

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AMENAGEMENT
DU LITTORAL



**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME
DE MASTER EN SCIENCES DE LA MER**

Sujet :

**INVENTAIRE DES OUVRAGES DE PROTECTION SUR LA
CÔTE ALGÉROISE :
Avantages et inconvénients**

Présenté par :

M^r BERKENNOU Nouredine

Soutenu le 17/10/2012 devant le jury suivant :

-M^r LARID M.	Maître de conférences A(ENSSMAL)	Président
-M^r BELKESSA R.	Professeur (ENSSMAL)	Promoteur
-M^{me} Bachari-HoumaF.	Maître de conférences A(ENSSMAL)	Examinatrice

PROMOTION 2012

Remerciements

Tout d'abord, je remercie Allah le tout puissant pour nous avoir donné la santé, le courage et la volonté, pour réaliser ce modeste travail.

Je tiens à exprimer toutes nos reconnaissances à ceux qui, à divers titres, ont collaboré à la réalisation de ce travail. Je les dois à de nombreuses personnes que j'ai le plaisir et l'honneur de citer ci-après.

Mr BELKESSA Rabah pour avoir dirigé ce travail et lui avoir accordé un intérêt tout au long de son élaboration.

Mr LARID Mohamed d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance.

M^{me} BECHARI, je le remercie d'avoir acceptée d'examiner mon travail.

Je tiens à remercier Mr KEMOUCHE abderezak (DG de DTP Jijel), Mr BENAMER Tarek (sous-directeur de DIM) qui m'ont vraiment aidé dans la réalisation de ce travail, et sans oublier l'ensemble du personnel du DTP Alger (Mr HEBOUL, Mr LAZAR, M^{me} AMRAOUI) pour le meilleur accueil, et d'avoir facilité la consultation des documents nécessaires pour ce travail.

Enfin nos vifs remerciements, à toutes les personnes qui m'ont aidé du près ou de loin à la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

Sommaire

Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Généralités

I.1.Situation géographique.....	2
I.2. Cadre géomorphologique et géologique	2
I.2.1.Géomorphologie.....	2
I.2.2.Géologie.....	3
I.3. La morphologie sous-marine	3
I.4.Hydrodynamique	3
I.4.1. Réseaux hydrographique.....	3
I.4.2. Vents	4
I.4.3. Facteurs hydrodynamiques	5
I.5. Les ouvrages côtiers	7
I.5.1.Les épis	7
I.5.1.2. Mise en place.....	8
I.5.1.3.Les types	9
I.5.1.4.Avantages	9
I.5.1.5.Inconvénients.....	9
I.5.2. Brise-lames	9
I.5.2.3. Mise en place.....	10
I.5.2.4. Les types	11
I.5.2.5.Avantages	11
I.5.2.6.Inconvénients.....	12
I.5.3. Les ports.....	12
I.5.3.2. Les divers ouvrages d'un port maritime	12

Chapitre II:

Inventaire et impact des ouvrages de protection

II. Inventaire et impact des ouvrages de protection	13
II.1. Evolution du littoral	13
II.2. Le transit littoral	14
II.3. Les ouvrages de protection de la côte Algéroise.....	14
II.3.1. Secteur Est, allant du Cap Matifou à Oued Réghaïa	14
II.3.1.1.Site de Ain Beida (exSuffren).....	14
II.3.1.2.Ain Tayacentre.....	14
II.3.1.3.Site de Ain chorb (ex Surcouf)	15
II.3.2.le secteur centre, la baie d'Alger.....	16
II.3.2.1.Académie naval de Tementfoust	16

Sommaire

II.3.2.2.Plage de Tementfoust Ouest	16
II.3.2.3.Port de pêche et de plaisance Tementfoust	16
II.3.2.4.plage la frégate (Alger plage)	16
II.3.2.5. Plage bateau cassé	16
II.3.2.6.Site verte rive	16
II.3.2.7.Le site Boulevard front de mer	17
II.3.2.8.plage de Sirène I	18
II.3.2.9.Aménagement hydraulique (endiguement de l'Oued El Harrach)	18
II.3.2.10.Plage piquet blanc.....	18
II.3.2.11.Port d'Alger	18
II.4. Le secteur Ouest, qui s'étend de Rais Hamidou jusqu'à l'Oued Mazafran.....	21
II.4.1.Plage Elkettani et Remila	21
II.4.2.Site stade Ferhani	21
II.4.3. Le port d'El Djamila.....	21
II.4.4.La partie Est de la presqu'île de Sidi Fredj	23
II.4.5. La partie Ouest de la presqu'île de Sidi Fredj	25
II.4.6.Site de Zéralda (complexe touristique)	27
Chapitre III:Discussions	
III. Propositions d'aménagement et de protection	29
III.1.Les plages.....	29
III.1.1.Les ouvrage en géotextiles.....	29
III.1.2.Les récifs artificiels	30
III.1.3.Le rechargement de plage	30
III.2.Les dunes.....	31
III.2.1.La revégétalisation.....	31
III.2.2.Le reprofilage.....	31
III.2.3.L'implantation de ganivelles	31
III.3.Les falaises	31
III.3.1 Rechargement des cordons littoraux (sable/galets) en pied de falaise	31
III.3.2.Reprofilage de la falaise	32
III.3.3.Systèmes de drainage	32
Conclusion	32
Bibliographie	
Annexe	

Introduction générale

Introduction Générale

Le littoral algérien s'étend sur 1624 km. Il représente un écosystème fragile et constamment menacé de dégradation en raison de la concentration de la population (2/3 de la population sur 4% du territoire seulement), des activités économiques et des infrastructures le long de la bande côtière) (**M.A.T.E., 2000 in Maghfour M. et al, 2007**).

L'érosion littorale est une forme de dégradation mécanique qui se manifeste par un recul du trait de côte. Elle est naturelle mais peut être déclenchée et souvent accélérée par des interventions humaines.

En Algérie, on assiste à l'heure actuelle, à une dégradation importante de la zone littorale sur l'ensemble territoire national ; cette dégradation se traduit par un démaigrissement de la plage, le recul du trait de côte, l'ensablement et l'envasement des ports...

La côte Algéroise est l'une des cas le plus remarquable du phénomène de dégradation du littoral. C'est une zone de plus en plus affectée par l'urbanisation et la concentration des activités humaines, sociales et économiques (Transport, commerce, pêche, agriculture, tourisme...). Cette polarisation provoque un grand problème d'érosion ; et pour guérir cette dégradation les autorités algériennes, ont souvent réalisés des ouvrages de protection lourds. Ces ouvrages jouent d'un rôle efficace pour protéger les enjeux immédiats et fixation du trait de côte.

