délibéré est en relation avec la flore et la faune marine recensée dans cette région, où l'essentiel des espèces et des paysages sous marins sont regroupés dans cette portion de la côte.

L'extension de cette aire marine à protéger jusqu'à Ras Ouillis permettra d'augmenter les aires de frayères et nurseries des espèces exploitées dans la région, d'où un intérêt considérable sur le plan halieutique.

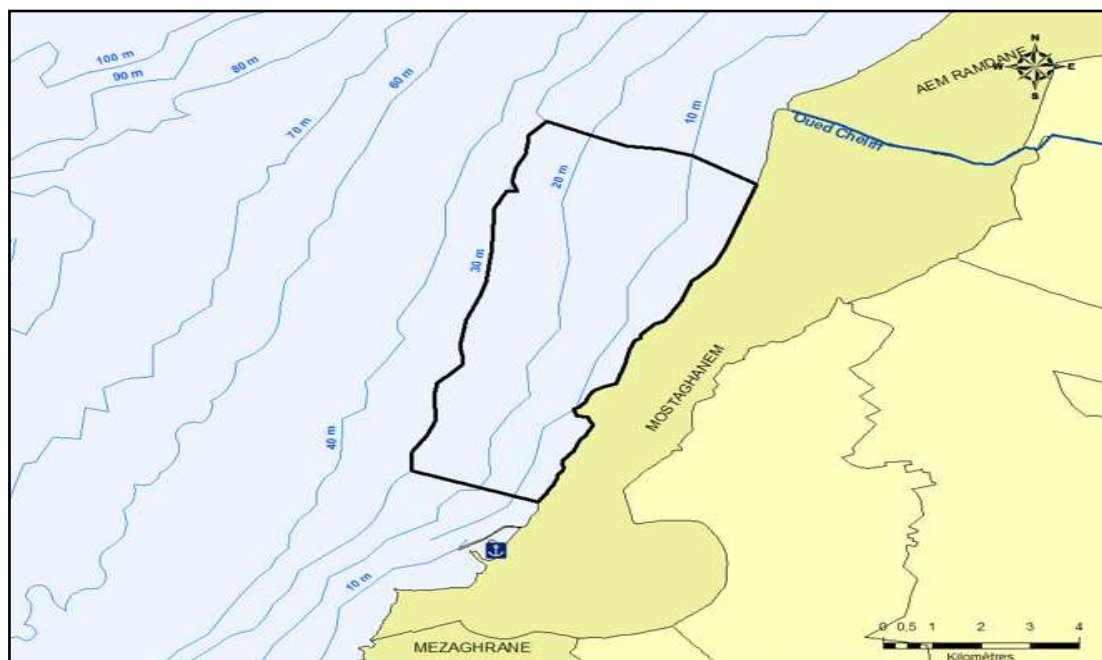


Figure 4.10 : Délimitation de l'aire marine à protéger de Kef Kharouba

## Partie socio-économique de la base de données

### 4.2.13. Zones industrielles - infrastructures portuaires

Le long du golfe d'Arzew, nous pouvons signaler la présence de trois pôles industriels : Arzew, Béthouia et Mostaganem.

#### 4.2.13.1 Zone industrielle d'Arzew : A vocation pétrochimique

Elle est située à l'Ouest du golfe d'Arzew au débouché des plaines de Sig et de l'Habra. Depuis très longtemps le port d'Arzew (figure 4.11) a été utilisé à des fins commerciales. Après l'installation de la zone industrielle, le port s'est spécialisé dans le transport des hydrocarbures. Aujourd'hui, Arzew connaît un développement accéléré et se classe parmi les plus importantes zones industrielles algériennes.

Elle s'étend sur une superficie totale de 961, 69 hectares et permet l'implantation de 15 unités de production et 17 unités de services. Ces unités industrielles génèrent un volume d'emploi total de 12007 dont 30,6 % dans les unités de service, soit une moyenne de 12,5 emplois/ha (Cadastre littoral de la wilaya d'Oran).

Par ailleurs, en dehors de la zone industrielle, on note la présence d'un certain nombre d'unités implantées à l'intérieur du tissu urbain et qui ont fait l'objet de leur délocalisation dans les différents instruments d'urbanisme, particulièrement les unités polluantes et nuisantes; Cependant ces unités demeurent toujours opérationnelles à l'intérieur du tissu urbain malgré leur impact néfaste sur la santé publique.

Arzew possède aussi sa propre station de dessalement composée de 3 unités d'une capacité de 90 000 m<sup>3</sup> dont 20 000 m<sup>3</sup> sont destinés pour les besoins de la zone industrielle d'Arzew ,les 70 000 m<sup>3</sup>/j restants seront injectés pour l'alimentation en eau potable d'Oran .Cette station sera bientôt devancée par la plus grande station de dessalement en Algérie. Il s'agit de la station de Mersat El Hadjaj d'une capacité de production quotidienne de 500 000 m<sup>3</sup>.

Depuis 1977 jusqu'à présent, la population au niveau d'Arzew a augmenté considérablement, elle a presque quadruplé, elle dépasse aujourd'hui les 80 000 habitants. Ce développement urbain considérable est dû principalement à l'industrialisation intense et à l'exode rural important qui se poursuit à l'heure actuelle.

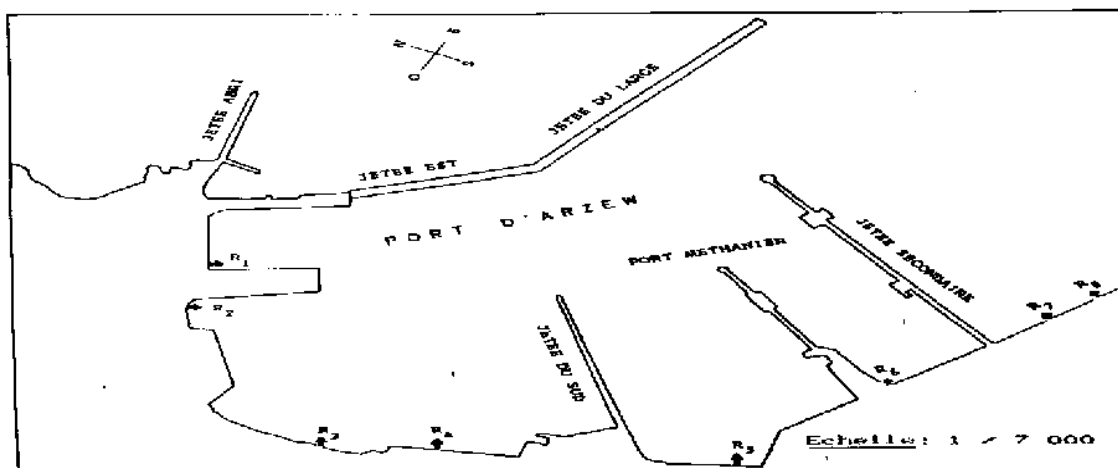


Figure 4.11: Port d'Arzew

### 4.2.13.2 Béthouia et son port

La ville de Béthouia est située à l'Est de la zone industrielle d'Arzew. Cette ville a une population de 14 700 habitants. De construction récente (de 1975 à 1978), son port constitue un élément essentiel dans la chaîne d'expédition de G.N.L. Le port a connu les premiers chargements de G.N.L en 1978.

En plus de sa vocation gazière, ce port assure les enlèvements d'autres produits tels que le brut, le condensat, le G.P.L et les produits raffinés (Cadastre littoral de la wilaya d'Oran).

Ce port qui a connu divers travaux pour son extension et son développement est devenu avec le démarrage des unités pétrochimiques un port spécialisé dans le trafic des hydrocarbures. Il occupe une superficie de 182 hectares. Il possède trois bassins (figure 4.12). Les activités industrielles au niveau de Béthouia sont :

- Le complexe de GNL et la centrale thermique (SONELGAZ).
- Le complexe de GNL : deux unités de liquéfaction de gaz naturel, GNL 1 et GNL 2.

Ces deux unités interviennent dans la liquéfaction des gaz naturels et produisent du GPL. Ce complexe rejette une quantité importante d'eaux usées notamment les eaux de refroidissement qui sont déversés directement en mer.

Ces eaux ayant un débit de 360 000 m<sup>3</sup>/jour ne subissent aucun traitement (Bakalem, 1980). Elles contiennent généralement des hydrocarbures, de la matière organique et des métaux lourds. Leur déversement se fait à l'extérieur du port de Béthouia au niveau du rejet R1. A l'intérieur du port, le rejet R2 amène en mer des eaux usées domestiques et industrielles.

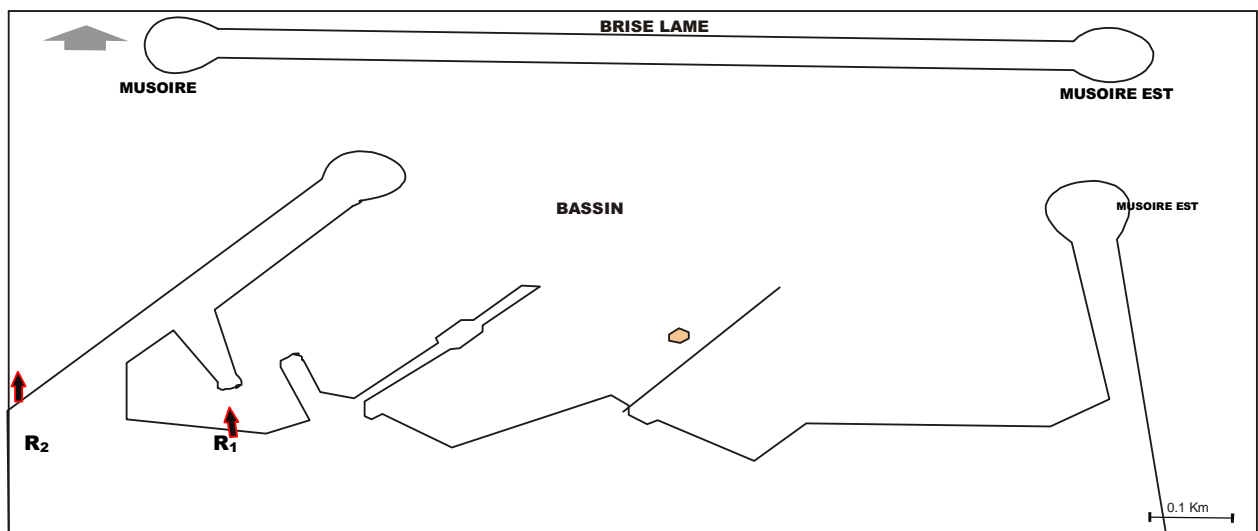


Figure 4.12 : Port de Béthouia

### 4.2.13.3 Mostaganem et son port

Mostaganem est l'une des principales villes de l'Ouest algérien. Sa population est estimée à 140 000 habitants. Son port est situé dans le secteur Est du golfe d'Arzew : sa superficie est de 147 hectares. Il comprend deux bassins : le bassin Sud-Ouest et le bassin Nord-Est (figure 4.13).

Les eaux usées de la ville arrivent en mer par l'intermédiaire de 13 émissaires. Deux sont situés à l'extérieur du port (R12 et R13) et 11 autres se déversent à l'intérieur du port mais ils sont de faible importance (Cadastre littoral de la wilaya de Mostaganem).

La plus grande source de pollution industrielle dans le secteur Est du golfe d'Arzew est le complexe de la papetière CELPAP. Le complexe est composé de 4 unités : l'unité de fabrication de la pâte à papier, l'unité d'électrolyse de saumures, l'unité de fabrication de chlorure ferrique et l'unité de traitement des eaux.

On trouve également d'autres industries à l'enceinte portuaires de Mostaganem telles que : NAFTAL (butine), ENOF (bentonite argile). Leurs rejets d'eaux usées se déversent directement en mer sans subir de traitement.

Notons enfin qu'au niveau de la région de Mostaganem, une station de dessalement d'une capacité de 200 000 m<sup>3</sup>/jour entrera en fonction vers la fin de l'année 2009.

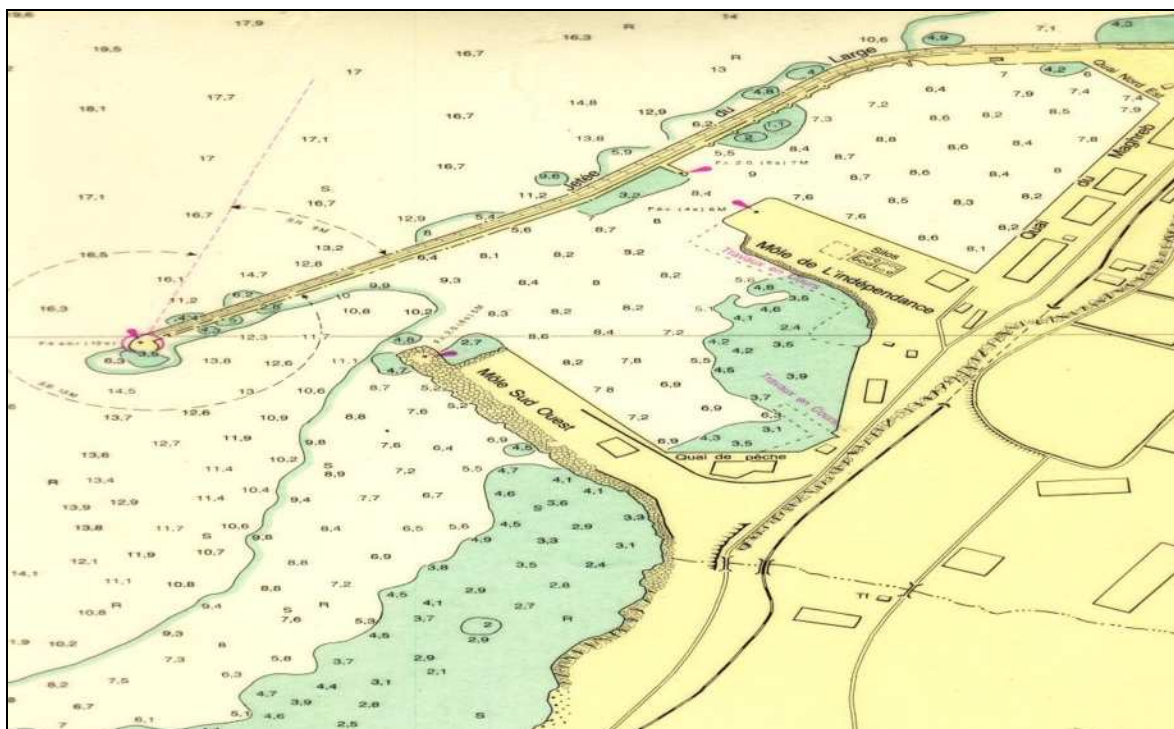


Figure 4.14 : Port de Mostaganem

#### 4.2.14. Niveau de pollution

Selon Grimes et Boudjellal *in* Grimes et *al.* (2004), la pollution par les hydrocarbures a atteint un seuil critique dans la région d'Arzew. La forte variation des concentrations de ces composés témoigne de la diversité des sources de pollution. Les plus fortes concentrations sont signalées au niveau de la frange côtière et à proximité du port d'Arzew. Les importantes activités pétrochimiques dans cette zone contribuent clairement à la contamination en hydrocarbures pétroliers et particulièrement dans le secteur Occidental (1.858-28.835 µg/g) (Sellali, 1996).

La source pétrolière est identifiée par l'abondance des produits à 2, 3 et 4 noyaux condensés. L'existence d'un incinérateur se traduit par des taux importants en composés à 5 noyaux condensés. Pour ce qui est de la pollution par les métaux traces, la région d'Arzew est subdivisée en trois petites zones ; le niveau de pollution diffère d'une zone à une autre en fonction de la nature des industries caractérisant chaque secteur du golfe d'Arzew (Arrar & al., 1998).

La ville d'Arzew est très connue pour son complexe industriel qui s'étend sur une grande partie du golfe, de la ville d'Arzew à Marsat El Hadjaj : Tous les rejets d'eaux usées, de refroidissement des différentes unités industrielles se déversent dans le milieu marin. Les eaux usées se déversent directement en mer sans aucun traitement. Le volume de ces eaux usées domestiques a augmenté considérablement avec la croissance de la population.

La figure 4.14 résume l'ensemble des activités industrielles du golfe d'Arzew

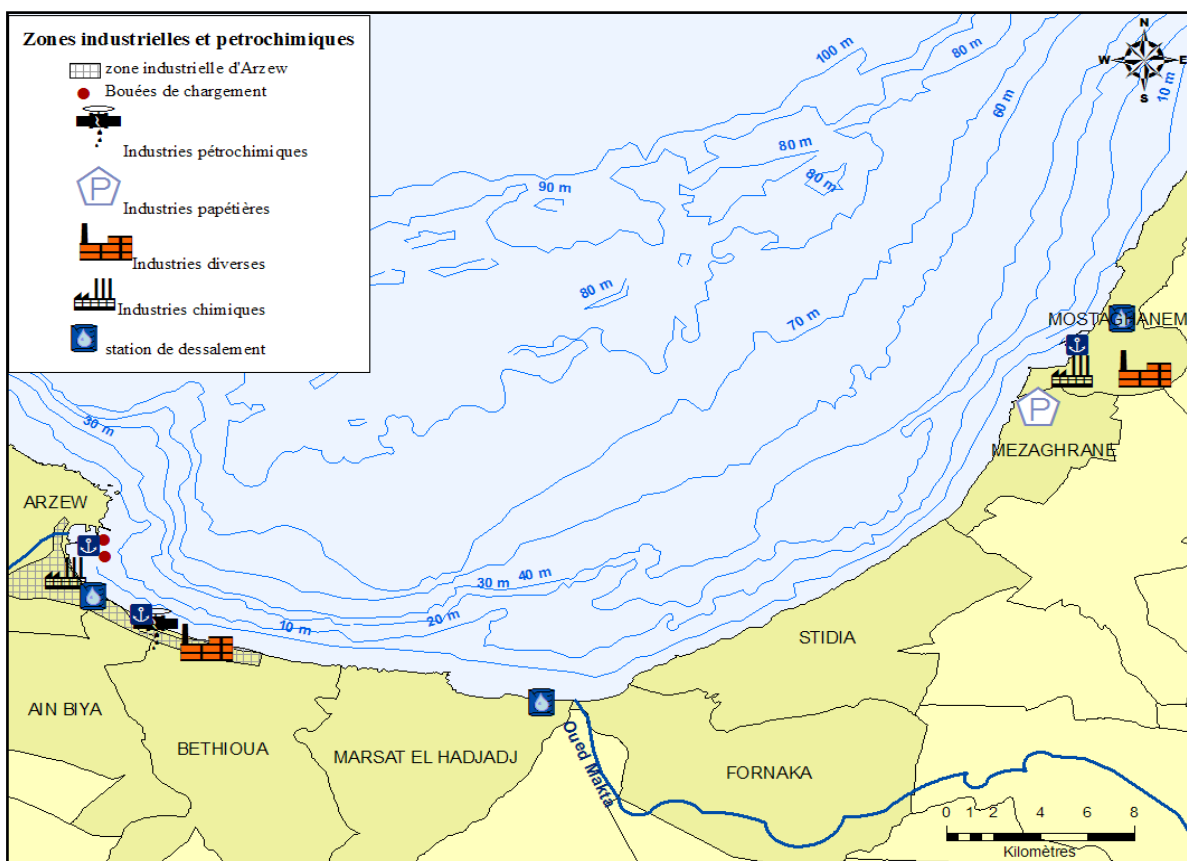


Figure 4.14 : Activités industrielles du golfe d'Arzew

#### 4.2.15. Les zones d'expansion touristique « ZET »

Le littoral du golfe d'Arzew comprenant la partie Est de la wilaya d'Oran et la partie Ouest de wilaya de Mostaganem recèle de fortes potentialités touristiques nécessitant la préservation et la valorisation de ses côtes. En effet, plusieurs Zones d'Expansion Touristiques (ZET) ont été dégagées dans le cadre de l'étude du Schéma Directeur d'Aménagement Touristique (SDAT).

Les ZET du cap Carbon et de Marsat El Hadjaj (tableau 4.10) ont été désignées comme ayant une vocation dominante pour la wilaya d'Oran (Cadastre littoral de la wilaya d'Oran).

Tableau 4.10 : ZET de la partie occidentale du golfe d'Arzew

| COMMUNES       | Dénomination ZET     | Superficie (ha) |                        |       | Capacité baigneurs | Vocation Touristique                                  |
|----------------|----------------------|-----------------|------------------------|-------|--------------------|---|
|                |                      | ZET             | Terrains Constructible | Plage |                    |   |
| Arzew          | Cap Carbon           | 105             | 05                     | 1,6   | 1 600              | Activité Journalière<br>Capacité d'hébergement limité |
| Marsat Hadjadj | El Marsat El Hadjadj | 410             | 40                     | 120   | 4 000              | Station balnéaire                                     |

Nous distinguons cinq ZET en projet dans la partie orientale du golfe d'Arzew, situées toutes dans la wilaya de Mostaganem :

Tableau 4.11 : ZET de la partie orientale du golfe d'Arzew

| Nom de la ZET   | Commune    | Superficie (ha) |
|-----------------|------------|-----------------|
| Macta           | Fornaka    | 75.5            |
| Stidia plage    | Stidia     | 48              |
| Oureah Sablette | Mazagran   | 230.5           |
| Kharouba        | Mostaganem | 413             |
| Chlef plage     | Mostaganem | 525             |

La figure 4.15 présente l'ensemble des ZET du golfe d'Arzew.

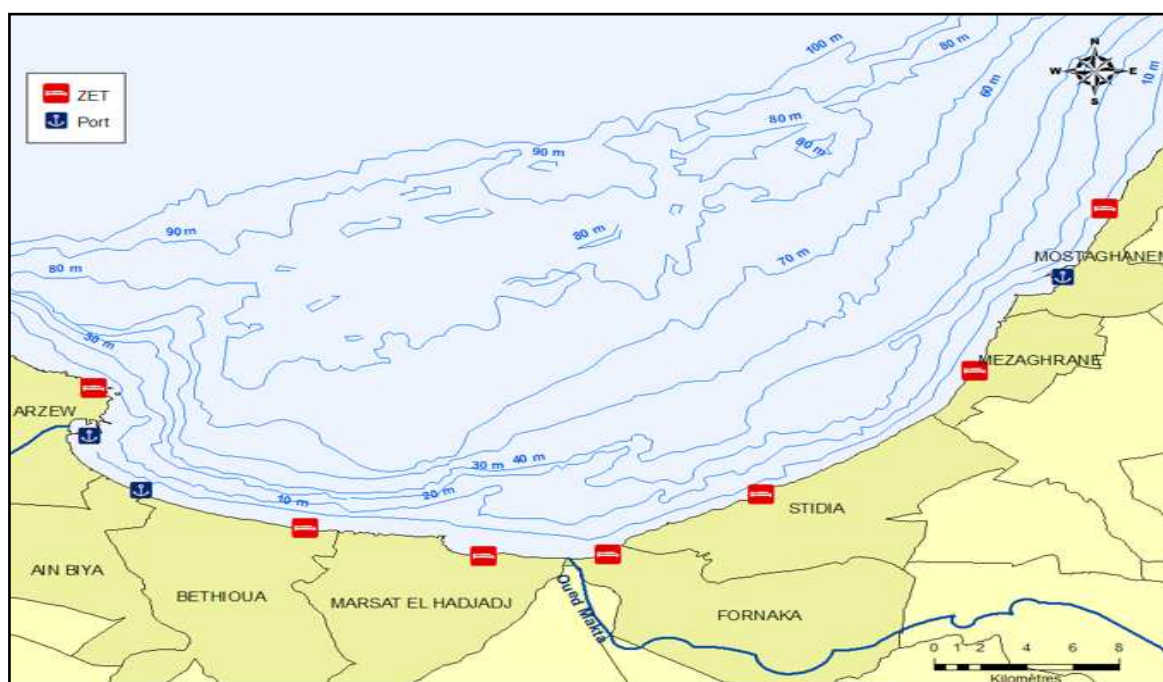


Figure 4.15 : Répartition des ZET dans le golfe d'Arzew

#### 4.2.16. Activités halieutiques

L'activité de ce secteur est localisée au niveau des ports des communes de Mostaganem, d'Arzew et dans une moindre mesure celui de Béthouia.

Les petits pélagiques sont localisés sur la majorité du littoral de Mostaganem avec les plus fortes concentrations entre -100 et -200 mètres de profondeur.

La flotte de pêche du port de Mostaganem est composée de 155 unités soit : 31 chalutiers, 43 senneurs, 81 petits métiers. Par contre au niveau du port d'Arzew, on trouve : 01 chalutier, 27 sardiniers et 35 petits métiers.

Les unités de pêche interviennent entre le cap Carbon (wilaya d'Oran) et Kef El Aoua (wilaya de Chlef). La zone de pêche, la plus importante, est comprise entre Ras Ouillis et Kef Kharouba.

Les apports continentaux de l'oued Chélif permettent une forte fertilisation des eaux marines, qui sont conjugués au courant atlantique, engendre une forte concentration de poissons dans la région surtout des petits pélagiques (sardines ; anchois ; allaches ; saurels ; bogues) expliquant les fortes productions halieutiques de la flottille de Mostaganem, qui représentent des débarquements de plus de 13000 tonnes par an.

Une nouvelle pêcherie du large a débuté depuis 2000, dont les unités de pêche axent leurs prises sur la crevette rouge située au large des côtes de Mostaganem au-delà de -500 mètres de profondeur. Les prises de cette activité de pêche sont destinées essentiellement vers l'exportation, essentiellement vers le marché espagnol (Cadastre littoral de la wilaya de Mostaganem, MATET, 2005).

#### 4.2.17. Activités aquacoles

Actuellement la production aquacole est nulle, cependant un programme ambitieux pour le développement de cette activité qui prévoit une production de 5000 T pour l'an 2007 au niveau de la zone littorale de la wilaya d'Oran.

Cette production sera assurée par la création de 8 établissements aquacoles qui sont en projet parmi lesquels se trouve le projet SEPCOMMER.

| Projet  | Localisation         | Production en T/An | Observation                                  |
|---|----------------------|--------------------|--|
| Projet SEPCOMMER<br>Ferme aquacole<br>Type intensif | Marsat<br>El Hadjadj | 500                | Le projet est en phase de montage financier. |

La figure 4.16 présente la pêche crevettière et la localisation du projet aquacole du golfe d'Arzew

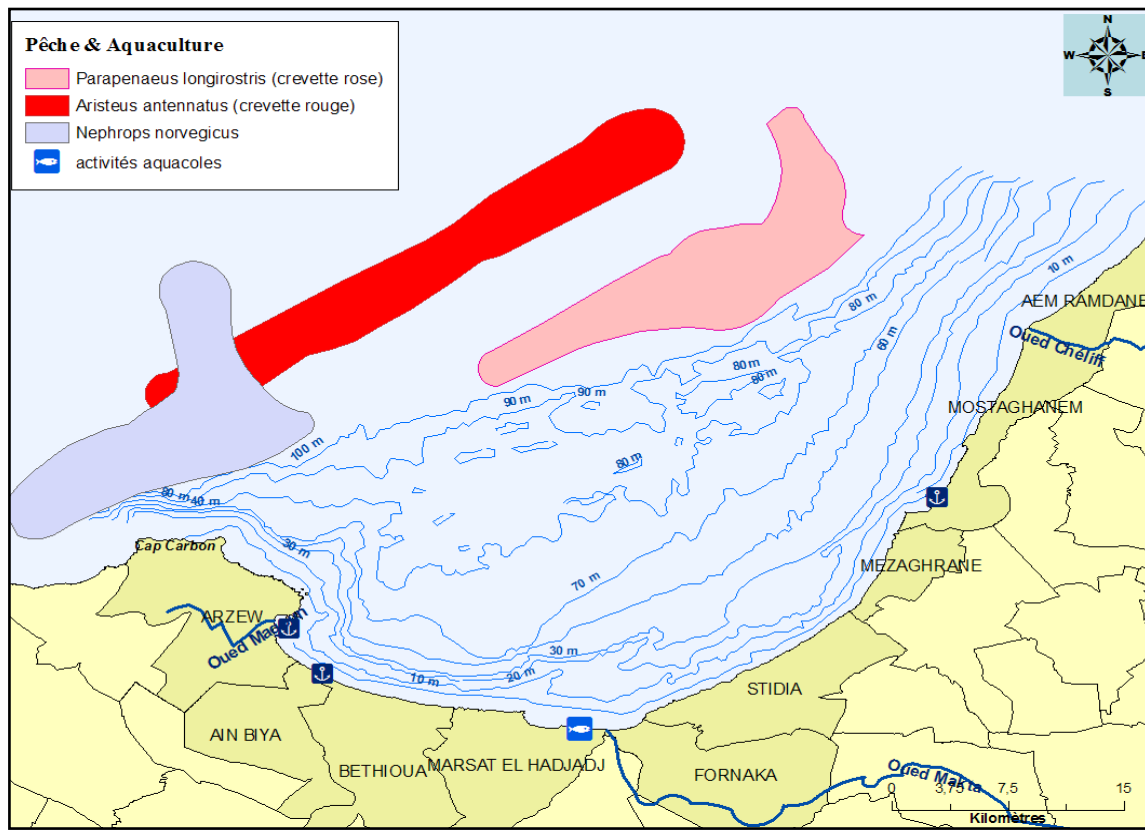


Figure 4.16 : Activités halieutiques et aquacoles du golfe d'Arzew (Source : Grimes et al. 2006)

### **4.3. Méthodologie d'évaluation des indices de sensibilité écologique, morpho-sédimentaire et de la vulnérabilité socio-économique**

L'élaboration des l'Atlas TELBAHR prévoit, comme souligné plus haut, l'évaluation de la sensibilité écologique et de la vulnérabilité socio-économique et morpho-sédimentaires du littoral du golfe d'Arzew à une pollution marine afin d'affecter les moyens de lutte sur les zones les plus sensibles et d'utiliser les ressources avec plus d'efficacité.

D'une part, on définit la sensibilité écologique comme étant la proportion dans laquelle un système écologique est influencé par une pollution. Les effets peuvent être directs (par exemple une perte de ressources halieutiques) ou indirects (dommages causés par la présence de matériel de nettoyage ou par le stockage du sable souillé sur des zones sensibles) (Levratto & Clémenceau, 2006).

Quant à la notion de sensibilité morpho-sédimentaire vis à vis des pollutions accidentelles par les hydrocarbures, elle prend en compte la durée du séjour du polluant (ou rémanence) sur les différents types de côtes, en l'absence de tout nouvel arrivage et de toute opération de nettoyage (CEDRE., 1996).

D'autre part, La vulnérabilité socio-économique est la mesure dans laquelle un système économique et social est affecté par les effets d'une pollution. La vulnérabilité est fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de la perturbation à laquelle le système considéré est exposé et de sa capacité d'adaptation suite au choc initial. Ici encore les effets peuvent être directs (diminution du nombre de touristes ou impossibilité de conduire une activité de pêche professionnelle) ou indirects (par exemple un détournement de flux de fréquentation touristique ou annulation de programmes culturels alors même que l'arrière plage n'est pas touchée) (Levratto & Clémenceau, 2006).

Les dangers liés aux produits pétroliers ou à des déversements massifs de produits chimiques étant attestés par l'ensemble de la communauté scientifique, le problème posé n'est pas celui d'un quelconque arbitrage entre protection et non-protection de l'espace mais celui de la rationalisation de l'affectation de moyens de lutte contre une pollution dans un contexte de ressources rares.

Le but de notre travail est de déterminer la sensibilité du littoral du golfe d'Arzew ou d'établir un inventaire hiérarchisé des zones à protéger qui va se matérialiser par une cartographie de la sensibilité écologique et morpho-sédimentaire et de la vulnérabilité socio-économique de ces dernières à une pollution marine. Cette cartographie permet d'évaluer correctement les zones à risque du golfe d'Arzew et de dégager les priorités d'interventions en cas de pollution. Elle est conçue comme un véritable outil rapide d'aide à la décision.

**Pour cela il faut évaluer la sensibilité écologique, morpho-sédimentaire et la vulnérabilité socio-économique littoral. La question est de savoir comment les apprécier ?**

Il existe de nombreuses méthodes d'évaluation et de représentation de la vulnérabilité des côtes aux pollutions par hydrocarbures. Les approches sont diverses : qualitatives, quantitatives, non spatialisées ou au contraire spatialisées.

La plupart des documents cartographiques qui représentent cette vulnérabilité sont avant tout à vocation opérationnelle et ils ont pour objectif de répondre à l'attente d'une société qui souhaite mieux rationaliser la gestion préventive d'un aléa pollution en fonction d'enjeux identifiés.

Si la plupart des études privilégient la sensibilité environnementale sur la vulnérabilité socio-économique, peu de tentatives n'effectuent la synthèse de ces deux variables (Fattal et Robin, 2007).

#### **4.3.1. Les classifications existantes à travers le monde**

Une synthèse de tous les travaux scientifiques internationaux a été réalisée par Fattal (2008). Selon cette synthèse, la vulnérabilité du milieu est étudiée depuis la fin des années 1970 par des géomorphologues américains suite à des déversements successifs et accidentels d'hydrocarbures (*Arrow*, 1970 ; *Metula*, 1974 ; *Urquiola*, 1978 ; *Amoco Cadiz*, 1978). Ils se sont d'abord intéressés à la sensibilité morpho-sédimentaire des côtes (Gundlach et Hayes, 1978). Cette approche était ensuite enrichie par la dimension biologique (Gundlach *et al.* 1980). Au fil du temps, *l'Environmental Sensitivity Index* s'étoffait de nouvelles données comme la vulnérabilité des ouvrages (Baker & Spalding, 1994). Aujourd'hui les 10 classes de l'ESI sont complétées de 15 sous-classes (Tillier, 2005). La représentation cartographique de l'ESI permet d'identifier des contours côtiers plus ou moins vulnérables. Souvent appuyées sur l'ESI, de nombreuses études proposent des indices multicritères de la sensibilité environnementale avec des variables qualitatives ou quantitatives (Page-Jones, 1996 ; CAMCAT, 2003 ; Nansingh et Jurawan, 1999 ; (Hiscock K. *et al.* 2003 ; Lear & Tyler-Walters, 2004).

Quant à la vulnérabilité socio-économique, les études sont plutôt rares. Citons à cet effet, l'étude de Lagabriele (2001) qui porte sur la vulnérabilité des activités d'exploitation et de mise en valeur de la mer. D'autres approches pluridisciplinaires de la vulnérabilité s'appuient sur trois volets : l'exposition au risque, la gestion et la perception du risque (Meur-Férec *et al.* 2003). Le parlement régional de Catalogne ne s'est pas contenté d'appréhender la vulnérabilité des communautés, mais il a aussi intégré la dimension socio-économique qu'il a étudiée à l'échelle communale (CAMCAT, 2003).

Enfin, une étude réalisée sur le littoral Corse propose une vulnérabilité socio-économique des littoraux aux pollutions par les hydrocarbures en prenant en compte l'économie de la mer et l'économie touristique ainsi que les activités marchandes et non marchandes (Levratto & Clémenceau, 2006).

#### **4.3.2. La méthodologie adoptée pour la classification de la sensibilité et de la vulnérabilité du golfe d'Arzew**

Les principes proposés ici sont simples :

- **Indépendance des critères**

Reconnaissant qu'il n'est pas possible de rassembler toutes les données en un critère unique, objectivement représentatif de l'ensemble des intérêts en jeu, nous juxtaposerons trois critères de sensibilité, sans chercher à les combiner : un critère morphologique dit "physique" (la nature morpho-sédimentaire de la côte et son exposition), un jeu de critères écologiques (le niveau de protection écologique attribué à la zone par l'homme) et un ensemble de critères économiques (le poids de l'usage de la zone par l'homme), laissant au décideur le soin d'apprécier l'importance relative attribuable à ces différents critères en situation de pollution (CEDRE, 2006);

- **Les niveaux des indices**

Considérant que l'objectif est de faciliter une décision efficace, dans une situation d'urgence, nous déclinerons chaque critère selon 4 niveaux au plus (faible, moyen, fort, très fort) et nous limiterons l'information figurant sur les cartes de synthèse à la mise en œuvre de ces niveaux.

- **Cartographie de l'information disponible**

Constatant que l'information sur les trois types de critères (écologiques, morpho-sédimentaire et socio-économique) n'est pas du même niveau de précision, ni toujours continue le long du littoral, le graphisme de la représentation sera adapté à l'information disponible.

### **Indices de sensibilité retenus**

Trois indices de sensibilité sont retenus pour construire l'atlas TELBAHR de sensibilité du golfe d'Arzew. Il s'agit de :

- L'indice de sensibilité morpho-sédimentaire
- L'indice de sensibilité écologique,
- L'indice de vulnérabilité socio-économique.

#### **4.3.2.1. Indice de la sensibilité morpho- sédimentaire**

L'impact et la durée d'une pollution marine arrivant à la côte, ainsi que les méthodes de nettoyage à mettre en œuvre dépendent, entre autre, de la nature morpho-sédimentaire et physique du trait de côte (Fattal et Robin, 2007). Les peuplements se trouveront en effet plus ou moins affectés suivant que les secteurs de côte sont plus ou moins exposés à la houle, c'est à dire plus ou moins rapidement auto-nettoyés.

Cette durée de séjour est liée aux caractéristiques morpho-sédimentaires de la côte ainsi qu'à son exposition aux houles et aux courants. La sensibilité morpho-sédimentaire est le plus souvent exprimée par l'Environmental Sensitivity Index (ESI) qui repose sur la capacité de piégeage des sédiments et sur la capacité d'auto nettoyage du site (Gundlach & Hayes, 1978).

Il est utilisé sur tout type de côte et adapté au contexte morpho-sédimentaire et dynamique local, le cas échéant, le golfe d'Arzew. L'ESI est aujourd'hui recommandé par des organisations internationales comme l'OMI, l'IPIECA et la NOAA. Il est régulièrement réactualisé et étendu aux milieux estuariens, lacustres ainsi qu'aux cours d'eau (Fattal, 2008).