Mais malheureusement, ils conduisant à des modifications dans la distribution des sédiments et à une dégradation de l'environnement naturel de certaines plages et falaises pour certains réseaux (l'emplacement de l'ouvrage, choix le type de l'ouvrage...).

Les infrastructures de protection du littoral sont des structures parallèles au rivage servant à prévenir le recul des côtes, la submersion des terres ainsi que la perte de terrain engendrée par la submersion ou l'action des vagues (**Kraus et McDougal, 1996**). Ces structures sont installées le long de côtes en érosion ou encore sujettes à la submersion, là où ces phénomènes naturels ne peuvent être tolérés. On trouve également des structures installées de façon perpendiculaire à la côte, comme les épis, qui ont pour objectif de ralentir le transit sédimentaire ou encore pour capter des sédiments afin de rehausser le niveau des plages. En regard de facteurs naturels et anthropiques, soit l'érosion, la hausse du niveau marin relatif et la pression démographique croissante, le recours aux infrastructures de protection du littoral s'intensifiera à moyen et long terme (**Nordstrom, 2000**).

Les ouvrages de protection du littoral sont parfois considérés comme un facteur aggravant le déséquilibre des systèmes côtiers (**Bernatchez et Dubois, 2004**). Par ailleurs, les ouvrages de protection du littoral, en agissant sur les paramètres hydrodynamiques, géomorphologiques et sédimentologiques, exercent une pression sur les écosystèmes côtiers (**Daigle, 2006**).

Notre mémoire serait présenter les ouvrages de protection sur la côte Algéroise, le rôle que peuvent jouer ces ouvrages dans la stabilisation du trait de côte, ainsi que leurs inconvénients.

Le mémoire a été abordé selon les étapes suivantes :

- Dans le premier chapitre, nous dressons un aperçu général sur la côte Algéroise (situation géographique, hydrologie, la géomorphologie...).
- Le second chapitre présente les différents ouvrages de protection sur la longueur de la côte.
- Dans le troisième chapitre, on propose des solutions de protection douce.

Chapitre I :
Généralités

I.1. Situation géographique

La wilaya d'Alger est limitée par la mer Méditerranée au Nord, par la wilaya de Blida au Sud, par la wilaya de Tipaza à l'Ouest et par la wilaya de Boumerdès à l'Est ; et est comprise entre les longitudes 2° 49' 22" et 3° 23' 40" Est ; Latitude 36° 42' 50" et 36° 46' 30" Nord. Le linéaire côtier s'étend sur une longueur de **80 km**, et se divise en trois zones distinctes:

- le secteur Est, allant du Cap Matifou à Oued Réghaïa;
- le secteur centre, comprenant quant à lui la baie d'Alger; et
- le secteur Ouest, qui s'étend de Rais Hamidou jusqu'à l'Oued Mazafran.

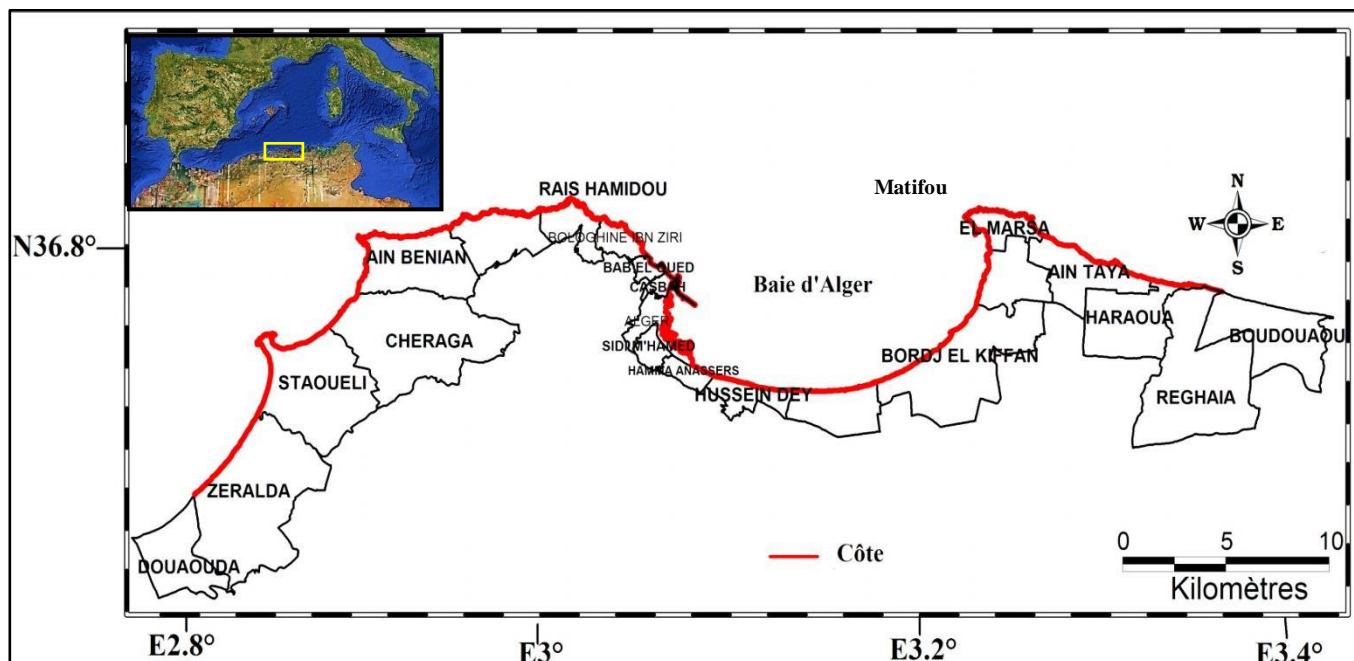


Figure I. 1: Localisation géographique de la côte Algéroise.

I.2. Cadre géomorphologique et géologique

La connaissance de la géologie et la géomorphologie locale d'un site permet de définir sa sensibilité face aux agressions marines.

I.2.1. Géomorphologie

La région d'Alger peut être subdivisée en plusieurs ensembles géomorphologique d'âge et de nature distincte :

- **Le massif d'Alger**

Appelé aussi massif de la Bouzaréah, il forme le point le plus haut de la région à 407 m d'altitude. Il est bordé au Nord et à l'Est par la mer méditerranée, à l'Ouest par les dépôts néogènes discordants et au sud par le bassin de la Mitidja.