#### **4.3.2.2. Indice de la sensibilité écologique**

L'indice de sensibilité écologique reflète le nombre des protections écologiques se superposant sur un même site, en partant du principe que plus un site bénéficie de protection ou d'inscription à un inventaire écologique, plus son intérêt écologique est grand. Cet intérêt peut être biogéographique, paysager ou lié à la rareté du site.

Afin d'apprécier, dans le cadre de notre mémoire, l'indice de la sensibilité écologique dans le golfe d'Arzew et compte tenu de l'absence de listes réglementaires inventoriant les différents sites écologiques le long du littoral algérien (RAMSAR, ZICO, ZNIEFF...etc.) et notamment dans les zones côtières d'Arzew, nous nous sommes référés au système de référence d'impact (SRI), utilisé par la communauté européenne, qui rassemble l'information existante relative à l'impact des hydrocarbures sur la faune et la flore marine.

L'objet du système de référence d'impact (SRI), qui n'est pas étudié dans cette étude, est de permettre aux autorités responsables d'évaluer rapidement et avec une précision raisonnable un événement de pollution par les hydrocarbures en terme de dommage réel ou potentiel qu'il représente pour la faune et la flore marines et les ressources biologiques. Il permet une meilleure évaluation et prévision de l'impact d'un déversement d'hydrocarbures ainsi des effets des contre-mesures. Il devrait également, d'une façon générale, améliorer le processus décisionnel et permettre une utilisation plus effective des ressources et réaliser les opérations de nettoyage avec le minimum de préjudice écologique ou de perturbation de l'environnement.

Les données relatives aux références d'impact qui ont été rassemblées et présentées dans le SRI couvrent les effets biologiques des hydrocarbures sur les organismes marins et estuariens. Cette information est fournie à l'intention des non biologistes qui, dans une situation d'urgence créée par un déversement d'hydrocarbures, doivent évaluer l'impact de cette marée noire.

Le SRI n'est pas un guide pour le choix des contre-mesures et il ne contient pas non plus des informations sur l'océanographie, la géographie de la zone impactée ou menacée, la valeur économique, les priorités politiques ou sociales, l'efficacité des mesures proposées ou leurs impacts négatifs sur l'environnement. Cette information additionnelle est nécessaire pour assurer une protection efficace des régions menacées, la récupération des hydrocarbures et le nettoyage des habitats contaminés.

Cette information additionnelle, fournie dans les autres parties de ce travail, est nécessaire pour assurer une protection efficace des régions menacées, la récupération des hydrocarbures et le nettoyage des habitats contaminés et, par conséquent, le SRI est prévu pour être utilisé conjointement avec d'autres sources de données et d'information.

#### **4.3.2.3. Indice de la vulnérabilité socio-économique**

L'appréciation de la sensibilité économique s'appuie sur un grand nombre de critères alternatifs, difficiles à saisir par voie statistique (informations économiques des administrations), très évolutifs dans le temps, et difficiles à combiner entre eux (chiffre d'affaires, emploi, caractère plus ou moins « stratégique et confidentiel des données») (CEDRE, 2006).

Pour éviter d'utiliser des critères complexes et difficilement gérables, nous avons choisi de n'utiliser que des données facilement accessibles afin d'obtenir des indices faciles à appréhender. Cela a conduit à retenir en priorité un indice basé sur la **durée d'interruption de l'activité**. Cette durée d'interruption est fondamentale pour l'exploitant : qu'il soit artisan, responsable d'une PME ou industriel, sa capacité à faire face à une crise est directement tributaire de la durée de cette crise.

Pour une pollution par hydrocarbures, cette durée est elle-même directement tributaire du niveau de pollution qui engendre une cessation d'exploitation. L'activité touchée le plus longtemps sera susceptible d'apporter une perte économique plus importante pour l'opérateur concerné. Bien évidemment, plus longue sera la cessation d'activité et plus conséquente sera la perte économique subie (par l'utilisateur ou l'exploitant).

Ce critère sera appliqué aux filières professionnelles principales bien identifiées : unités industrielles nécessitant la proximité de la mer, pêche, tourisme en zone littorale, et autres activités liées à la mer, que ces dernières soient publiques ou privées. Au niveau de la vulnérabilité la plus forte, nous trouverons principalement les activités implantées localement et dépendantes du milieu marin, difficiles déplacer, à protéger.

Ainsi, par exemple, les stations de dessalement touchées par la présence de traces de polluants non visible (dissout ou particulaire) dans le milieu naturel seront placées à un niveau de sensibilité plus fort que les ports de pêche, plus faciles à protéger et peu affectés, ou non touchés par une pollution invisible.

Cette classification par niveau de sensibilité peut être croisée avec l'indice de poids de l'activité, dans le cas d'une disponibilité de données fiables, qui peut, par exemple être l'emploi (pêche), la capacité d'accueil (navire, lits), le milieu occupé (bateau en rade) ou tout autre paramètre caractéristique de l'activité en cause.

L'indice de durée d'interruption de l'activité ne peut pas être utilisé seul pour la prise de décision et doit nécessairement être croisé avec une information relative au poids économique de l'activité en cause. Ce poids économique peut être représenté par un intérêt précis (chiffre d'affaire, valeur ajoutée, quantité d'emploi).

#### **4.3.3. L'implication de la nature des hydrocarbures dans l'évaluation des indices morpho-sédimentaires et écologiques**

L'évaluation des indices écologiques et morpho-sédimentaires doit impérativement tenir compte de la nature de l'hydrocarbure déversé. En effet, L'évaluation de l'impact des hydrocarbures sur le milieu marin nécessite la connaissance de leurs propriétés et de leur comportement futur une fois déversés. En réalité, le pétrole brut et les produits raffinés ne sont pas des substances chimiques spécifiques, ce sont des mélanges hydrocarbures et d'autre composés aux propriétés physiques et chimiques largement différentes qui déterminent leur comportement et devenir lors d'un déversement ainsi que leur impact sur la vie marine et les ressources biologiques.

Il faut aussi tenir compte du facteur temps car les hydrocarbures qui pénètrent dans l'environnement marin ne vont pas, en règle générale, rester dans la même catégorie pendant toute la durée d'un événement. En modifiant son Etat, par exemple, par évaporation ou vieillissement un brut type II va perdre ses composés les plus volatils et pourra également former une mousse ; et l'une ou l'autre de ces modifications le fera passer dans la catégorie type III.

Ainsi, une classification établie par le SRI permet d'avoir le type d'hydrocarbure, son impact écologique et son comportement (Tableau 4.12).

Tableau 4.12 : Classification des hydrocarbures en fonction des propriétés générales déterminant leur impact écologique (Source: Le système de référence d'impact SRI, UE )

| Type d'hydrocarbure     | Volatilité      | Solubilité dans l'eau | Dispersion naturelle           | Réaction aux dispersants            | Viscosité              | Nocivité biologique         |
|-------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| I. Léger volatil        | Elevée          | Elevée                | Bonne dispersion               | Bonne réaction                      | Nulle                  | Hautement toxique           |
| II. Moyen à lourd       | Jusqu'à 50%     | Moyenne               | Seulement de quelques composés | Seulement au début de l'application | Légère à moyenne       | Toxicité variable           |
| III. Hydrocarbure lourd | Volatilité <20% | Faible                | Faible dispersion              | Réaction difficile                  | Très visqueux          | Etouffement encrassement    |
| IV. Résiduaire          | Nulle           | Très faible           | Nulle                          | Aucune                              | Très visqueux à solide | étouffement faible toxicité |

## 4.4. Résultats et discussions

### 4.4.1. Subdivision du golfe d'Arzew

Dans cette partie, le golfe d'Arzew a été subdivisé en trois secteurs : Ouest, Centre et Est (figure 4.17).

Cette subdivision répond à plusieurs besoins :

- Mettre en relief les trois principaux pôles de la zone ;
- Montrer leurs vocations principales (industrielle, écologique, touristique ...etc.) ;
- Mettre en évidence la différence du niveau de préparation à la lutte de chaque secteur.

Le zonage en trois secteurs se fait comme suit :

- La partie Ouest s'étendra de la commune d'Arzew (cap Carbon) jusqu'à la commune de Marsat El Hadjaj ;
- La partie Centre s'étendra de la commune de Marsat El Hadjaj jusqu'à la commune de Stidia ;
- La partie Est s'étendra de la commune de Mazaghrane jusqu'à la commune de Ramdane Abdelmalek.

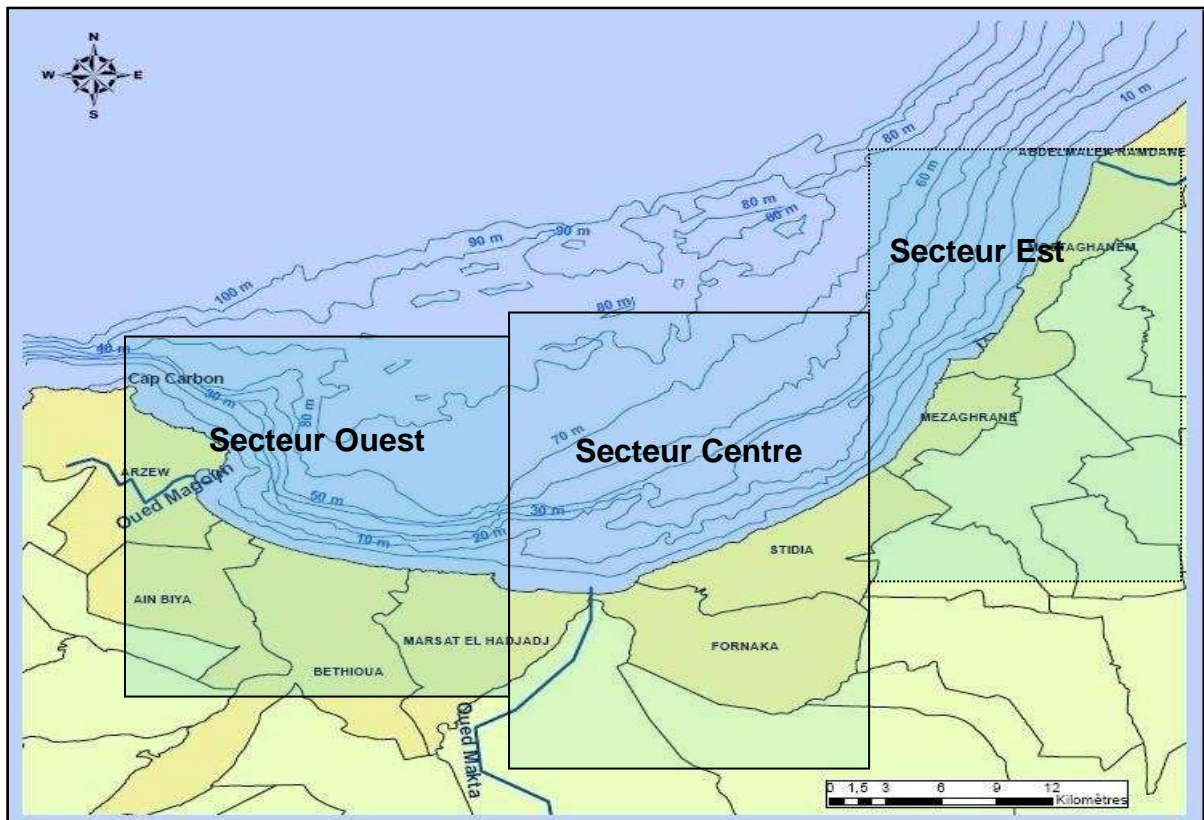


Figure 4.17 : Subdivision des secteurs du golfe d'Arzew

#### 4.4.2. Indice de la sensibilité morpho- sédimentaire

En se basant, entre autres, sur le cadastre littoral de la wilaya d’Oran et de Mostaganem, nous avons pu obtenir les tableaux 4.13 et 4.14 résumant la nature de côte du golfe d’Arzew et son exposition à l’hydrodynamisme :

Tableau 4.13 : Nature morpho-sédimentaire des côtes abritées du golfe d’Arzew

| Exposition à l’hydrodynamisme                               | Nature morpho-sédimentaire | Zones concernées         |
|---|----------------------------|--------------------------|
| Zone abritée du golfe d’Arzew<br>« Arzew-Marsat El Hadjaj » | Côtes rocheuses            | Arzew, Marsat El Hadjaj  |
|   | Sables fins hétérogènes    | /                        |
|   | Sables fins purs           | Arzew, Ain Bia, Bethouia |

Tableau 4.14: Nature morpho-sédimentaire des côtes exposées du golfe d’Arzew

| Exposition à l’hydrodynamisme   | Nature morpho-sédimentaire | Zones concernées  |
|---|----------------------------|---|
| Zone exposée du golfe d’Arzew<br>« Cap Carbon » et<br>« Marsat El Hadjaj - Ramdane Abdelmalek » | Falaises                   | Cap Carbon, Fornaka, Stidia, Mazagran, Mostaganem, Ramdane Abdelmalek |
|   | Côtes rocheuses            | Stidia, Mazagran, Mostaganem  |
|   | Sables fins hétérogènes    | Fornaka, Mazagran, Mostaganem   |
|   | Sables fins purs           | Stidia, Mazagran, Mostaganem, Ramdane Abdelmalek                      |

L’indice ESI adapté aux côtes du golfe d’Arzew est présenté dans le tableau ci après :

Tableau 4.15 : Les valeurs de l’ESI attribuées aux côtes du golfe d’Arzew

| Nature sédimentaire     | ESI | Remarques   |
|-------------------------|-----|---|
| Falaises                | 1   | Les valeurs attribuées ici aux indices ESI correspondent au secteur exposé du golfe. Dans ce cas, le secteur abrité sera plus vulnérable respectivement dans chaque type morpho-sédimentaire par rapport au secteur exposé. |
| Côtes rocheuses         | 2   |   |
| Sables fins hétérogènes | 3   |   |
| Sables fins purs        | 4   |   |

Il a été retenu, de manière à faciliter l'interprétation des cartes, la classification suivante (tableau 4.16) :

Tableau 4.16 : Niveaux de sensibilité morpho-sédimentaire des côtes du golfe d'Arzew

|  |                                |                               |          |
|--|--------------------------------|-------------------------------|----------|
|  | <b>Falaises</b>                | <b>Sensibilité faible</b>     | <b>1</b> |
|  | <b>Côtes rocheuses</b>         | <b>Sensibilité moyenne</b>    | <b>2</b> |
|  | <b>Sables fins hétérogènes</b> | <b>Sensibilité forte</b>      | <b>3</b> |
|  | <b>Sables fins purs</b>        | <b>Sensibilité très forte</b> | <b>4</b> |

Après l'établissement de l'inventaire de la nature morpho-sédimentaire de tous les secteurs du golfe d'Arzew, nous avons identifié leur exposition par rapport à l'hydrodynamisme. Pour cela, nous nous sommes basés sur l'exposition globale de la cote algérienne vis-à-vis de l'action des vagues et des houles dominantes.

En effet, l'ensemble des baies et des golfes algériens sont plutôt abrités dans leurs secteurs Ouest et exposés dans leurs secteurs Est. Ceci s'applique, entre autres, au golfe de Béjaia, d'Annaba, à la baie d'Alger et également au golfe d'Arzew. Rajoutons aussi qu'au niveau des entrées de baies et des golfes « caps », un fort hydrodynamisme est à signaler, ce qui est le cas au cap Carbon.

La combinaison de la nature morpho-sédimentaire des côtes du golfe d'Arzew et de leur exposition par rapport à l'hydrodynamisme nous permet de dresser les trois cartes de sensibilité morpho-sédimentaires des trois secteurs (Figures 4.18, 4.19 et 4.20).