- **Le Sahel d'Alger**

Allongé d'Est en Ouest, il englobe les reliefs qui s'étendent entre le massif d'Alger, la rive gauche de l'Oued El Harrach et la rive droite de l'Oued Mazafran. On y distingue:

(i) un ensemble essentiellement calcaire-gréseux à lumachelles; (ii) un faciès marin à marnes bleues (sahel marneux); et (iii) des dépôts continentaux argilo-caillouteux rouges à bruns (le piémont sud du Sahel).

- **La plaine littorale d'El-Hamma**

Il s'agit d'une petite plaine alluviale côtière, limitée au sud par la corniche mollassique, à l'Est par le massif d'Alger et à l'Ouest par Oued El Harrach. Cette plaine a une altitude variant de 2 à 15 m.

- **La plaine de la Mitidja**

Pour Glangeaud (1932), la Mitidja est un vaste synclinorium bordé au Nord et au Sud par des flexures. C'est une plaine synclinale à remplissage Mio-Plio-Quaternaire orienté suivant un axe Est-Nord-est / Ouest-Sud-ouest. Elle est limitée au Nord par l'anticlinal sahélien et à l'Est par le massif cristallophyllien de la Bouzaréah.

- **Le cordon littoral dunaire**

Il s'agit d'une petite barrière sablogréseuse allongée parallèlement au rivage. Il se développe entre le rive droite de l'Oued El-harrach et Bordj Elbahri bordant au Nord la partie des zones basses septentrionales de la Métidja.

I.2.2. Géologie

Les régions dures constituent le plus souvent les caps (partie Ouest de la zone d'étude) alors que les baies se creusent dans les roches plus tendres (cas de la baie d'Alger). Dans la région d'Alger, l'essentiel des déformations et des plissements d'âge Néogène, a donné naissance aux anticlinaux du massif d'Alger au cap Matifou, du Sahel ainsi que la formation du synclinal de la Métidja. La baie d'Alger qui est prolonge du bassin Néogène de la Métidja, s'inscrit en creux entre les deux horsts du massif d'Alger et de la bande de Matifou.

I.3. La morphologie sous-marine

La topographie du littoral algérois, caractérisée par une pente de talus (>32 %) à la latitude d'Alger, est parmi les plus importantes de l'ensemble du bassin occidental de la méditerranée.

A faible distance au nord de la côte, les courbes atteignent des profondeurs de plusieurs centaines de mètres et à quelques kilomètres à 2000 mètres plus au Nord, la côte est bordée par des abîmes supérieurs à 2000 mètres (**Leclaire A., 1974**).

La pente continentale passe du massif de la Bouzareah au cap Matifou d'une façon quasi rectiligne, le rivage s'incurve entre la pointe de Rais Hamidou et le Cap Matifou et délimite une baie très régulière, bien encadrée dans les terres émergées, le fond de cette baie est en pente douce, uniforme, de 0 à 100 mètres.

I.4. Hydrodynamique

I.4.1. Réseaux hydrographique

Au niveau du littoral algérois se déversent une multitude d'oueds de nature et d'importances variables. Ces oueds entraînent des apports plus ou moins importants le long de la côte algéroise.

Ces apports sont composés essentiellement de fragments de Schistes de calcites et de quartz mélangés à l'argile.

Parmi les principaux cours d'eau qui se jettent à l'Ouest et l'Est de la baie d'Alger, on trouve *l'oued Mazafran, l'oued Bousegar, l'oued Beni Messous, L'oued El harrach, oued El hamiz et l'oued Reghaia.*

Leurs régimes hydrologiques sont caractérisés par un long étiage de six mois et des crues d'hiver et de printemps soudaines et rapides.

- **Oued El-Harrach**

Le bassin versant de l'oued El-Harrach présente une superficie de 970 km² et une altitude moyenne de 830 m; son débit en période de pluie est de 1000 m³/s. C'est un bassin difficile d'accès caractérisé par de fortes dénivelées, une végétation peu dense et une pluviométrie importante. A ces facteurs d'érosion s'ajoute le caractère torrentiel de l'oued, qui en faveur d'une forte érosion et d'un alluvionnement important (LEM, 1999).

Le bilan des écoulements moyens annuels est de 5.41 m³/s.

- **Oued El-Hamiz**

Il prend source dans l'Atlas blidéen avant de traverser la plaine de la Mitidja. La superficie du bassin versant d'Oued El-Hamiz est de l'ordre de 160 km². La présence du barrage El-Hamiz a réduit considérablement les apports terrigènes en baie d'Alger.

- **Oued Mazafran**

Il constitue la limite Sud-ouest de la commune. C'est de loin le plus important des oueds. Il draine les eaux des territoires des wilayas de Blida – Tipaza – Médéa – Ain Defla et une partie de celles de la wilaya d'Alger.

- **Oued Beni Messous**

En période estivale, son lit est sec ou réduit à de simples filets d'eau; en hiver il connaît d'importantes crues.

- **Oued Réghaïa**

C'est l'oued le plus important de la région Est, long de 5.500 m et large de 10 m avec une profondeur de 17 m. Son bassin versant couvre 75 km² dont 25 km² sont constitués d'un territoire monticuleux, le reste étant une plaine inclinée vers la mer. Il est alimenté par deux affluents, à savoir l'Oued Guesbai et l'Oued Berraba. L'Oued El Biar prend naissance aux environs de la zone industrielle Rouiba – Réghaïa et traverse une grande partie des champs pour aller se déverser au niveau du lac.

I.4.2. Vents

Les vents sont générateurs de houles et de courants superficiels, leur influence aussi bien sur les transports éoliens, jouent un rôle très important dans l'évolution géomorphologique des côtes (Guilcher, A, 1974).

Le régime et la vitesse des vents dans la région d'Alger largement décrits dans le travail de Maouche (1987) sont :

- les vents de secteur NE sont les plus fréquentes mieux marqués en été, leur vitesse se répartisse entre 1 et 30 nœuds.
- les vents de secteur O-SO, bien représentés eux aussi, soufflent principalement en hiver, de 6 à 10 nœuds.
- Les vents de secteur S-SE, les moins représentés, marqués en automne et en hiver, leur vitesse est de 6 à 10 nœuds.

Et selon les observations de L'ONM (Stations Dar El-Beida) entre les années (1984-2009), on distingue quatre directions :

- de Mai à Septembre : Nord par une fréquence 12% et Nord-est par 10%.
- de Octobre à Avril : Sud-ouest par une fréquence 14,5% Et Ouest par 11,5%.

I.4.3. Facteurs hydrodynamiques

L'étude hydrodynamique nous permettra de déterminer le rôle des vagues et houles, sur la dynamique littorale ainsi que celui des courants.

a. La houle

Etant le facteur le plus important dans la dynamique sédimentaire des petits fonds, est définie par (Guilcher, A, 1974) comme un système de vagues plus ou moins réguliers, dans lequel la hauteur est relativement faible par rapport à la longueur d'onde et qui se propage dans la mer hors de la présence du vent qui en a été la cause initiale.

Les données de houle ont été requises d'un document de l'U.S Naval Weather Command intitulé « summary of synoptico-météorological observation » S.S.M.O s'étalant sur une période de 8ans (1963 à 1970).

Tableau I. 1: fréquence mensuelle par direction au large d'Alger(U.S. Naval weather ServiceCommand (S.S.M.O) 1963-1970, 4500 Observations).

Mois	N	N.E	E	S.E	S	S.W	W	N.W
Janvier	08.10	12.90	18.20	05.00	06.50	13.20	28.80	07.30
Février	08.80	10.30	12.60	04.00	06.00	16.90	35.60	05.80
Mars	11.30	12.60	15.80	03.60	04.50	13.30	30.50	09.20
Avril	11.70	15.30	16.00	02.00	04.40	13.70	26.60	26.60
Mai	08.40	26.30	31.90	03.00	03.30	07.20	13.90	06.20
Juin	09.20	29.10	29.80	01.80	01.40	08.20	16.30	04.20
Juillet	05.90	32.50	35.10	01.40	00.90	05.90	16.20	02.00
Août	08.90	27.70	37.40	01.90	01.01	05.00	13.40	04.90
Septembre	06.70	26.40	40.50	02.20	02.30	04.50	14.80	02.50
Octobre	07.80	14.10	20.30	03.20	04.30	14.80	28.80	06.90
Novembre	05.40	05.70	10.00	05.10	08.00	15.90	40.40	09.40
Décembre	10.20	06.20	09.30	04.60	07.40	15.00	37.10	10.00

La synthèse de ces données montre une nette répartition saisonnière des directions de houle. Au large, les directions correspondent en grande partie à celle des vents, du moins pour les secteurs Ouest et Nord-est.

D'après le LEM, le résultat de cette synthèse est précisé par le tableau I.1 dans lequel on constate que :

- Les houles de Nord-est sont les plus fréquemment observées.
- Les fréquences d'observations sur l'année des houles d'Est et Ouest sont sensiblement identiques avec toujours avec une légère prédominance du secteur.

b. Les courants

Les courants sont responsables de l'état dynamique de sédiment, (érosion ; transport et sédimentation).

b.1. Les courants généraux

Il s'agit de l'eau d'origine atlantique qui pénètre en surface dans le bassin méditerranéen par le détroit de Gibraltar, ce courant général crée dans la plus part des baies un contre-courant littoral vers l'Ouest. (Obaton, 1998 in Mennad M., 2008)

b.2. Les courants côtiers

Au contact des irrégularités du fond, les houles donnent lieu à des rouleaux qui provoquent la mise en suspension des particules, ce qui favorisent leur déplacement. Le sens et l'intensité de ce courant sont fonction de l'amplitude, de l'incidence de la houle par rapport à la côte, de la topographie de la plage sous-marine et de la granulométrie des sédiments.

b.2.1. Les courants de retour

Le courant de retour correspond à une zone de flot de retour à partir du courant existant au lieu de déferlement de la houle. Ces courants possèdent une vitesse qui dépend de l'énergie de la houle et de la pente de la plage. Ces courants sont responsables de la dispersion d'une partie des sédiments côtiers vers le large.

b.2.2. Les courants de dérive du littoral

Ces courants existent quand il y a incidence oblique de la houle, ils sont parallèle à la côte et contribuent à mettre les sédiments en mouvement, à les transporter et à la disperser, la vitesse de celui-ci est maximal pour un angle d'incidence de 50° à 60° .

Dans le cas général de houles de petites et moyennes amplitudes, les courants ne sont notables que dans les zones de déferlement et n'affectent donc que le triage des sables et des graviers de la frange littorale "fond -10 m". Ils assurent le transport latéral par dérive littorale et la dispersion. Par contre, les houles de fortes amplitudes pourraient agir jusqu'à des fonds de "-40 m à - 60 m".

La dérive générale dans la baie d'Alger engendrée par le courant atlantique (contre-courant atlantique) tourne au sens contraire des aiguilles d'une montre avec une vitesse moyenne en surface de l'ordre de 0,3 km/h. A proximité du fond la vitesse de ces courants diminue très rapidement et devient pratiquement négligeable (**Mennad. M, 2008**).

Au niveau de la côte à l'est du port d'El Djamila, le dynamisme est important, provoqué par l'intensité des houles de l'Ouest, Nord – Ouest et Ouest – Nord – Ouest. Ces houles ont contribué au démantèlement de la falaise du Ras Acrata et du platier rocheux.

Ces houles de secteur Ouest – Nord–Ouest sont d'incidence frontale sur le site, engendrant un courant de retour qui prend les sédiments de la côte et les dispersent au large. Ainsi les sédiments les plus fins se déposent au large. Ces houles provoquent ainsi bien l'érosion de la cote située à l'Ouest du port d'El Djamila (Zéralda, Sidi Fredj, Moretti, Staouéli, etc....) que le charriage des apports de l'Oued Mazafran.

L'incidence oblique des houles du secteur Ouest engendre une dérive littorale qui entraîne les matériaux sableux vers l'Est dans le domaine infralittoral. La dérive littorale s'écoulant de l'Ouest présente un impact très important en charriant les sédiments vers l'Est. (**Houma et al., 2006; Al Sid ChiKh et al., 2009; Millot, 1985**).

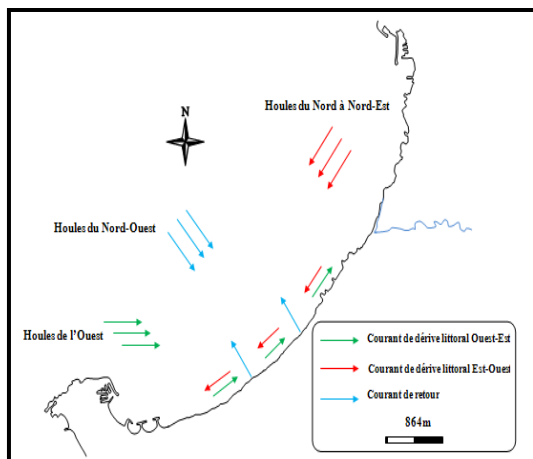


Figure I. 3 : Schéma probable de l'hydrodynamisme dynamique dans la baie El-Djamila(Assassi et Otmani, 2010)