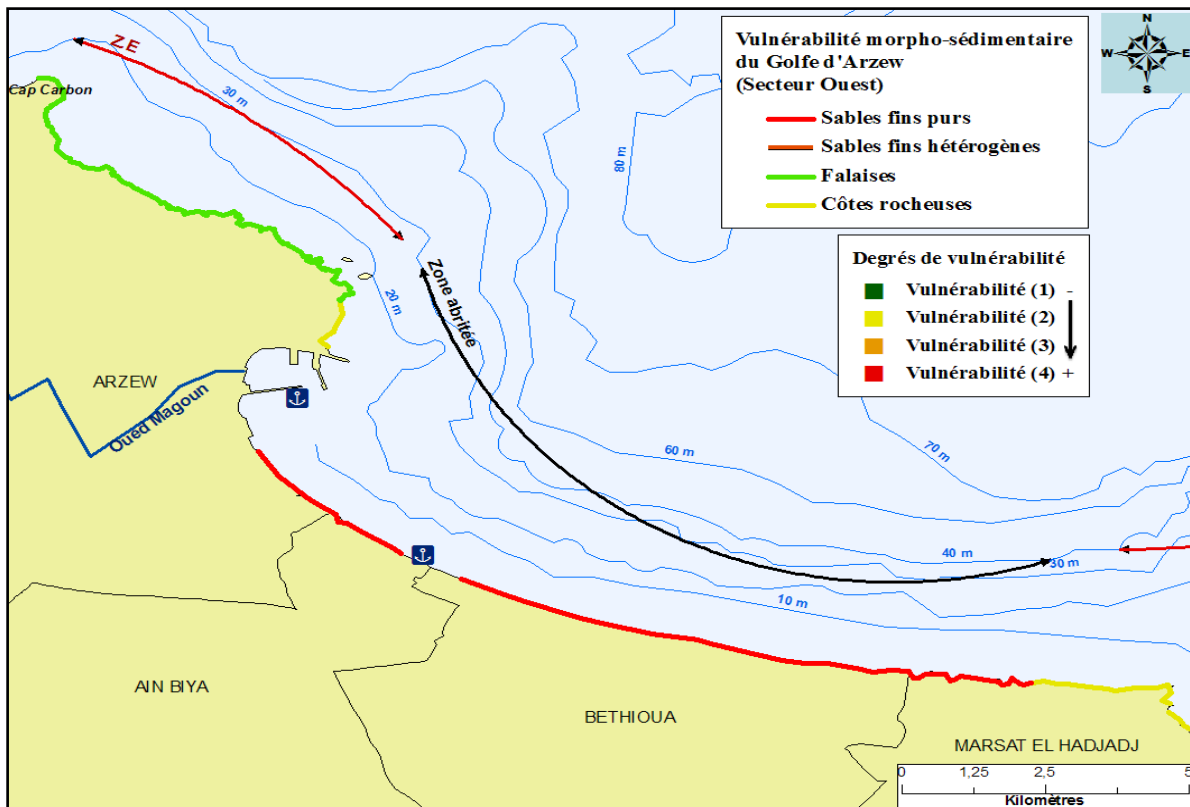


Figure 4.18 : Sensibilité morpho sédimentaire du secteur Ouest du golfe d'Arzew

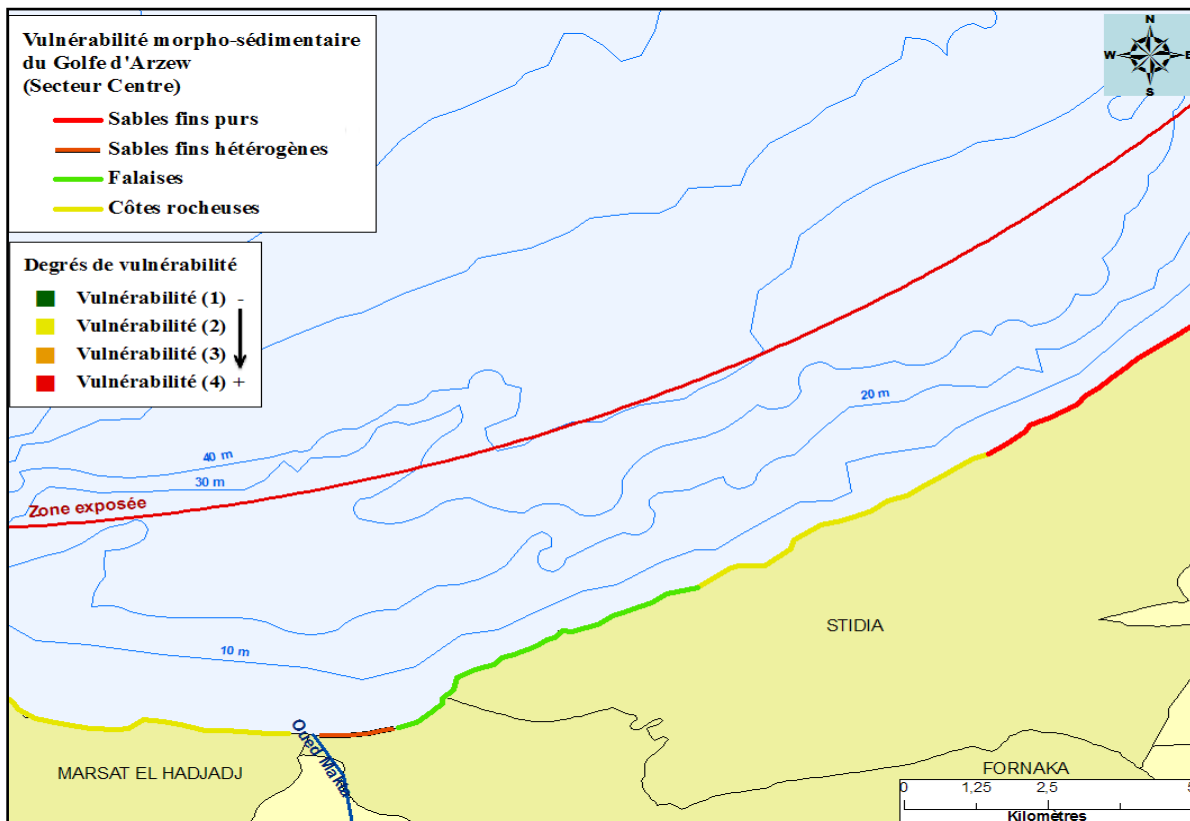


Figure 4.19 : Sensibilité morpho-sédimentaire du secteur Centre du golfe d'Arzew

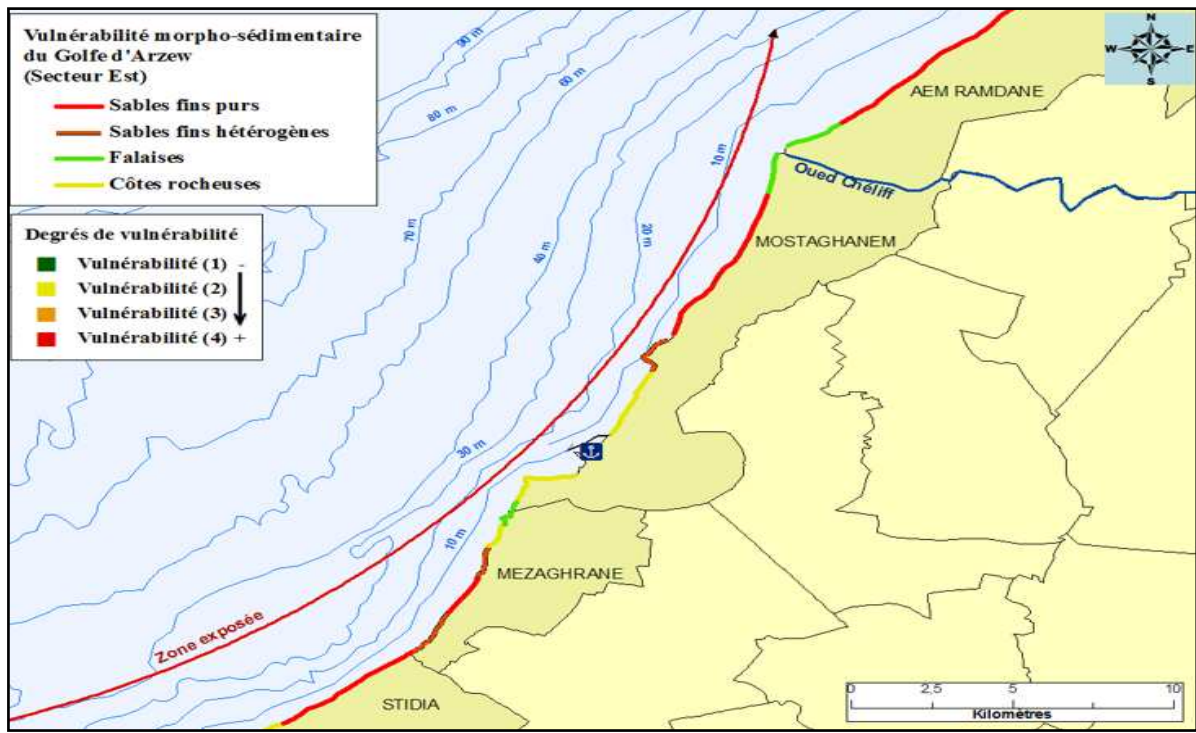


Figure 4.20 : Sensibilité morpho-sédimentaire du secteur Est du golfe d’Arzew

#### 4.4.3. Indice de la sensibilité écologique

En regroupant toutes les données écologiques disponibles dans le golfe d’Arzew et en adaptant le SRI aux côtes du golfe d’Arzew, nous obtenons :

Tableau 4.17 Niveaux de sensibilité écologique du SRI appliqués au golfe d’Arzew

| Éléments indicateurs                                  | Description des sites, faune et flore concernés   | Indice d’évaluation de la sensibilité |
|---|---|---------------------------------------|
| Biogéographique, paysager, représentativité et rareté | Zone humide,<br>Les trois paysages remarquables de la Méditerranée :<br><br><i>Herbiers à Posidonie, Trottoirs à Vermet et les encorbellements à Lithophyllum</i> | Sensibilité forte                     |
|   | Oursins de mer, mammifères marins, tortues marines, larves et juvéniles   | Sensibilité moyennement forte         |
|   | Zooplancton, certains mollusques bivalves (grande nacre, patelle géante, moules), certains polychètes   | Sensibilité moyennement faible        |
|   | Poissons adultes, migrateurs, phytoplancton   | Sensibilité faible                    |

En raison de la rareté du type de données écologiques recommandé par le SRI dans la zone d'Arzew, nous avons opté pour une localisation simple des sites présentant un intérêt écologique majeur à l'échelle nationale et internationale (tableau 4.18).

Tableau 4.18 : Localisation des zones d'intérêt écologique dans le golfe d'Arzew

| Secteur du golfe | Localisation des sites d'intérêt écologique   |
|------------------|---|
| Ouest            | Présence des trottoirs à Vermet en continuité avec les falaises du cap Carbon et de l'herbier à posidonie tout autour du cap. |
| Centre           | Présence de la zone humide de la Macta ainsi que les trottoirs à vermet et de l'herbier à posidonie.                          |
| Est              | Aire marine à protéger de Kef Kharouba ainsi que l'herbier à posidonie.   |

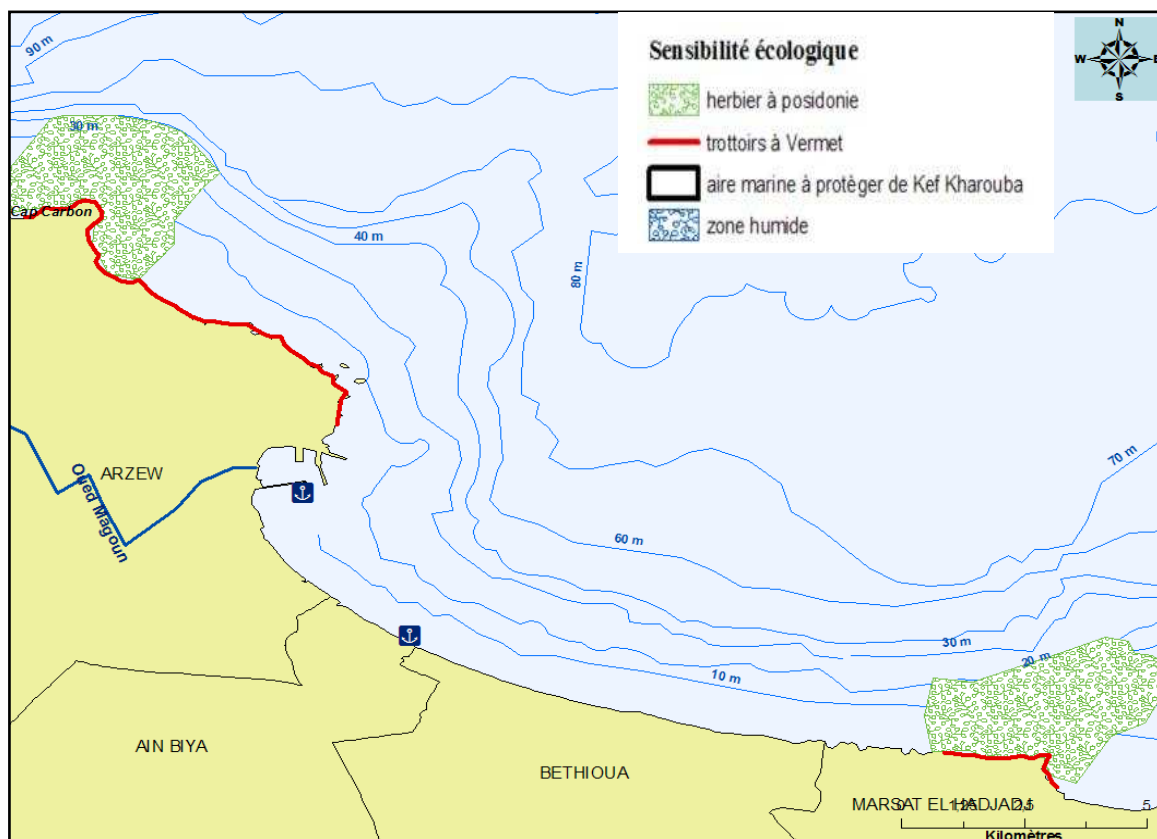


Figure 4.21 : Les zones d'intérêt écologique dans le secteur Ouest du golfe d'Arzew

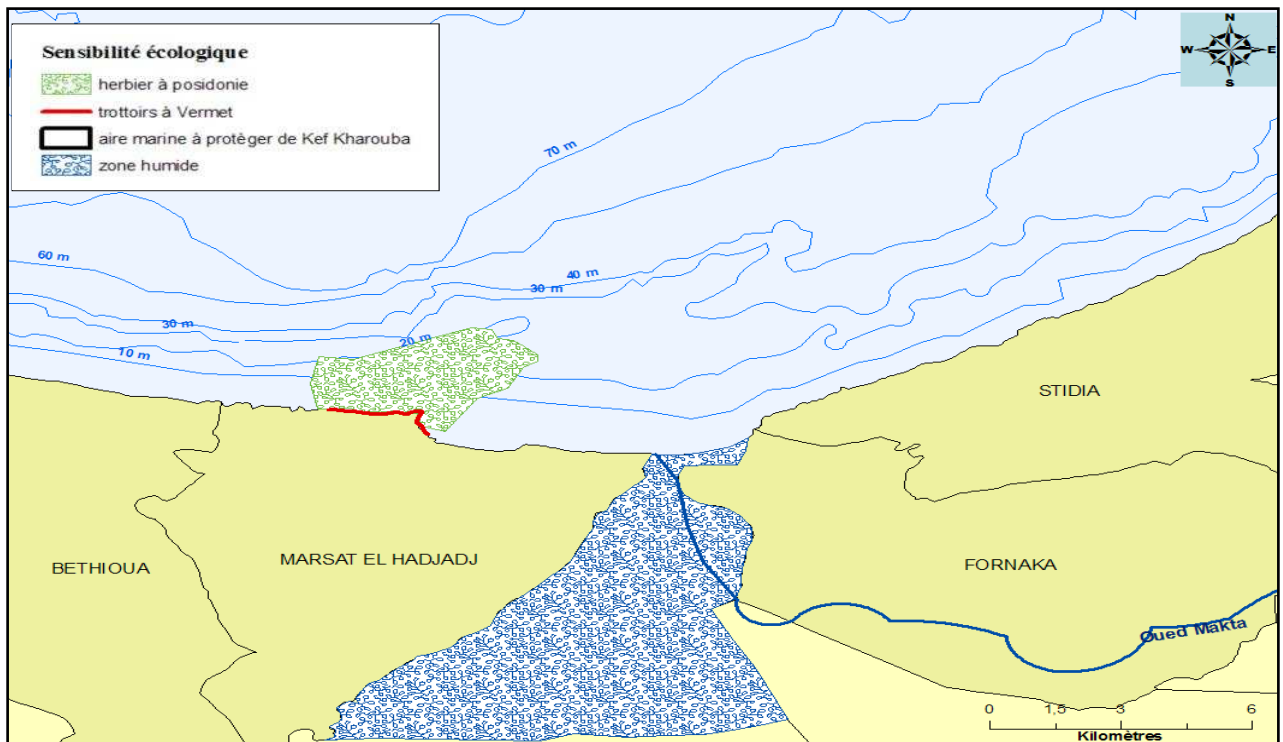


Figure 4.22 : Les zones d'intérêt écologique dans le secteur Centre du golfe d'Arzew

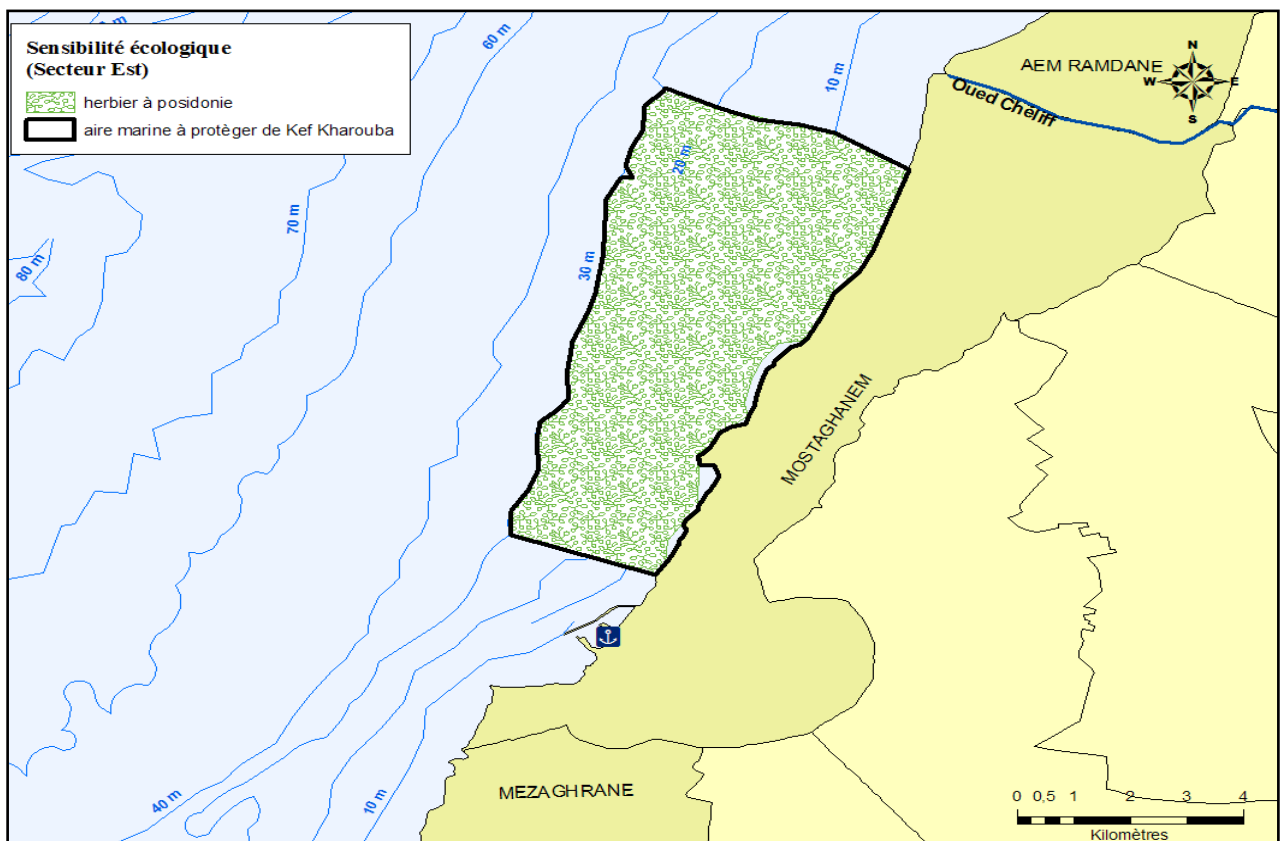


Figure 4.23: Les zones d'intérêt écologique dans le secteur Est du golfe d'Arzew

#### 4.4.4. Indice de la vulnérabilité socio-économique

En se basant sur toutes les données liées aux activités socio-économiques, essentiellement dans les trois pôles industriels du golfe d'Arzew, nous avons dressé un tableau récapitulatif (tableau 4.20), combinant l'activité socio-économique, sa durée d'interruption ainsi que son niveau de vulnérabilité face aux éventuels déversements d'hydrocarbures.

Le tableau suivant présente la classification en 4 niveaux de vulnérabilité des activités économiques en fonction de la nature de la pollution, le niveau 4 représentant la vulnérabilité la plus forte et le niveau 1 la vulnérabilité la plus faible.

Il a été retenu, de manière à faciliter l'interprétation des cartes, le tableau suivant :

Tableau 4.19 : Niveaux de la vulnérabilité socio-économique du golfe d'Arzew

|  |                                 |          |
|--|---------------------------------|----------|
|  | <b>Vulnérabilité faible</b>     | <b>1</b> |
|  | <b>Vulnérabilité moyenne</b>    | <b>2</b> |
|  | <b>vulnérabilité forte</b>      | <b>3</b> |
|  | <b>Vulnérabilité très forte</b> | <b>4</b> |

En combinant tous ces éléments (Type d'activité et leur durée d'interruption en cas de déversements d'hydrocarbures), nous obtenons le tableau 4.20

L'évaluation de la vulnérabilité socio-économique s'est basée sur la durée d'interruption des activités socio-économiques lors des grandes marées noires mondiales et adaptée aux activités socio-économiques inventoriées dans le golfe d'Arzew (CEDRE, 2006). En effet cette durée d'interruption ne peut aller au delà d'une certaine période de temps, ce qui va conditionner après, le coût des indemnités. Cette évaluation permettrait de connaître les zones à protéger en priorité en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures survenant dans le secteur du golfe d'Arzew.