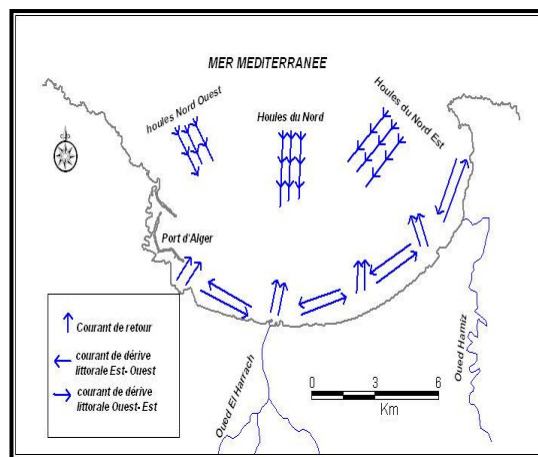


Figure I. 2 : Bilan des courants de dérive et sédimentaire dans la baie d'Alger. (LEM, 1998)

I.5. Les ouvrages côtiers

La fonction principale des structures de protection du littoral est de protéger les infrastructures anthropiques (bâtiments, routes, puits, etc.) Lorsque celles-ci ne peuvent être relocalisées vers l'intérieur des terres. Ces structures peuvent être construites près de la ligne de rivage (murets de béton, enrochements, épis en bois ou en pierres, etc.), mais peuvent également être présentes en eau plus profonde (digues, installations portuaires, jetées, brise-lames, etc.) (Bird F., 1996).

I.5.1. Les épis

Les épis sont des ouvrages en bois, en pierre, en béton ou en enrochement disposés plus ou moins perpendiculairement au rivage. Ils constituent des obstacles pour la dérive littorale qui se trouve freinée, déviée et contrainte à déposer une partie de sa charge. Leur rôle est donc, de piéger des sédiments en transit (Paskoff R., 1993).

Leur rôle est de :

- Piéger des sédiments en transit sédimentaire ;
- Réduire les pertes de sédiments ;
- Elargir le segment de plage du côté protégé ;
- Protéger la côte contre l'érosion en retenant les sédiments.

Pour surélever et élargir une plage en cours de démaigrissement, il est nécessaire d'aménager une série épis échelonnés.

Les épis n'ont pas pour mission d'arrêter totalement le transport longitudinal, mais de retenir, quelles que soient les irrégularités de ce transport, un matelas de matériaux suffisant pour protéger la haute plage et éviter que les matériaux de la zone protégée participent au transit littoral.

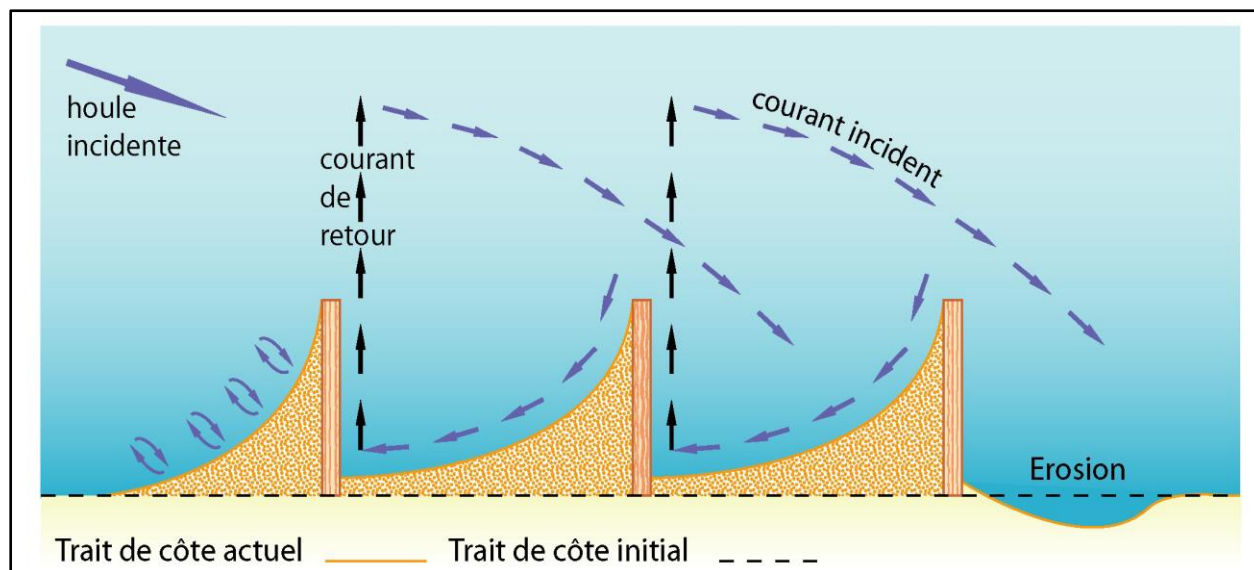


Figure I. 4: Principe de fonctionnement d'une batterie d'épis (CETMEF, 2011).

I.5.1.2. Mise en place

- **Longueur des épis**

La longueur des épis est essentiellement déterminée par le degré d'interruption du transport littoral souhaité, par le type de profil de plage recherché et par la nouvelle ligne de rivage attendue.

D'après les travaux du CERC (Coastal Engineering Research Centre), une corrélation a été établie entre la profondeur d'eau au musoir de l'épi par rapport au niveau moyen des basses mers et le pourcentage du transport littoral hydrosédimentaire interrompu. Ces résultats sont rassemblés dans le tableau suivant.

Tableau I. 2: Interruption du transit sédimentaire en fonction de la profondeur d'eau au musoir par rapport au niveau moyen des basses mers (CERC in Bougis J., 2005).

Profondeur au musoir	0 m à 1.2 m	1.2 m à 3.0 m	> 3.0 m
Épis hauts	50 %	75 %	100 %
Épis bas		50 %	75 %

- **Espacement des épis**

L'espacement entre deux épis consécutifs dépend de l'obliquité de la houle dominante, et plus généralement de l'enveloppe des obliquités des houles représentatives du comportement hydro sédimentaire local et en particulier de l'orientation de la ligne de rivage entre les épis.

En notant α l'angle entre la direction de propagation de la houle dominante et la normale à la plage, qui est aussi celui entre les lignes de crêtes de la houle dominante et le trait de côte, A la distance entre la racine de l'épi et le trait de côte moyen recherché, la longueur L de l'épi,

et l'espacement E entre deux épis doivent vérifier la relation suivante, obtenue à partir d'une approche théorique simplifiée : (J. Bougis, 2005)

$$E < (L - A) \frac{1 + \tan^2 \alpha}{\tan \alpha} \dots \dots \dots (1)$$

- **Orientation des épis**

S'il n'existe pas une direction de houle incidente privilégiée, les épis sont disposés perpendiculairement au trait de côte. Dans le cas contraire, il sera avantageux de les disposer normalement aux crêtes des houles dominantes. Cette disposition permet de les raccourcir, ou de les espacer et de limiter les remous et donc l'affouillement à leurs extrémités.

I.5.1.3. Les types

Il existe de très nombreux types d'épis, qui peuvent être distingués, soit d'après leurs caractéristiques fonctionnelles, soit d'après leur structure.

a) Caractéristiques fonctionnelles

- Les épis courts rendent très irrégulière la zone de jet de rive au voisinage au niveau des pleines mers, d'où une réduction de jet de rive et une limitation des houles de chaque côté. Ils produisent en général un arrêt de l'érosion et remonté de la plage.
- les épis longs, susceptible d'arrêter complètement le transit littoral.
- Les épis perméables permettent d'éviter une trop grande dissymétrie de la forme de plage et de limiter en particulier les phénomènes d'érosion en aval au regard du transit littoral.

Pour ce qui est la forme, les épis peuvent être droits, en L, en T...

b) Caractéristiques structurelles

- Epis en enrochement, épis en maçonnerie et en béton, épis en béton armée, épis en palpenche métallique, épis en bois.

I.5.1.4. Avantages

L'épi présente un seul avantage : en bloquant le transit du sable, il engraisse la plage et met ainsi le trait de côte en arrière qui est ainsi plus souvent éloigné du déferlement des vagues.

I.5.1.5. Inconvénients

- Les épis ont cependant des effets induits : en bloquant les sables à l'amont de l'ouvrage ; ils provoquent inévitablement une érosion à l'aval, d'autant que l'épi provoque une diffraction de la houle et aggrave alors l'impact des vagues en arrière. En plus Le coût est très élevé ;
- Impact sédimentaire possible sur les zones avoisinantes et des impacts environnementaux négatifs (augmentation de la turbidité et accumulation des polluants et déchets).

I.5.2. Brise-lames

Les brise-lames sont des ouvrages longitudinaux mis en place sur les petits fonds, donc en avant côte, et disposés plus ou moins parallèlement à son tracé (Paskoff R., 1993).

Il s'agit d'ouvrages dont l'axe principal est orienté parallèlement, ou est peu incliné, par rapport à la côte. Ils ont pour but de provoquer une dissipation de l'énergie de la

houle avant son déferlement sur la plage et de s'opposer à l'entraînement vers le large des matériaux.

Leur rôle est de :

- Limiter la dispersion transversale des matériaux lorsque des transports importants des sédiments s'effectuent dans le profil ;
- Provoquer une diminution de la houle permettant aux sédiments en transit s'accumuler à leur abri.

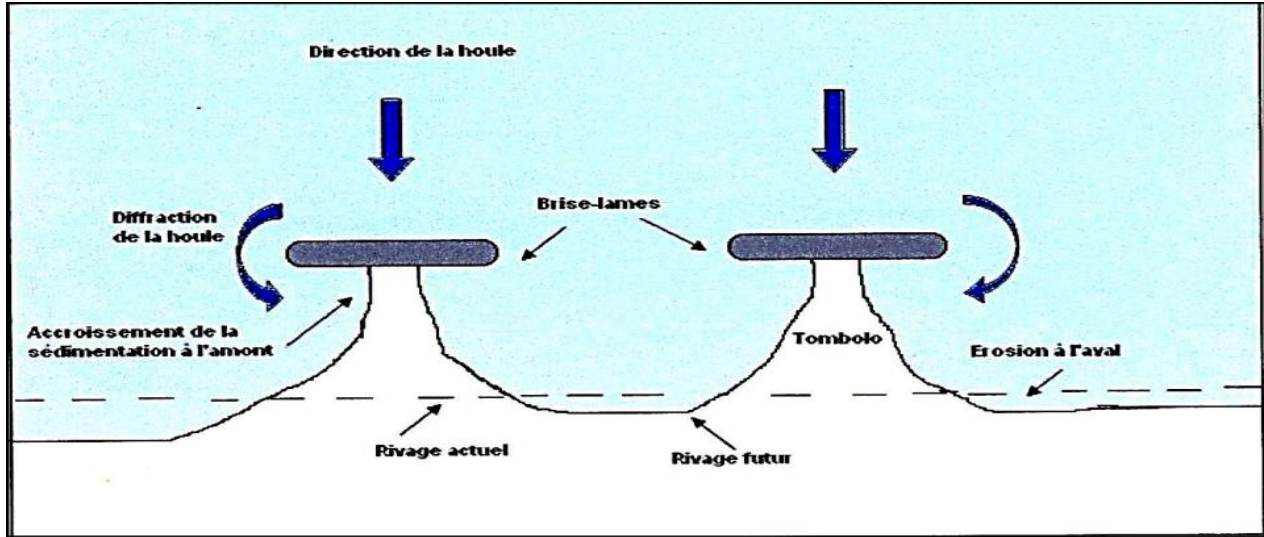


Figure I. 5 : Schématisation de l'action des Brise-lames(Caminades, 1995 modifiée).

I.5.2.3. Mise en place

- **Dimensionnement**

Il n'existe pas, actuellement de critères bien définis quant aux caractéristiques optimales des brise-lames, mais un certain nombre de règles de dimensionnement basées sur la théorie (aspect diffraction de la houle notamment), sur des recherches expérimentales en modèle réduit (aspect transmission de la houle par-dessus un brise-lames immergé, étude des possibilités de formation de tombolo, analyse des profils de plage à l'abri du tombolo...).

Il semble en tout état de cause que les brises lames efficaces sont ceux qui ne sont pas franchis par les vagues.

Si la distance au rivage d'un brise-lame augmente, son efficacité diminue, mais si cette distance est trop faible, le bassin de dissipation de l'ouvrage est trop petit pour absorber l'énergie de la houle après déferlement (Samet, 2007 in Khedimi F. et al., 2008).

- **Longueur de l'ouvrage par rapport à la cote**

Des études faites au LCHF montrent que pour qu'un brise lame puisse provoquer la formation d'un tombolo se raccordant à l'ouvrage, il faut que les limites d'expansion de la houle, issues de chacune des extrémités de l'ouvrage, se croisent sur le trait de côte, ce qui conduit dans le cas d'une houle normale à la côte, à la relation :

$$l > 1,2(lc + 0,3L) \dots \dots \dots (2)$$

Avec :

l : longueur du brise-lames ;

lc: distance du brise-lames à la côte ;

L : longueur d'onde de la houle au point considéré.