Tableau 4.20 : Synthèse de la vulnérabilité socio-économique du golfe d'Arzew

| Niveau de vulnérabilité            |   | 1   | 2  | 3  | 4   |
|------------------------------------|---|---|--|--|---|
| Durée d'interruption De l'activité |   | Activité interrompue pour une période de quelques jours | Activité interrompue pour une période de quelques semaines | Activité interrompue pour une période de quelques mois à une année | Activité interrompue pour une période d'un an ou plus |
| Types d'activités                  |   |   |  |  |   |
| Activités halieutiques             | Pêche hauturière de fond, cultures à terre en bassins   |   |  |  |   |
|                                    | Pêche hauturière de surface, pêche côtière, pêche récréative                                  |   |  |  |   |
| Activités récréatives              | Camping, restaurants et hôtels de bord de mer « ZET »   |   |  |  |   |
|                                    | Baignade  |   |  |  |   |
| Industrie et transport             | Industries avec prise d'eau de mer (dessalement et refroidissement des circuits de processus) |   |  |  |   |
|                                    | Industries sidérurgiques, chimiques, pétrochimiques et papetières                             |   |  |  |   |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  | Circulation des navires (transport d'hydrocarbures, commerce, pêche)         |  |  |  |  |
|  | Point de passage d'un oléoduc et d'un gazoduc, bouées de chargement au large |  |  |  |  |

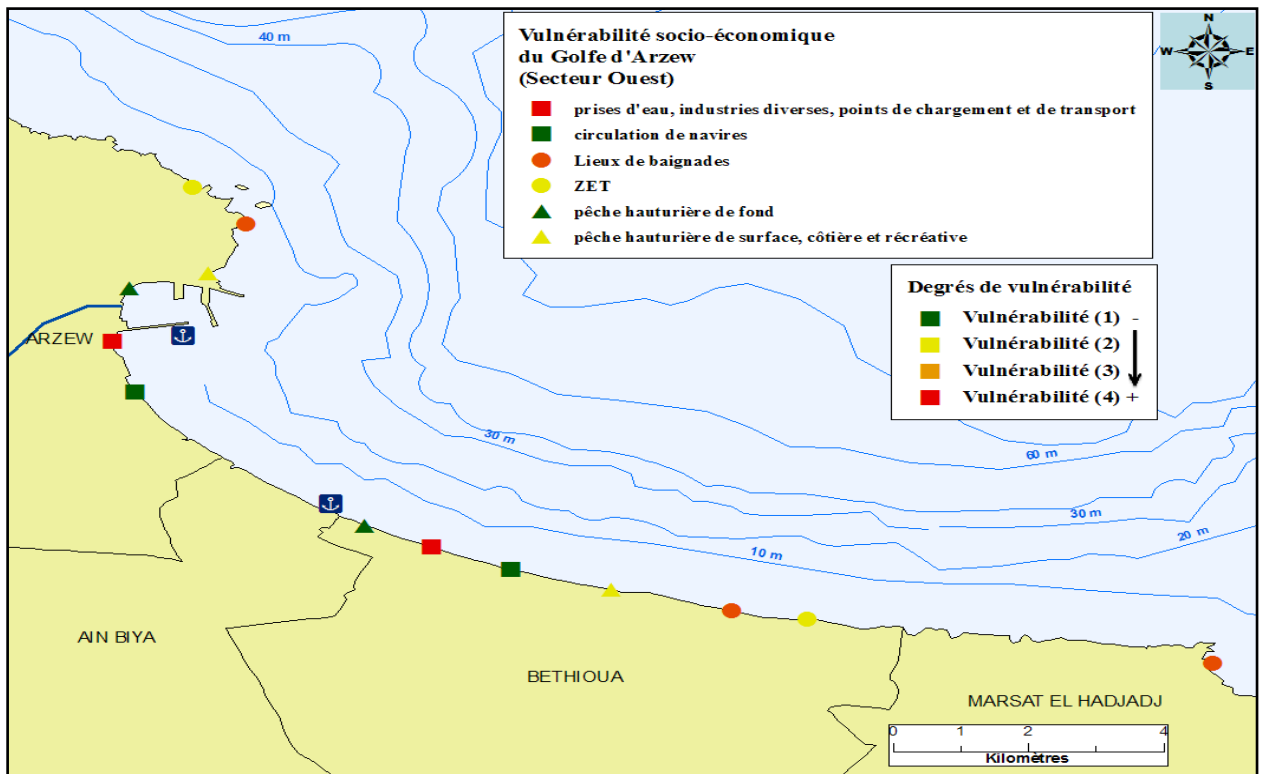


Figure 4.24 : Vulnérabilité socio-économique dans le secteur Ouest du golfe d'Arzew

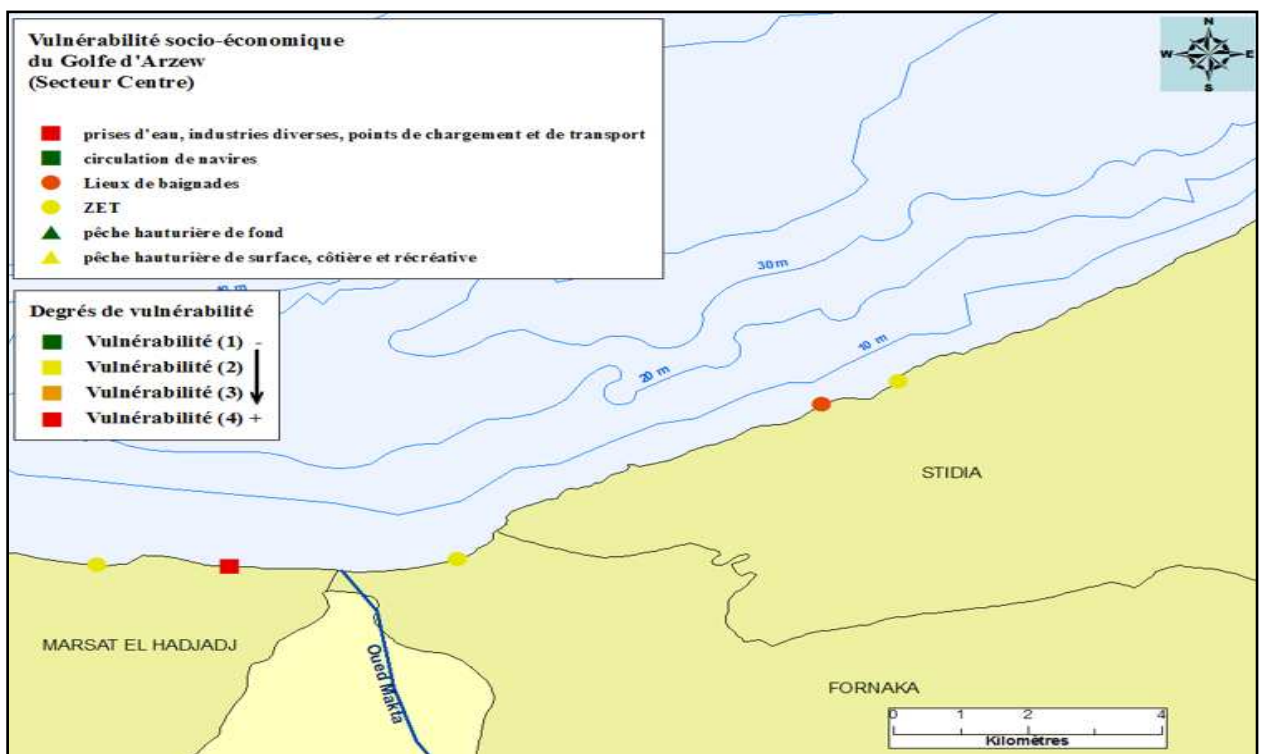


Figure 4.25 : Vulnérabilité socio-économique dans le secteur Centre du golfe d'Arzew

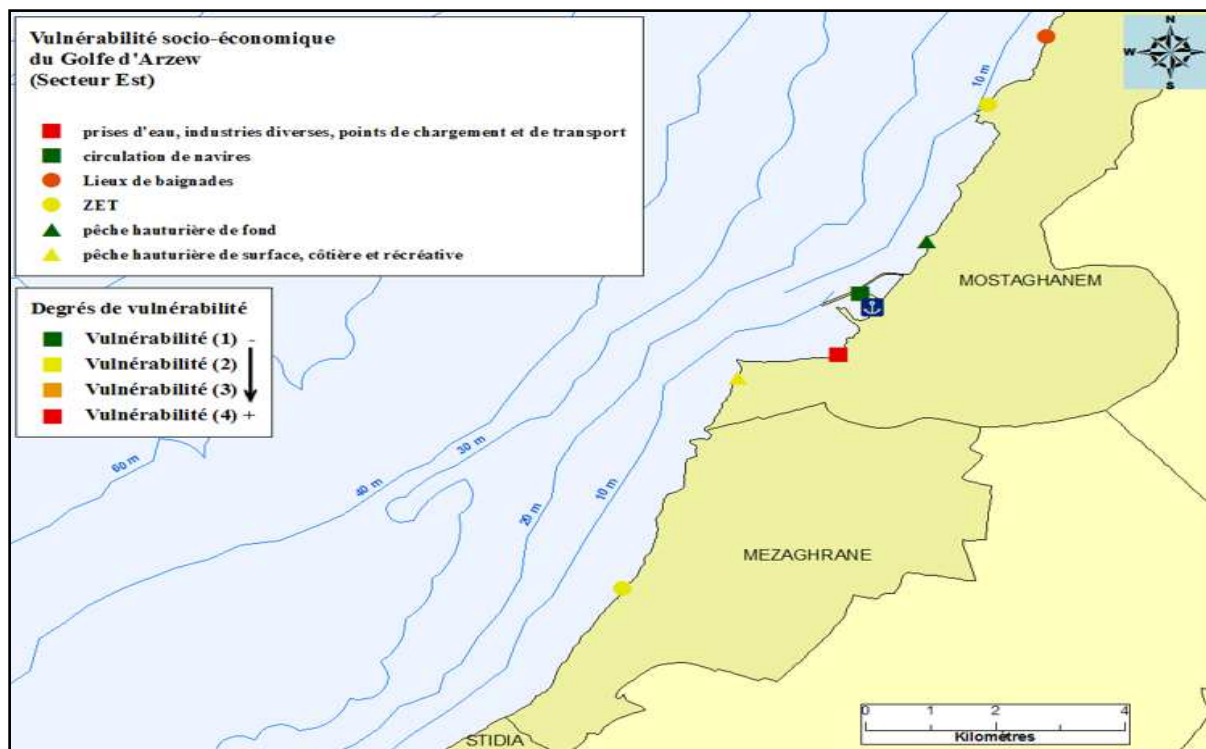


Figure 4.26: Vulnérabilité socio-économique dans le secteur Est du golfe d'Arzew

Après avoir passé en revue tous les aspects liés à la sensibilité écologique et morpho-sédimentaire et à la vulnérabilité socio-économique du golfe d'Arzew, Nous proposons ici une carte de synthèse globale les résumant (figure 4.27). Cette carte permet d'avoir une vue d'ensemble sur le golfe d'Arzew avec la localisation des principales zones à risque.

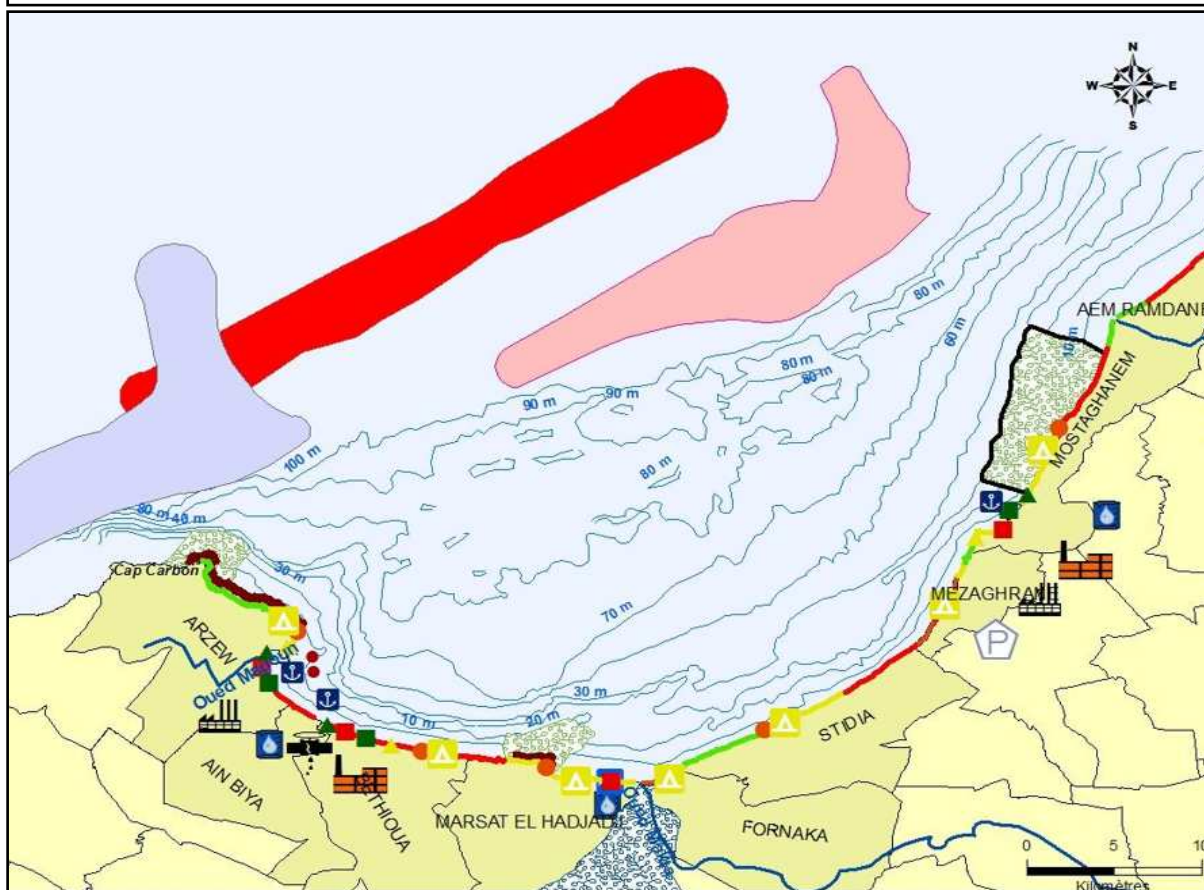
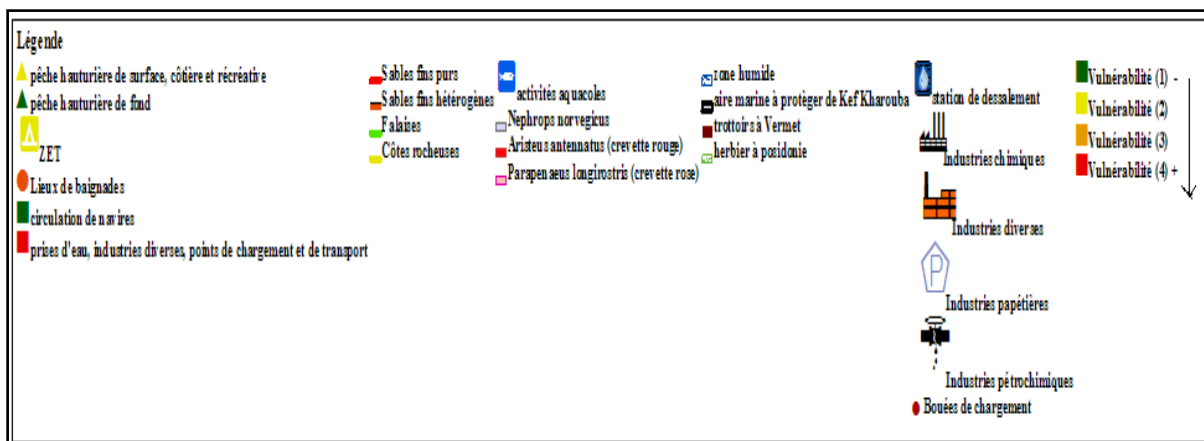


Figure 4.27 : Carte de synthèse globale de la vulnérabilité et de la sensibilité côtière du golfe d'Arzew

#### 4.5. Scénarios : Utilisation de la base de données comme outil d'aide à la décision en cas de déversement d'hydrocarbures

Une nappe d'hydrocarbure dérive sur l'eau à environ 3 % de la vitesse du vent et à 100 % de celle du courant de surface (Figure 4.28). Le trajet parcouru réellement par une nappe ou « route sur le fond » peut être déterminé graphiquement par addition vectorielle, établie heure par heure, de la vitesse du courant et d'environ 3 % de celle du vent.

Certains logiciels informatiques permettent d'effectuer des calculs prévisionnels de dérive de nappe d'hydrocarbure. Ils peuvent être utiles pour la localisation des zones susceptibles d'être touchées et ainsi préparer efficacement les opérations de lutte. A titre d'exemple, les Etats-Unis utilisent le GNOME (General NOAA Oil Modeling Environment). En raison de l'indisponibilité d'un modèle de circulation marine propre à la Méditerranée en général et aux côtes algériennes en particulier, nous n'avons pas pu exploiter ce programme pour réaliser un exercice de simulation d'un déversement d'hydrocarbures dans notre zone. Par ailleurs, en France, le CEDRE utilise le modèle MOTHY mis en œuvre par Météo France à Toulouse.

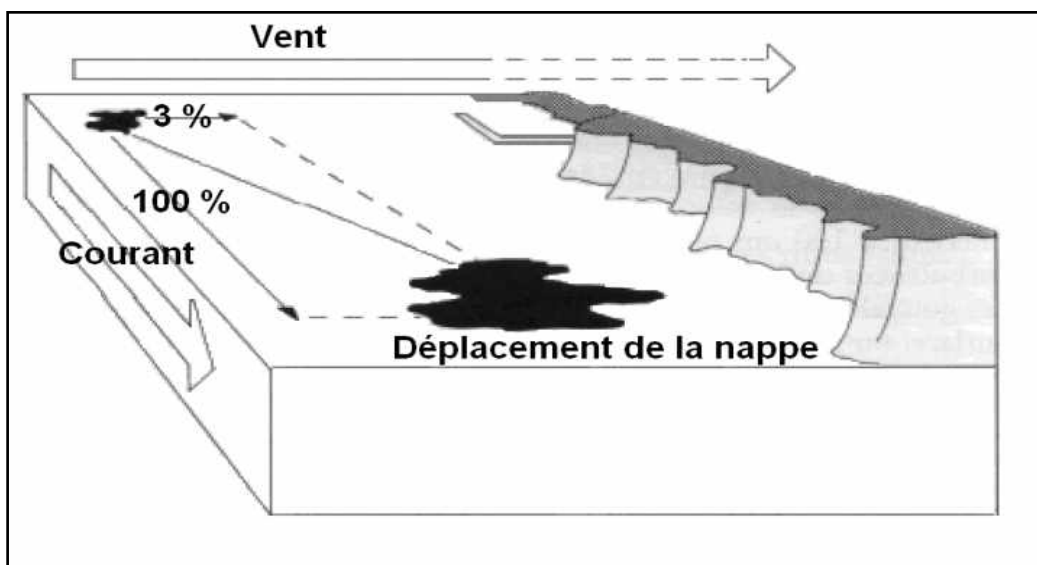


Figure 4.28. Diagramme de déplacement d'une nappe de pétrole déversée en mer (source : CEDRE)

#### Déroulement du scénario de simulation

Nous simulons un accident causant un déversement d'hydrocarbures au large du golfe d'Arzew à 12h00, nous essayerons de suivre l'évolution de la nappe de pétrole causée par intervalle de 3 heures pendant 12 heures, c'est-à-dire jusqu'à 00h00 en suivant la démarche ci-dessus. Ce suivi se fera en attribuant des directions et des valeurs arbitraires de la vitesse du vent et du courant mais qui sont incluses dans notre base de données (tableau4.21). Il est supposé durant ce processus que ces données nous parviennent toutes les trois heures, c'est-à-dire qui tiendront compte et intégreront les changements des conditions météorologiques, essentiellement l'intensité et la direction des vents. En outre, pour des raisons de commodités, nous suivrons cette évolution horaire depuis 12h00, respectivement à travers les points A, B, C, D, E. Dans les conditions réelles, des équipes de surveillance aérienne sont envoyées régulièrement pour vérifier l'exactitude des prédictions émises par ce type de modèle (Figure 4.29).

La recherche en échelle est fréquemment la méthode la plus économique pour surveiller une superficie marine importante (Figure 4.29). Puisque les hydrocarbures flottants ont tendance à s'aligner en andains longs et étroits, placés parallèlement à la direction du vent, la recherche en échelle, perpendiculaire au vent, augmentera les possibilités de détection de la nappe.

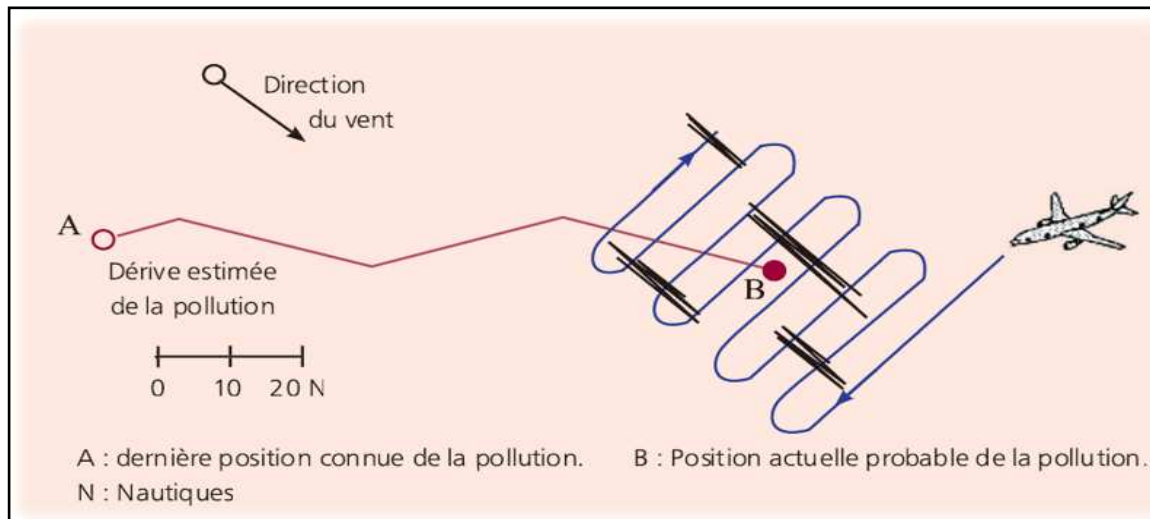


Figure 4.29 : Surveillance aérienne d'une nappe d'hydrocarbures (source : CEDRE)

Tableau 4.21. Les paramètres de l'exercice de simulation du déversement accidentel d'hydrocarbures.

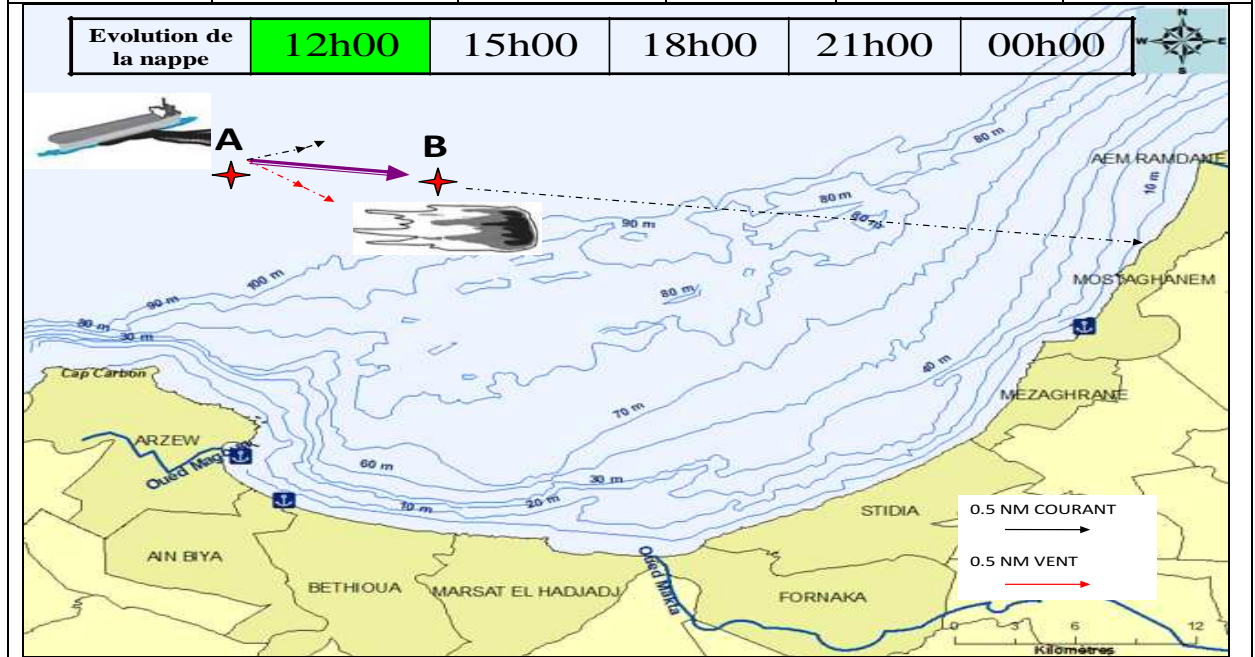
| Point | Coordonnées Géographiques | Vitesse du vent (km/h) | 3% de la vitesse du vent (NM) | Vitesse du courant (cm/s) | Vitesse du courant (NM) | Angle $\alpha$ (Degré) | Vitesse de dérive de la nappe (NM) |
|-------|---------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------------|
| A     | 36° 09' N<br>0° 25' O     | 50                     | 0.81                          | 30                        | 0.58                    | 55                     | 1.23                               |
| B     | 36° 02' N<br>0° 15' O     | 48                     | 0.77                          | 26                        | 0.50                    | 76                     | 1.01                               |
| C     | 36°05' N<br>00°05' O      | 45                     | 0.72                          | 22                        | 0.42                    | 45                     | 1.05                               |
| D     | 36° 08 N<br>00° 10 E      | 43                     | 0.69                          | 25                        | 0.48                    | 64                     | 0.99                               |
| E     | 36° 08 N<br>00° 10 E      | 40                     | 0.64                          | 8                         | 0.15                    | 42                     | 0.75                               |

Enfin, nous calculerons l'heure probable d'arrivée de la nappe au niveau des côtes du golfe d'Arzew tout en supposant un maintien des conditions météorologiques dans chaque point cité ci-dessus (Tableau 4.22).

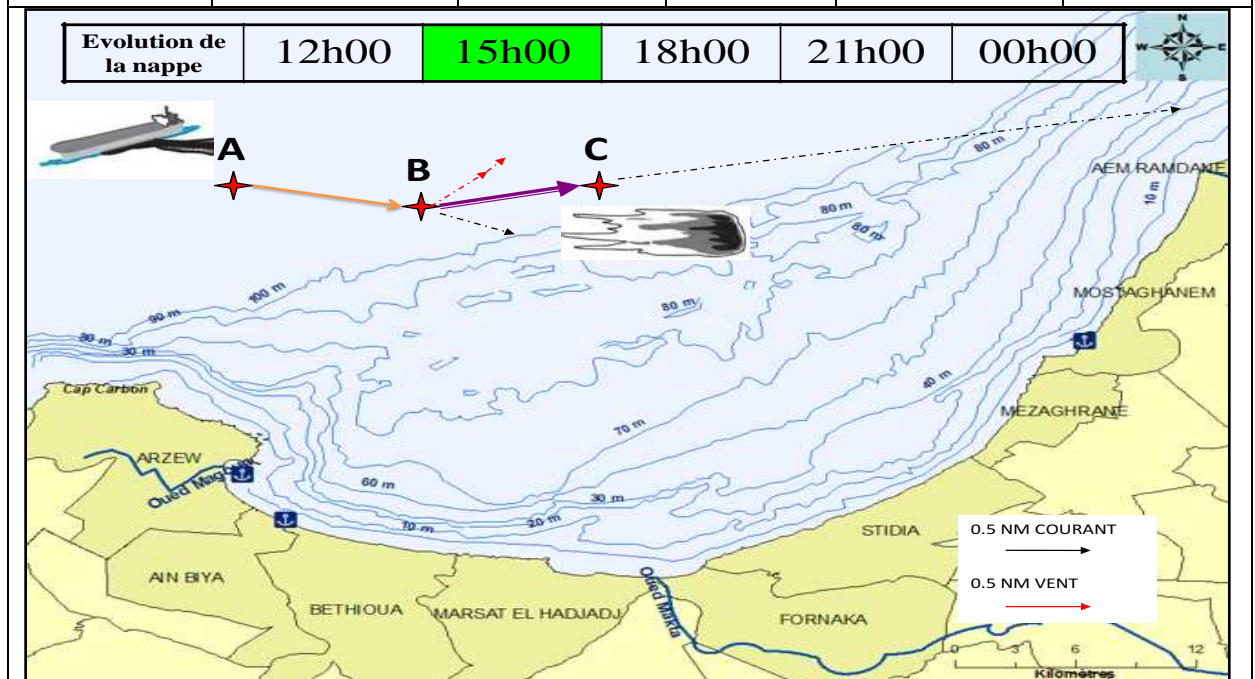
Tableau 4.22. Estimation de la durée d'arrivée à la côte.

| Point   | Vitesse de dérive de la nappe (NM) | Vitesse de dérive de la nappe (km/h) « V » | Distance du point d'incidence sur la côte (km) « D » | Durée d'arrivée à la côte (heure) « D/V » | Heure estimée d'arrivée sur la côte |
|---------|------------------------------------|--|--|---|-------------------------------------|
| A       | 1.23                               | 2.27                                       | 46.32  | 20.40                                     | 08h24                               |
| B       | 1.01                               | 1.87                                       | 36.72  | 19.63                                     | 10h37                               |
| C       | 1.05                               | 1.94                                       | Inconnue   | Inconnue                                  | Inconnue                            |
| D       | 0.99                               | 1.83                                       | 17.76  | 9.70                                      | 06h42                               |
| E       | 0.75                               | 1.38                                       | 21.6   | 15.65                                     | 15h39                               |
| Post- E | 0.75                               | 1.38                                       | 22.8   | 16.52                                     | 18h52                               |

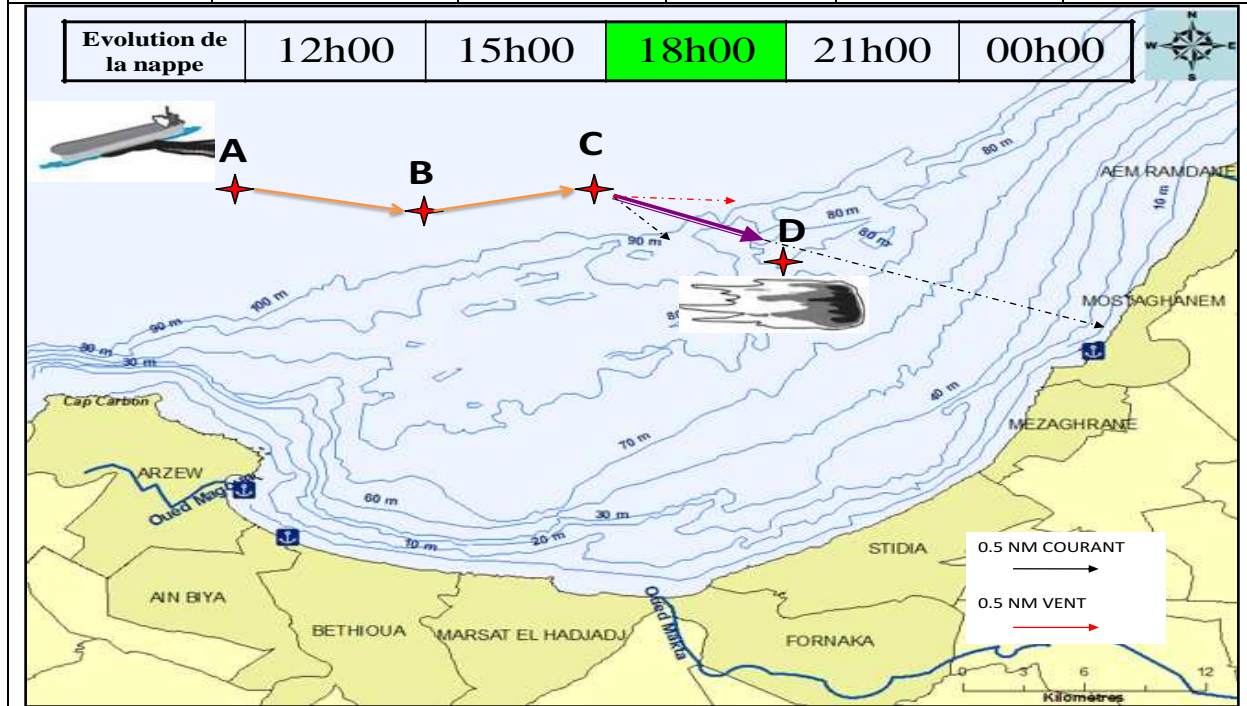
| Durée de l'évolution de la nappe | Coordonnées géographiques du point A | Direction et vitesse du vent (3%) en NM | Direction et vitesse du courant en NM | Coordonnées géographiques du point B | Arrivée probable sur la côte       |
|----------------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 12h00-15h00                      | 36° 09' N<br>0° 25' O                | Nord Ouest<br>0.81NM                    | Nord Est<br>0.58 NM                   | 36° 02' N<br>0° 15' O                | Mostaganem<br>lendemain à<br>10h37 |



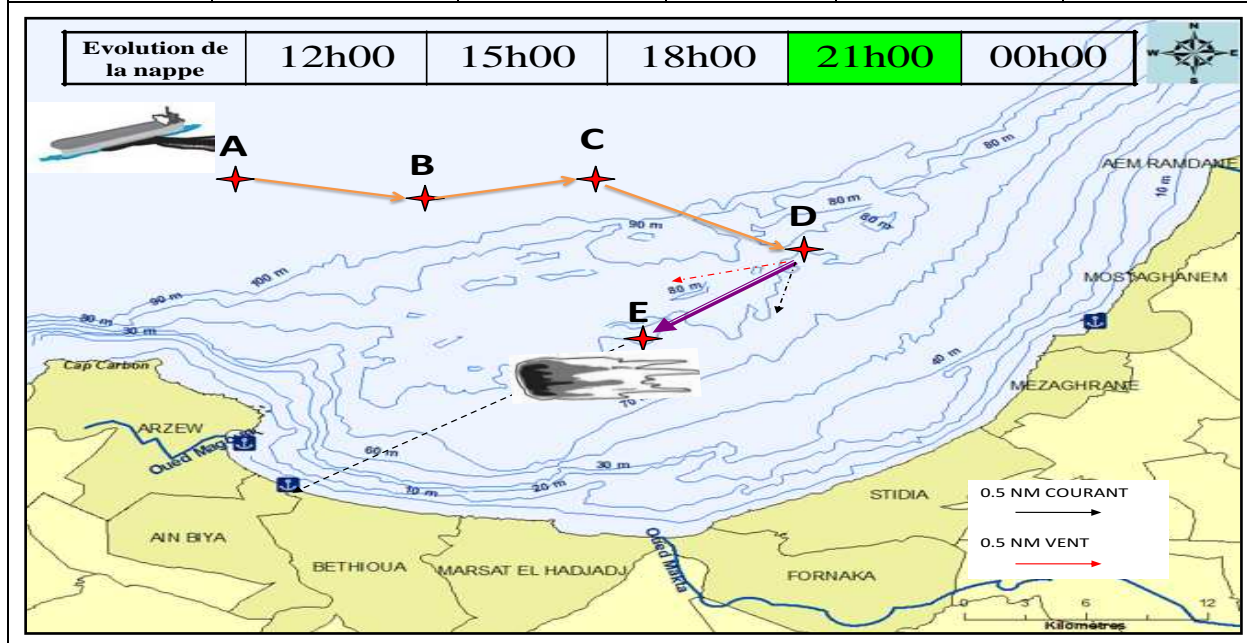
| Durée de l'évolution de la nappe | Coordonnées géographiques du point B | Direction et vitesse du vent (3%) | Direction et vitesse du courant en NM | Coordonnées géographiques du point C | Arrivée probable sur la côte |
|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 15h00-18h00                      | 36° 02' N<br>0° 15' O                | Sud Ouest<br>0.77 NM              | Sud Est<br>0.5 NM                     | 36°05' N<br>00°05' O                 | Inconnue                     |