Par contre, (**Chapon, 1987**) conseille de donner au brise-lame une longueur équivalente à plusieurs longueurs d'ondes ce qui recoupe les idées de Toyoshima (1984) où il préconise les longueurs suivantes en fonction de la profondeur d'implantation des brise-lames :

Tableau I. 3: Propositions pour la longueur des brise-lames (**Chapon et al, 1987**)

Ouvrage	Près de lacôte	Faible profondeur	Moyenne profondeur	Grande profondeur
Profondeur d(en m)	< 1	1 à 2	1 à 6	> 6
Longueur l (en m)	2 à 3L	3 à 5 L	3 à 10 L	II à 10 L

- **Espacement (LCHF)**

Pour qu'il n'y pas d'érosion du trait de côte situé entre deux brise-lames successif, il faudrait un espacement « E » tel que :

$$E < 0,83lc + 0,5L \dots \dots (4)$$

Le CERC recommande un espacement égal à deux fois la longueur d'onde de la houle (2L) avec une longueur de chaque ouvrage inférieure à sa distance au rivage (**Samet, 2007 in Khedimi.F et al, 2008**).

- **Largeur en crête**

Est exprimé par les relations :

$$25-5Za < b < 15-5Za \dots \dots (5)$$

Avec :

b : largeur de brise-lames en crête, en m.

Za : cote d'arase de l'ouvrage, en m.

I.5.2.4. Les types

Il existe plusieurs types de brise-lames :

- Les brise-lames à talus en enrochement avec carapace de protection en roche et en béton ;
- Les brise-lames à faible crête ;
- Les brise-lames à caisson ;
- Les brise-lames mixtes ;
- Les brise-lames flottants ;
- Les brise-lames submergés.

I.5.2.5. Avantages

- Atténuation de l'énergie de la houle et réduction locale du transport sédimentaire ;
- Protection des côtes sableuses par accumulation de sédiments ;
- Constituent de nouveau biotopes rocheux qui sont rapidement colonisés par des espèces végétales et animales.

I.5.2.6. Inconvénients

- En cas de transport littoral significatif, augmentation de l'érosion en aval dérive ;
- Protection uniquement locale ;
- Impact possible pour la navigation de plaisance et les engins de plage ;
- Coûts importants de mise en œuvre, dès construction en eau relativement profonde.

I.5.3. Les ports

Le port peut se définir comme l'ensemble des équipements devant répondre aux besoins des opérations réalisées à l'interface terre- navire. Ces équipements concernent soit les fonctions relatives aux navires, soit celles relatives aux opérations à terre.

Le navire attend d'un port des services pour son abri, son accostage, son avitaillement et ses réparations.

Liées aux navires, les opérations portuaires à terre concernent essentiellement le traitement des marchandises et des personnes transportées par voie maritime et transitant par les installations portuaires où elles sont soit chargées, soit déchargées (Bonafous P. et al., 1996).

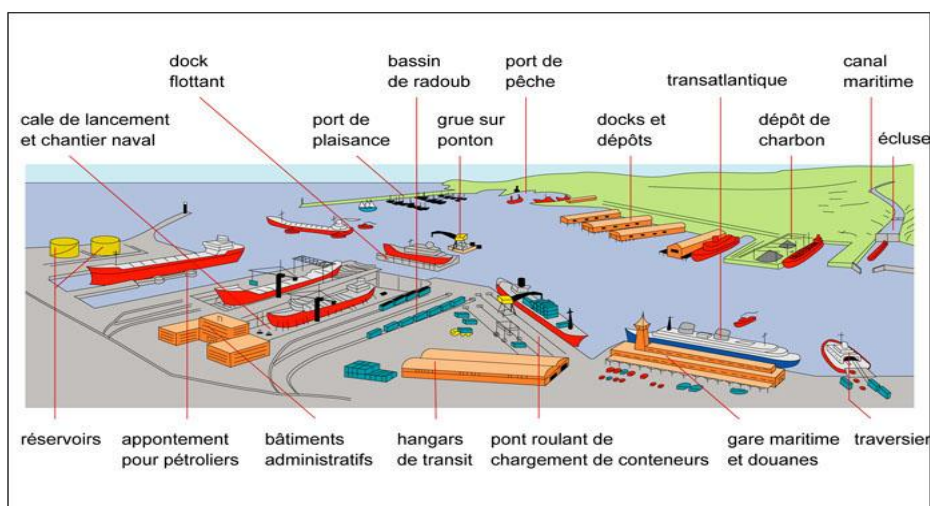


Figure I. 6: Schéma général d'un port.

I.5.3.2. Les divers ouvrages d'un port maritime

- ❖ **les ouvrages de protection et d'accès** : Ils ont pour rôle de défendre le port contre la houle et les apports solides du transport littoral ; pour les ports intérieurs, ces ouvrages assurent le calibrage du chenal d'accès.
- ❖ **les plans d'eau** qui servent à l'évolution et au stationnement des navires ;
- ❖ **les ouvrages d'accostage qui sont** : les quais, les appontements et les ducs d'albe.
 - **Un quai** est un ouvrage remplissant les trois fonctions d'accostage et amarrage, de liaison avec la terre et de soutien des terres ;
 - **Un appontement** remplit les deux premières fonctions ;
 - **Un duc d'albe** remplit seulement la première de ces fonctions.

Chapitre II :
Inventaire et impacts des
ouvrages

II. Inventaire et impact des ouvrages de protection

Du latin inventus (trouvé), l'inventaire permet de faire une liste exhaustive de ce que nous possédons. Synonymes ; catalogue ; dénombrement ; énumération ; état ; recensement ; revue ; table. Ouvrage qui analyse un fond d'archives et permet de l'exploiter plus facilement. (1).

La défense d'une côte consiste en l'établissement d'ouvrages capables de s'opposer à l'attaque de la mer. Si les actions longitudinales sont dominantes, la côte sera protégée au moyen d'ouvrage transversaux (épis) destinés à interrompre le transport longitudinal ; au contraire ; dans le cas d'une attaque frontale, la défense est assurée par des ouvrages longitudinaux (défenses de haut de plage, ou défenses avancées conçues sous forme de brise mers). Le plus souvent l'attaque comporte deux actions et les défenses sont d'un type mixte participant de l'un et l'autre système (Chapon, 1984).

II.1. Evolution du littoral

D'une manière générale, le littoral de la wilaya d'Alger est globalement en recul sur toute partie de la côte.

- **Secteur Ain Bénian-port d'Alger**

Est sujette à une attaque marine qui entraîne la destruction des falaises et la réduction notable des plages par érosion, résultat des actions des houles frontales et l'absence des apports sédimentaires dans ce secteur.