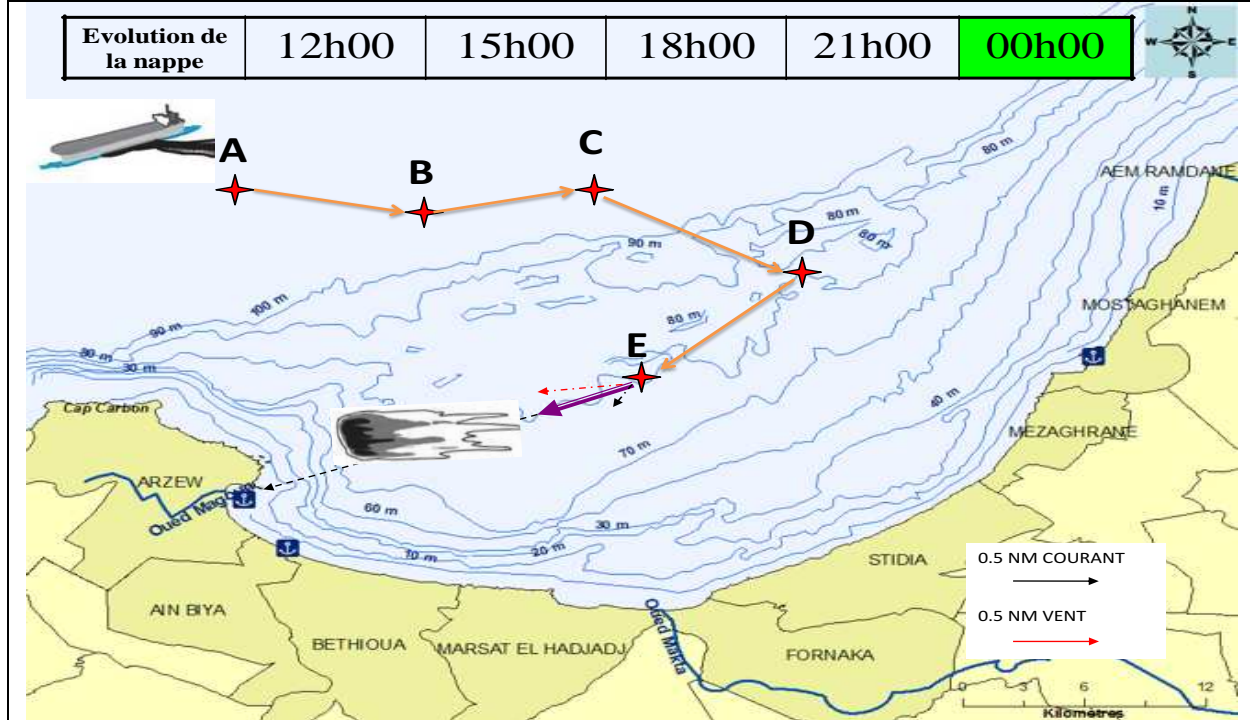
| Durée de l'évolution de la nappe | Coordonnées géographiques du point C | Direction et vitesse du vent (3%) | Direction et vitesse du courant | Coordonnées géographiques du point D | Arrivée probable sur la côte         |
|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 18h00-21h00                      | 36°05' N<br>00°05' O                 | Ouest<br>0.72                     | Sud Est<br>0.42                 | 36° 08 N<br>00° 10 E                 | Mostaghanem<br>le lendemain<br>06h42 |



| Durée de l'évolution de la nappe | Coordonnées géographiques du point D | Direction et vitesse du vent (3%) | Direction et vitesse du courant | Coordonnées géographiques du point E | Arrivée probable sur la côte      |
|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 21h00-00h00                      | 36° 08 N<br>00° 10 E                 | Nord Est<br>0.69 NM               | Sud Ouest<br>0.48 NM            | 35°05' N<br>00°05' O                 | Béthouïa<br>le lendemain<br>15h39 |



|                                  |                                      |                                   |                                 |                               |
|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Durée de l'évolution de la nappe | Coordonnées géographiques du point E | Direction et vitesse du vent (3%) | Direction et vitesse du courant | Arrivée probable sur la côte  |
| A partir de 00h00                | 35°05' N<br>00°05' O                 | Nord Est<br>0.64 NM               | Sud Ouest<br>0.15 NM            | Arzew<br>Le lendemain à 18h52 |



En dépit de quelques approximations liées au positionnement des différents points et aux vitesses de dérive des nappes, cet exercice de simulation théorique dans le secteur marin d'Arzew fait ressortir la nécessité absolue de structurer et d'opérationnaliser la base de données élaborée. Les résultats auxquels nous avons abouti, nous confortent dans notre démarche quant à la réalisation de ce type d'exercice mais aussi de compléter les données de la vulnérabilité et de la sensibilité de manière à rendre plus pertinentes les réponses qu'apporteront les secteurs en charge de ces questions à d'éventuelles catastrophes en mer liées aux hydrocarbures le long de la côte algérienne.

Cette base de données fournira aux gestionnaires de crise toutes les informations écologiques, morpho-sédimentaires et socio-économiques disponibles afin qu'ils puissent apprécier l'évolution spatio-temporelle de la nappe tout en organisant les ressources humaines et déployant les matériels et équipements adaptés et appropriés aux zones potentiellement affectées. Ceci permet d'établir des priorités d'intervention en fonction du niveau de vulnérabilité de chaque zone du golfe d'Arzew présenté dans cette étude.

## Conclusion et recommandations

Le golfe d'Arzew est devenu à l'image de plusieurs secteurs de la côte algérienne un réceptacle des flux de pollutions chroniques ou accidentelles en provenance des terres et/ou des mers. Les marées noires ou les déversements d'hydrocarbures figurent parmi ces pollutions et constituent des événements importants que l'on ne peut considérer autrement que majeurs, car elles provoquent des impacts directs et indirects considérables sur le littoral. L'Etat est tenu responsable, dans ces conditions, de lutter contre la pollution, réduire ses effets, réparer et restaurer les zones endommagées.

Après une marée noire, même ailleurs qu'en Algérie, le retour d'expérience permet d'examiner les dysfonctionnements des plans de lutte internationaux en vigueur, et de quantifier les atteintes directes ou indirectes au milieu ainsi qu'au tissu socio-économique. De nouvelles propositions sont alors faites pour qu'à l'avenir la lutte soit plus efficace. En effet, pour qu'une lutte contre une pollution par les hydrocarbures soit efficace, il faut qu'elle soit hiérarchisée dans ses choix et cohérente dans ses actions. C'est la raison pour laquelle, lorsqu'une marée noire survient, les acteurs de la dépollution recherchent avant toute chose des documents pouvant les aider dans leur action.

Dès lors, nous avons jugé utile d'identifier les risques en intégrant des éléments de la sensibilité écologique et morpho-sédimentaire et de la vulnérabilité socio-économique du littoral du golfe d'Arzew.

A ce titre, nous avons essayé, pour la première fois en Algérie, d'organiser une base de données sous forme d'outil opérationnel d'aide à la décision, dénommée Atlas TELBAHR. Elle comporte notamment des informations utiles d'ordre écologique, morpho-sédimentaire et socio-économique qui contribueront efficacement et rapidement à diriger les opérations de lutte en cas d'accident majeur.

La conception de cette base de données passe par une première et incontournable étape de collecte et d'organisation des données. Lors de cette étape, nous avons été confrontés à des lacunes et à des obstacles liés à l'absence ou à la qualité moyenne des informations collectées. Il faut espérer qu'avec le temps cette information s'étoffe pour aboutir à des résultats plus satisfaisants.

Ensuite, vient l'étape de l'évaluation des indices synthétiques environnementaux (écologique, morpho-sédimentaire) et socio-économiques qui est particulièrement difficile à cause du caractère arbitraire dans le choix des cotations et des pondérations. Nous avons remédié à cette difficulté en procédant à une analyse rétroactive des catastrophes mondiales passées et en essayant d'adapter ces indices évalués juste après, à notre zone d'étude en prenant en compte ses spécificités.

La dernière étape consiste à matérialiser ou à transcrire toutes ses données sur des cartes de synthèse qui constitueront une partie de l'atlas TELBAHR national.

Des pistes de recherches restent encore à explorer en matière d'estimation de la vulnérabilité globale face aux pollutions par les hydrocarbures à l'échelle nationale, régionale et internationale avec les organismes de recherche et de gestion concernés tels que l'ESSMAL, TELBAHR, OMI, IPIECA, IFREMER, CEDRE, REMPEC, NOAA...etc.

Il serait aussi judicieux d'inclure les autres acteurs d'intervention. Dans ce contexte, l'Algérie connaîtra bientôt le lancement de la nouvelle multinationale OSPREC dont la SONATRACH est l'actionnaire majoritaire. Elle aura pour mission la lutte contre la pollution marine par les hydrocarbures dans le bassin Sud méditerranéen et les côtes Ouest africaines jusqu'au golfe de Cabinda en Angola. Elle aura justement son centre de recherche et d'intervention à Arzew.

Aussi, la modélisation demeure un autre axe de recherche très important qui reste à explorer puisqu'elle facilitera les simulations de dérive des nappes dans le cadre d'exercice mais aussi en cas de véritable accident et permettra de concentrer les efforts de lutte matériels et humains avec plus d'exactitude géographique et donc d'efficacité.

L'évaluation des indices qui a été élaborée doit, à l'avenir, être affinée et alimentée par des données réelles et/ou non partielles, comme cela a été fait pour certaines des variables étudiées (traitées avec des valeurs presque irréelles).

Cette recherche dans le domaine de l'évaluation de la vulnérabilité ne devrait pas être exclusivement associée aux pollutions par les hydrocarbures mais pourrait être étendue aussi aux autres pollutions marines. Certaines pistes de réflexions sur la vulnérabilité peuvent aussi trouver leur prolongement dans l'analyse de toutes les pollutions diffuses qui seraient en provenance des bassins versants.

Il faudrait peut être aussi penser à intégrer la dimension participative qui inclut les responsables et les professionnels locaux. Ceci pourrait, à l'avenir, aboutir à une gestion plus « apaisée » des crises. De cette participation naît l'appropriation et probablement l'efficacité dans l'action à l'échelle communale, de la wilaya et même régionale ou nationale. Il serait aussi capital d'inculquer une culture de gestion de crise de ce type à tous les échelons : central, aussi bien que déconcentrés (décentralisés) ou locaux.

Enfin, nous espérons que ce travail constituera le précurseur de toute une série de travaux sur la thématique de la vulnérabilité des côtes algériennes vis-à-vis des marées noires et ainsi arriver à concevoir un atlas global de vulnérabilité TELBAHR de tout le littoral algérien. Cela mènera incontestablement à une meilleure gestion des crises majeures.

## Bibliographie

- Ait Ameer N.2008., « Evolution décennale du CO2 anthropique au site DYFAMED (Méditerranée occidentale) ». *Congrès international sur les impacts anthropiques sur le milieu marin*, ESSMAL (Ex. ISMAL), Alger, le 28 octobre 2008.
- Amar Y., 1998. Etude des peuplements macrobenthiques du golfe d'Arzew. *Thèse de magister, Ocean. Biol., Ecologie marine*, ISMAL, Alger, 215 p. + annexes,
- Ameer N., 2001. Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar., *Direction Générale des Forêts*, Alger. 4 p.
- Arrar F., Saoudi Z., Sellali B., Boudjellal B., Azzouz M., Ounadi F., 1998. Métaux lourds dans les sédiments superficiels du golfe d'Arzew. *Séminaire International sur l'Environnement, Développement et Protection des zones côtières, du 1 au 3 juin , Gouvernorat d'Alger, 1998 au Palais des Nations. P 43-44.*
- Bakalem A.1980 Aménagement du littoral Ouest. Problème de pollution. Etude préliminaire de la zone Arzew-Mers El Hadjaj. *Cahiers géographiques de l'Ouest*. 56 p.
- Bakalem A., 2005. Trottoirs à vermet dans la base de données. INOC, 60 p.
- Baker J. et Splading M., 1994. Levée de la vulnérabilité des côtes dressées aux fins de l'intervention contre les déversements d'hydrocarbures. *Projet de rapport du comité de la protection du milieu marin dans le cadre de la mise en œuvre de la convention OPRC et des résolutions de la conférence OPRC*. 30 p.
- Bastien Ventura C., Girin M., Raoul Duval J., 2005. Marées noires et environnement. Ed. Institut océanographique. 407 p.
- Bouras D., Matallah A., Mouffok S., Boutiba Z., 2007. Evolution bioclimatique et actions de développement sur le littoral occidental algérien. *Larhyss journal, issn 1112-3680, n° 06, décembre 2007, pp. 91-104*
- Boutiba Z., 1989. Répartition et fréquences des échouages des cétacés sur le littoral Ouest algérien. *Séminaire national sur les sciences et Technologie de la mer, Alger, février 1989. Alger : 8 p.*
- Boutiba Z., 1994 a. Etudes comparatives des échouages et des observations en mer des petits delphinidés sur les côtes Nord et Sud de la Méditerranée occidentale. *Actes de la 3eme Conférence internationale pour la protection des mammifères marins en Méditerranée occidentale (RIMMO) :37-40 p.*
- Boutiba Z., 1994 b. Le Phoque Moine ( *Monachus monachus* ), espèce en voie d'extinction en Méditerranée occidentale. *Rev. Mus. Nat ; Zabana, Oran. 3 :25-31.*
- Boutiba Z., 1994 c. Bilan de nos connaissances sur la présence des Cétacés le long des côtes algériennes. *Mammalia, 58(4) :613-622.*
- Boutiba Z., Abdelghani F., Merzoug D., 1996 a. Parasitological information on cetaceans from the Algerian coast. *European Research on cetaceans- 10 Proceedings of the tenth Annual conference of the Europeans Cetacean Society – 10<sup>th</sup> Annual Conference, Lisbon ( Portugal), 11-13 March 1996, 4p.*

- Boutiba Z., 1992. Les mammifères marins d'Algérie, Statut, Répartition, Biologie et Ecologie. *Thèse. Doct. Etat* : 575 p.
- Boutiba Z., 1993. Tortues marines du bassin algérien. *Rapport sur l'Environnement Ouest Algérien, Banque Mondiale, pollution du littoral* : 34p.
- Boutiba Z., Taleb M. Z. et Boukhilif L., 2001. Echouages multiples de *Ziphius cavirostris*, Cuvier 1823, sur le littoral algérien durant l'année 2001. *10<sup>ème</sup> Conférence Internationale pour la protection des Mammifères marins en Méditerranée occidentale (RIMMO 10)*. 16 Novembre 2001, Antibes (France).
- CAMCAT, 2003. Pla especial d'emergencies per contaminacio accidental de les aigues marinesa cataluna, *Gouvernement de la région autonome de Catalogne*, 110 p.
- Caulet J. 1963. Les sédiments organogènes du pré-continent algérien. *Mémoire Museum Histoire Naturelle. Paris. sér C. 25*. 289 p.
- CEDRE.1996, Atlas du plan Polmar du département de la Manche.
- CEDRE., 2001. Le décideur face à une pollution accidentelle des eaux, *Guide Opérationnel*. Brest : Cedre, 2001. 42 p.
- CEDRE., 2004. L'observation aérienne des pollutions pétrolières en mer, *Guide Opérationnel*. Brest : Cedre, 2004. 60 p.
- CEDRE.2006, Atlas du plan Polmar du département du Finistère.
- CEDRE., 2006. Mieux comprendre les marées noires, dossier pédagogique. Brest : Cedre, 2006. 118 p.
- Dehenia W. et Mokhtar S., 1989. Les mammifères marins fréquentant le littoral Ouest algérien. *D.E.S., Univ.d'Oran, Algérie* : 70p.
- DGF. 2006. Atlas des zones humides de l'Algérie.
- El Bouali M., 1987. Les Cétacés du littoral Ouest algérien. *D.E.S., Univ. d'Oran, Alg.* 62 p.
- El Watan., 2008. « Transport d'hydrocarbures et autres substances dangereuses : la lutte contre la pollution marine en point de mire » paru sur le supplément économique du quotidien national El Watan du 28 janvier 2008.
- Fattal P. et Robin M., 2007. Vulnérabilité des côtes aux pollutions par hydrocarbures: L'exemple de Noirmoutier, IGARUN : Institut de Géographie et d'Aménagement Régional - Géolittomer – UMR 6554 du CNRS, 13 p.
- Fattal P., 2008. Pollution des côtes par les hydrocarbures. Presses universitaires de Rennes, collection : espace et territoires. 400 p.
- Greenpeace., 2006. Mais où est passé le thon rouge de Méditerranée ?, 36 p.

- Grimes S., 2002. Plan d'action national pour l'inventaire et la mise en place d'aires marines protégées en Algérie. *PNUE/CAR ASP*.
  
- Grimes S., 2002. Perspectives des aires marines protégées en Algérie. PNUD/GEF ALG 31.
  
- Grimes S., Boutiba Z., Bakalem A., Bouderbala M., Boudjellal B.,Boumaza S., Boutiba M., Guedioura A., Hafferssas A., Hemida F.,Kaïdi N., Khelifi H., Kerzabi F., Merzoug A., Nouar A., Sellali B., Sellali-Merabtine H.,Semroud R., Seridi H.,Taleb M.Z.,Touahria T., 2004. Biodiversité marine et littorale algérienne. Ed.Djazair. 362 p.
  
- Grovel A., 1961. Recherches sédimentologiques en baie d'Alger. *Thèse de 3eme cycle, université d'Alger*. 45 p.
  
- Gundlach, E.R. and M.O. Hayes. (1978) Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts. *Marine Technology Society Journal*, v12: pp. 18-27.
  
- Gundlach E. R., Getter C. D. et Hayes M. O., 1980. Sensitivity of coastal environments to spilled oil : Strait of Juan de Fuca and Northern Puget Sound, *NOAA contract n° NA79RAC0016, Proc. Seminar, American Petroleum Institute, Nigeria, Warri*, p.82-88.
  
- Hamad S., 2007. Utilisation des dispersants dans la lutte contre la pollution marine par les hydrocarbures. *Mémoire d'ingénieur, option : Environnement*. ESSMAL (Ex. ISMAL). ISMAL, 56 p.
  
- Hamaoui L., 2006. Evolution spatio-temporelle des sels nutritifs dans le bassin algérien *Mémoire d'ingénieur, option : Environnement*. ESSMAL (Ex. ISMAL). 53 p + annexes.
  
- Herda S., 2008. La lutte contre la pollution marine par les hydrocarbures". Communication présentée lors de la 6eme conférence stratégique internationale. Alger, le 17 novembre 2008.
  
- Hiscock K., Lear D. et Tyler-Walters H., 2003. Irish sea pilot, mapping sensitivity within marine landscapes, *Report to English Nature and the Joint Nature Conservation Committee from the MarLin, Marine Biological Association of the United kingdom, Plymouth, UK*, 150 p.
  
- ITOPF, 1987. La lutte contre la pollution. 104 p.
  
- ITOPF, 2003. Regional profiles, a summary of the risks of oil spills and state of preparedness in UNEP Regional seas regions, Mediterranean. 5 p.
  
- Lagabrielle E., 2001. Plan POLMAR/TERRE des Côtes d'Armor : Annexe A de sensibilité : Indices de vulnérabilité du littoral aux pollutions par le pétrole, mise en place d'un système d'information géographique. *Mémoire de Maîtrise des Sciences et Techniques de l'Aménagement du Territoire*. 187 p.
  
- Laouira A.,2008. « La protection du milieu marin : une mission vitale de l'Etat en mer » communication présentée lors du séminaire national sur l'action de l'Etat en mer, tenu à Tamenfoust le 11-12 mars 2008. 4 p.

- Lear D., Tyler-Walters H., 2004. Sensitivity Mapping for oil pollution incident pollution incident response, *Report from the MARine Life Information Network for Britain and Ireland (MARLIN) to the countryside Council for Wales, Marine Biological association of the United Kingdom, Plymouth, UK*, 50 p.
- Le Berre I., Quemmerais F., Fichaut B., 2008. Révision de l'atlas Polmar-Terre du Département de la Manche : vers un SIG opérationnel interservices, *Cybergeo : European Journal of Geography*. 18 p.
- Leclaire L., 1972. La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-Baléares (Précontinent algérien). *Mémoire au Museum National d'Histoire Naturelle, sér. C. Tome XXIV*. Paris : 372-391.
- Levratto N. et Clemenceau I., 2006. Elaboration d'un indice de vulnérabilité Socio-économique d'un littoral : une application au Cas de la région corse VertigO – La revue en sciences de l'environnement, Vol6 n°3, 16 p.
- Lloze R., 1980. Les échouages des Cétacés sur la côte oranaise. *Bull. Soc. Géogr. Et Aechéol. d'Oran*, 1980 : 47-50.
- El Watan., 2008. « L'Algérie n'est pas à l'abri d'une marée noire » paru sur le quotidien national El Watan du 03 juin 2008. Enquête réalisée avec le président du TELBAHR ; A.Laouira et l'enseignant-chercheur de l'ISMAL ; S.Grimes.
- MATE, Algérie. Cadastre littoral de la wilaya de Mostaganem, 101 p.
- MATE, Algérie. Cadastre littoral de la wilaya d'Oran. 117 p.
- MATE., Service de l'inspection générale de l'environnement, France, 2000. Rapport sur le retour d'expérience sur le fonctionnement du plan POLMAR. 121 p.
- Millot C., 1985. Some features of Algerian current. *Geophys. Res, Vol.90, C4*, 7169-7176.
- Nansingh P. et Jurawan S., 1999. Environmental sensitivity of a tropical coastine ( Trinidad, West Indies) to oil spills. *Spill Science and Technology Bulletin, Vol. 5, n°2*, p 171-172.
- OMI-IPEICA., 1996. Rapport conjoint sur la cartographie des zones sensibles dans la lutte contre les pollutions par les hydrocarbures. Volume I. 28 p.
- O'Sullivan A.J. et Jaques T.G., 2003. Système de référence d'impact. Effets des hydrocarbures sur l'environnement marin : impact sur la faune et la flore. Bruxelles : Commission européenne, 2003. 80 p.
- PAGE-JONES L., 1996. Tentatives d'estimation de la rémanence du pétrole sur les littoraux à la suite d'une pollution accidentelle et contribution à la mise au point d'un indice de vulnérabilité biomorphosédimentaire. *Mémoire de maitrise, UBO*, 136 p.
- Pallary p., 1900. Coquilles marines du littoral du département d'Oran. *Journ.conchylicol, Vol.XLVIII*, 252 p.

- PAM., 2005. Propositions pour inscription sur la liste des ASPIM, PNUE CAR/ASPI- Tunis, 2005. 192 p.
- Puillat I., Taupier-Letage I., Millot C. 2002. Algeran Eddies lifetime can near 3 years, *Journal of Marine Systems*, Vol. 31, 245-259.
- REMPEC., Protecting the Mediterranean against maritime accidents and illegal discharges from ships. 36 p.
- REMPEC., 2008. Study of maritime traffic flows in the Mediterranean sea, Final Report – Unrestricted version prepared by Lloyd’s Marine Intelligence Unit. 40 p.
- REMPEC., 2009. Rapport de la neuvième réunion des correspondants du centre régional méditerranéen pour l’intervention d’urgence contre la pollution marine accidentelle (REMPEC), tenue à Malte du 21 au 24 avril 2009. 38 p.
- Sellali B., 1996. La pollution par les hydrocarbures pétroliers en Méditerranée du sud occidental : 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.
- TELBAHR, MATET., 2003. Rapport sur l’Etat de TELBAHR, Ministère de l’Aménagement du Territoire et de l’Environnement (Algérie), 26 p.
- TELBAHR, MATET, 2006. Rapport sur l’Etat de TELBAHR, Ministère de l’Aménagement du Territoire et de l’Environnement et du Tourisme (Algérie), 94 p.
- Tillier I., 2005. La vulnérabilité des zones côtières face aux pollutions par les hydrocarbures. *Mémoire de Master, université de Nantes*, 104 p.

#### Sites web consultés

- Lloyd’s MIU : [www.lloydsmiu.com](http://www.lloydsmiu.com)
- CEDRE : [www.cedre.fr/](http://www.cedre.fr/)
- NOAA : [response.restoration.noaa.gov/](http://response.restoration.noaa.gov/)
- REMPEC: [www.rempec.org](http://www.rempec.org)
- IPIECA: [www.ipieca.org/](http://www.ipieca.org/)
- OMI: [www.imo.org/](http://www.imo.org/)
- PNUE : [www.unep.org](http://www.unep.org)
- IFREMER: [www.ifremer.fr/](http://www.ifremer.fr/)
- Joint Research Center: [www.jrc.ec.europa.eu](http://www.jrc.ec.europa.eu)
- Journal officiel de la république algérienne : [www.joradp.dz](http://www.joradp.dz)
- Direction générale des forêts Rubrique : zones humides : [www.dgf.org.dz](http://www.dgf.org.dz)
- *El Watan* : [www.elwatan.com](http://www.elwatan.com)

## Bibliographie

- Ait Ameer N.2008., « Evolution décennale du CO2 anthropique au site DYFAMED (Méditerranée occidentale) ». *Congrès international sur les impacts anthropiques sur le milieu marin*, ESSMAL (Ex. ISMAL), Alger, le 28 octobre 2008.
- Amar Y., 1998. Etude des peuplements macrobenthiques du golfe d'Arzew. *Thèse de magister, Ocean. Biol., Ecologie marine*, ISMAL, Alger, 215 p. + annexes,
- Ameer N., 2001. Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar., *Direction Générale des Forêts*, Alger. 4 p.
- Arrar F., Saoudi Z., Sellali B., Boudjellal B., Azzouz M., Ounadi F., 1998. Métaux lourds dans les sédiments superficiels du golfe d'Arzew. *Séminaire International sur l'Environnement, Développement et Protection des zones côtières, du 1 au 3 juin , Gouvernorat d'Alger, 1998 au Palais des Nations. P 43-44.*
- Bakalem A.1980 Aménagement du littoral Ouest. Problème de pollution. Etude préliminaire de la zone Arzew-Mers El Hadjaj. *Cahiers géographiques de l'Ouest*. 56 p.
- Bakalem A., 2005. Trottoirs à vermet dans la base de données. INOC, 60 p.
- Baker J. et Splading M., 1994. Levée de la vulnérabilité des côtes dressées aux fins de l'intervention contre les déversements d'hydrocarbures. *Projet de rapport du comité de la protection du milieu marin dans le cadre de la mise en œuvre de la convention OPRC et des résolutions de la conférence OPRC*. 30 p.
- Bastien Ventura C., Girin M., Raoul Duval J., 2005. Marées noires et environnement. Ed. Institut océanographique. 407 p.
- Bouras D., Matallah A., Mouffok S., Boutiba Z., 2007. Evolution bioclimatique et actions de développement sur le littoral occidental algérien. *Larhyss journal, issn 1112-3680, n° 06, décembre 2007, pp. 91-104*
- Boutiba Z., 1989. Répartition et fréquences des échouages des cétacés sur le littoral Ouest algérien. *Séminaire national sur les sciences et Technologie de la mer, Alger, février 1989*. Alger : 8 p.
- Boutiba Z., 1994 a. Etudes comparatives des échouages et des observations en mer des petits delphinidés sur les côtes Nord et Sud de la Méditerranée occidentale. *Actes de la 3eme Conférence internationale pour la protection des mammifères marins en Méditerranée occidentale (RIMMO) :37-40 p.*
- Boutiba Z., 1994 b. Le Phoque Moine ( *Monachus monachus* ), espèce en voie d'extinction en Méditerranée occidentale. *Rev. Mus. Nat ; Zabana, Oran. 3 :25-31.*
- Boutiba Z., 1994 c. Bilan de nos connaissances sur la présence des Cétacés le long des côtes algériennes. *Mammalia, 58(4) :613-622.*
- Boutiba Z., Abdelghani F., Merzoug D., 1996 a. Parasitological information on cetaceans from the Algerian coast. *European Research on cetaceans- 10 Proceedings of the tenth Annual conference of the Europeans Cetacean Society – 10<sup>th</sup> Annual Conference, Lisbon ( Portugal), 11-13 March 1996, 4p.*

- Boutiba Z., 1992. Les mammifères marins d'Algérie, Statut, Répartition, Biologie et Ecologie. *Thèse. Doct. Etat* : 575 p.
- Boutiba Z., 1993. Tortues marines du bassin algérien. *Rapport sur l'Environnement Ouest Algérien, Banque Mondiale, pollution du littoral* : 34p.
- Boutiba Z., Taleb M. Z. et Boukhilif L., 2001. Echouages multiples de *Ziphius cavirostris*, Cuvier 1823, sur le littoral algérien durant l'année 2001. *10<sup>ème</sup> Conférence Internationale pour la protection des Mammifères marins en Méditerranée occidentale (RIMMO 10)*. 16 Novembre 2001, Antibes (France).
- CAMCAT, 2003. Pla especial d'emergencies per contaminacio accidental de les aigues marinesa cataluna, *Gouvernement de la région autonome de Catalogne*, 110 p.
- Caulet J. 1963. Les sédiments organogènes du pré-continent algérien. *Mémoire Museum Histoire Naturelle. Paris. sér C. 25*. 289 p.
- CEDRE.1996, Atlas du plan Polmar du département de la Manche.
- CEDRE., 2001. Le décideur face à une pollution accidentelle des eaux, *Guide Opérationnel*. Brest : Cedre, 2001. 42 p.
- CEDRE., 2004. L'observation aérienne des pollutions pétrolières en mer, *Guide Opérationnel*. Brest : Cedre, 2004. 60 p.
- CEDRE.2006, Atlas du plan Polmar du département du Finistère.
- CEDRE., 2006. Mieux comprendre les marées noires, dossier pédagogique. Brest : Cedre, 2006. 118 p.
- Dehenia W. et Mokhtar S., 1989. Les mammifères marins fréquentant le littoral Ouest algérien. *D.E.S., Univ.d'Oran, Algérie* : 70p.
- DGF. 2006. Atlas des zones humides de l'Algérie.
- El Bouali M., 1987. Les Cétacés du littoral Ouest algérien. *D.E.S., Univ. d'Oran, Alg.* 62 p.
- El Watan., 2008. « Transport d'hydrocarbures et autres substances dangereuses : la lutte contre la pollution marine en point de mire » paru sur le supplément économique du quotidien national El Watan du 28 janvier 2008.
- Fattal P. et Robin M., 2007. Vulnérabilité des côtes aux pollutions par hydrocarbures: L'exemple de Noirmoutier, IGARUN : Institut de Géographie et d'Aménagement Régional - Géolittomer – UMR 6554 du CNRS, 13 p.
- Fattal P., 2008. Pollution des côtes par les hydrocarbures. Presses universitaires de Rennes, collection : espace et territoires. 400 p.
- Greenpeace., 2006. Mais où est passé le thon rouge de Méditerranée ?, 36 p.

- Grimes S., 2002. Plan d'action national pour l'inventaire et la mise en place d'aires marines protégées en Algérie. *PNUE/CAR ASP*.
  
- Grimes S., 2002. Perspectives des aires marines protégées en Algérie. PNUD/GEF ALG 31.
  
- Grimes S., Boutiba Z., Bakalem A., Bouderbala M., Boudjellal B.,Boumaza S., Boutiba M., Guedioura A., Hafferssas A., Hemida F.,Kaïdi N., Khelifi H., Kerzabi F., Merzoug A., Nouar A., Sellali B., Sellali-Merabtine H.,Semroud R., Seridi H.,Taleb M.Z.,Touahria T., 2004. Biodiversité marine et littorale algérienne. Ed.Djazair. 362 p.
  
- Grovel A., 1961. Recherches sédimentologiques en baie d'Alger. *Thèse de 3eme cycle, université d'Alger*. 45 p.
  
- Gundlach, E.R. and M.O. Hayes. (1978) Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts. *Marine Technology Society Journal*, v12: pp. 18-27.
  
- Gundlach E. R., Getter C. D. et Hayes M. O., 1980. Sensitivity of coastal environments to spilled oil : Strait of Juan de Fuca and Northern Puget Sound, *NOAA contract n° NA79RAC0016, Proc. Seminar, American Petroleum Institute, Nigeria, Warri*, p.82-88.
  
- Hamad S., 2007. Utilisation des dispersants dans la lutte contre la pollution marine par les hydrocarbures. *Mémoire d'ingénieur, option : Environnement*. ESSMAL (Ex. ISMAL). ISMAL, 56 p.
  
- Hamaoui L., 2006. Evolution spatio-temporelle des sels nutritifs dans le bassin algérien *Mémoire d'ingénieur, option : Environnement*. ESSMAL (Ex. ISMAL). 53 p + annexes.
  
- Herda S., 2008. La lutte contre la pollution marine par les hydrocarbures". Communication présentée lors de la 6eme conférence stratégique internationale. Alger, le 17 novembre 2008.
  
- Hiscock K., Lear D. et Tyler-Walters H., 2003. Irish sea pilot, mapping sensitivity within marine landscapes, *Report to English Nature and the Joint Nature Conservation Committee from the MarLin, Marine Biological Association of the United kingdom, Plymouth, UK*, 150 p.
  
- ITOPF, 1987. La lutte contre la pollution. 104 p.
  
- ITOPF, 2003. Regional profiles, a summary of the risks of oil spills and state of preparedness in UNEP Regional seas regions, Mediterranean. 5 p.
  
- Lagabrielle E., 2001. Plan POLMAR/TERRE des Côtes d'Armor : Annexe A de sensibilité : Indices de vulnérabilité du littoral aux pollutions par le pétrole, mise en place d'un système d'information géographique. *Mémoire de Maîtrise des Sciences et Techniques de l'Aménagement du Territoire*. 187 p.
  
- Laouira A.,2008. « La protection du milieu marin : une mission vitale de l'Etat en mer » communication présentée lors du séminaire national sur l'action de l'Etat en mer, tenu à Tamenfoust le 11-12 mars 2008. 4 p.

- Lear D., Tyler-Walters H., 2004. Sensitivity Mapping for oil pollution incident pollution incident response, *Report from the MARine Life Information Network for Britain and Ireland (MARLIN) to the countryside Council for Wales, Marine Biological association of the United Kingdom, Plymouth, UK*, 50 p.
- Le Berre I., Quemmerais F., Fichaut B., 2008. Révision de l'atlas Polmar-Terre du Département de la Manche : vers un SIG opérationnel interservices, *Cybergeo : European Journal of Geography*. 18 p.
- Leclaire L., 1972. La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-Baléares (Précontinent algérien). *Mémoire au Museum National d'Histoire Naturelle, sér. C. Tome XXIV*. Paris : 372-391.
- Levratto N. et Clemenceau I., 2006. Elaboration d'un indice de vulnérabilité Socio-économique d'un littoral : une application au Cas de la région corse VertigO – La revue en sciences de l'environnement, Vol6 n°3, 16 p.
- Lloze R., 1980. Les échouages des Cétacés sur la côte oranaise. *Bull. Soc. Géogr. Et Aechéol. d'Oran*, 1980 : 47-50.
- El Watan., 2008. « L'Algérie n'est pas à l'abri d'une marée noire » paru sur le quotidien national El Watan du 03 juin 2008. Enquête réalisée avec le président du TELBAHR ; A.Laouira et l'enseignant-chercheur de l'ISMAL ; S.Grimes.
- MATE, Algérie. Cadastre littoral de la wilaya de Mostaganem, 101 p.
- MATE, Algérie. Cadastre littoral de la wilaya d'Oran. 117 p.
- MATE., Service de l'inspection générale de l'environnement, France, 2000. Rapport sur le retour d'expérience sur le fonctionnement du plan POLMAR. 121 p.
- Millot C., 1985. Some features of Algerian current. *Geophys. Res, Vol.90, C4*, 7169-7176.
- Nansingh P. et Jurawan S., 1999. Environmental sensitivity of a tropical coastine ( Trinidad, West Indies) to oil spills. *Spill Science and Technology Bulletin, Vol. 5, n°2*, p 171-172.
- OMI-IPEICA., 1996. Rapport conjoint sur la cartographie des zones sensibles dans la lutte contre les pollutions par les hydrocarbures. Volume I. 28 p.
- O'Sullivan A.J. et Jaques T.G., 2003. Système de référence d'impact. Effets des hydrocarbures sur l'environnement marin : impact sur la faune et la flore. Bruxelles : Commission européenne, 2003. 80 p.
- PAGE-JONES L., 1996. Tentatives d'estimation de la rémanence du pétrole sur les littoraux à la suite d'une pollution accidentelle et contribution à la mise au point d'un indice de vulnérabilité biomorphosédimentaire. *Mémoire de maitrise, UBO*, 136 p.
- Pallary p., 1900. Coquilles marines du littoral du département d'Oran. *Journ.conchylicol, Vol.XLVIII*, 252 p.

- PAM., 2005. Propositions pour inscription sur la liste des ASPIM, PNUE CAR/ASPI- Tunis, 2005. 192 p.
- Puillat I., Taupier-Letage I., Millot C. 2002. Algeran Eddies lifetime can near 3 years, *Journal of Marine Systems*, Vol. 31, 245-259.
- REMPEC., Protecting the Mediterranean against maritime accidents and illegal discharges from ships. 36 p.
- REMPEC., 2008. Study of maritime traffic flows in the Mediterranean sea, Final Report – Unrestricted version prepared by Lloyd’s Marine Intelligence Unit. 40 p.
- REMPEC., 2009. Rapport de la neuvième réunion des correspondants du centre régional méditerranéen pour l’intervention d’urgence contre la pollution marine accidentelle (REMPEC), tenue à Malte du 21 au 24 avril 2009. 38 p.
- Sellali B., 1996. La pollution par les hydrocarbures pétroliers en Méditerranée du sud occidental : 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.
- TELBAHR, MATET., 2003. Rapport sur l’Etat de TELBAHR, Ministère de l’Aménagement du Territoire et de l’Environnement (Algérie), 26 p.
- TELBAHR, MATET, 2006. Rapport sur l’Etat de TELBAHR, Ministère de l’Aménagement du Territoire et de l’Environnement et du Tourisme (Algérie), 94 p.
- Tillier I., 2005. La vulnérabilité des zones côtières face aux pollutions par les hydrocarbures. *Mémoire de Master, université de Nantes*, 104 p.

#### Sites web consultés

- Lloyd’s MIU : [www.lloydsmiu.com](http://www.lloydsmiu.com)
- CEDRE : [www.cedre.fr/](http://www.cedre.fr/)
- NOAA : [response.restoration.noaa.gov/](http://response.restoration.noaa.gov/)
- REMPEC: [www.rempec.org](http://www.rempec.org)
- IPIECA: [www.ipieca.org/](http://www.ipieca.org/)
- OMI: [www.imo.org/](http://www.imo.org/)
- PNUE : [www.unep.org](http://www.unep.org)
- IFREMER: [www.ifremer.fr/](http://www.ifremer.fr/)
- Joint Research Center: [www.jrc.ec.europa.eu](http://www.jrc.ec.europa.eu)
- Journal officiel de la république algérienne : [www.joradp.dz](http://www.joradp.dz)
- Direction générale des forêts Rubrique : zones humides : [www.dgf.org.dz](http://www.dgf.org.dz)
- *El Watan* : [www.elwatan.com](http://www.elwatan.com)