- **Secteur port d'Alger-Hussein dey**

L'action érosive de la mer est visible sur toute la longueur de la zone de Sablète. Cette érosion pourrait déstabiliser les constructions réalisées dans ce secteur par affouillement du pied du talus constituant généralement de remblai.

- **Secteur Hussein dey-Lido**

L'érosion est accentuée par surexploitation en sable des plages avoisinant l'Oued El-Harrach. Ceci conduit à court terme au déséquilibre de cette partie du littoral.

- **Secteur Bordj El-kiffan**

L'urbanisation anarchique dans ce secteur a fait des constructions topographiques du rivage conduit à l'érosion, de même, l'exploitation abusive des agrégats (sables et graviers) des plages et des ballastières dans l'Oued El-Harrach réduisent le volume des apports, de plus la présence d'un barrage de l'Oued El-hamiz a fait de dernier inactif quant à l'alimentation de cette zone en apports terrigènes. La somme de tous ces facteurs se solde par une diminution considérable des largeurs des plages.

- **Secteur Verte Rive-Oued El-hamiz**

Plusieurs nombres de rejets d'eaux usées se déversent directement en mer. Exploitation anarchique de sablière au niveau des dunes et des plages. Ont constaté également des constructions côtières endommagées au niveau des sites de Stamboul et du bateau cassé par les attaques des vagues.

- **Secteur Oued El hamiz-Tamenfoust**

Le phénomène d'érosion est concerné au niveau de la zone comprise entre les Ondines et bateau cassé à cause de l'extraction des sables des plages.

II.2. Le transit littoral

Selon le LEM, le transit littoral résultant se fait pour les deux sites considéré de l'Est vers l'Ouest.

- Dans la baie d'Alger, la dynamique sédimentaire est régie par les houles de secteur Ouest et Est ainsi que par les houles de secteur Nord. Les houles de direction Est dominante en période estivale, créant un courant de dérive littoral vers l'Est, assurent le transit des sédiments dans la même direction. Les houles de direction Ouest, dominante en période hivernale, créant une dérive vers l'Est assurent le transit des sédiments dans même direction.

Ces houles de direction des secteurs Ouest et Est, ainsi que les houles de secteur Nord, peuvent atteindre la côte par en droit avec incidence frontale en créant un courant de retour assurent de retour le transport des sédiments dans le profil. Ces houles d'incidence frontale d'origine l'érosion.

- Dans le secteur de Ain Bénian, le transit est négligeable. Le transport des sédiments se fait essentiellement dans le profil grâce aux houles du Nord frontales qui créant une courant de retour assurent le transport des sédiments vers le large.

II.3. Les ouvrages de protection de la côte Algéroise

II.3.1. Secteur Est, allant du Cap Matifou à Oued Réghaïa

II.3.1.1.Site de Ain Beida (ex Suffren)

Ain Beida située à l'Ouest de Ain Taya, elle a connu un projet de protection contre les agressions érosives de la mer sur une longueur de 390 ml.

L'ouvrage a été réalisé de type protection frontale en enrochement de carrière (0,5 à 2 t) et de blocs en béton de type BCR de 5t.

La solution retenue par le LEM (Laboratoire d'Etude Maritime) en 2004 set celle qui est proposé en esquisse par Sogreah en 1982 lors de l'étude sur modèle réduit malgré le changement de la pente de fond enregistré sur le site et le recul du trait de côte estime à 0,4m/an (Sabri. F, 2004).

Avantage des ouvrages

- Solution fiable pour la protection de la falaise.
- Les enrochements et les blocs constituant la carapace créent des effets de récifs artificiels susceptibles de favoriser le développement et l'apparition de nouvelles espèces.

Inconvénients des ouvrages

Modification du départ et l'accumulation des sédiments de long du rivage, ainsi que la modification de l'agitation de la mer et la direction des courants marins littoraux.

II.3.1.2.Ain Taya centre

La majorité sur sa partie, les habitations sont construites sur le bord de la falaise.

L'ouvrage réalisé est de type protection frontale, constitué de deux (02) tronçons distincts :

Tronçons 1 : D'une longueur de 510 ml constitué de :

Un noyau de Tout Venant de (0 à 0,5t), un filtre en enrochement naturels de (0,5 à 2t), une carapace en bloc de béton de 9t et d'une contre-butée en enrochements de (3 à 6t).

Tançons 2-a : Une longueur de 50 ml constituée d'un cordon en enrochement de (3 à 6t).

2-b : Une jonction (liaison entre Ain Taya et Ain Beida) d'un linéaire de 90 ml de même constitution que le tronçon 1.

Avantage des ouvrages

Solution fiable pour la protection des habitations et du pied de falaise contre la dégradation causée par la mer.

Inconvénients des ouvrages

-Changement du transit littoral, en matière de diffusion de l'énergie de la houle sur la zone côtière, et les modifications des flux des faciès sédimentaires.

-Réduire ou même détruire la biomasse locale par la destruction des herbiers.

-Perturbation les activités telles que le tourisme, vu les difficultés d'accès à la plage, qui représente perte la commerce pour ce site.

-Perturbation l'esthétique de ce site.

-la superstructure de l'ouvrage altère l'harmonie du paysage, changeant le site d'une plage sableuse à une côte à structure bétonnée.

II.3.1.3.Site de Ain chorb (ex Surcouf)

La plage de Ain chorb connaît une érosion très accentuée et un recul important. Dans certains endroits, la largeur de la plage ne dépassait pas les 2 à 3 m, le haut de cette plage est surmonté par des habitations, ce qui constitue un danger réel en cas disparition totale de la plage.

A cet effet, des travaux de protection étaient donc nécessaire, afin arrêter ce phénomène et éventuellement permettent la reconstitution de la plage qui est très convoitée par les touristes.

La protection a été fait sur 600 ml du littoral par constitue d'une batterie de quatre (04) brise-lames parallèles à la côte pour une lisière totale de 290 ml. La distance à la plage de 80-120ml et 60 ml de longueur de chacun, la carapace des brise-lames est constitué en bloc en béton (BCR) de 8,4t.

-deux (02) brise-lames dans la partie Ouest (1^{er} tranche) sur 300 ml environ, ont était implanté pour atténuer la houle.

-deux (02) brise-lames dans la partie Est (2^{ème} tranche), ont était implanté pour protéger les constructions et l'engraissement de la partie Est de la zone.

Avantages des ouvrages

Ain chorb est un site présente une caractéristique unique où les habitations sont installées en haute plage, les brise-lames, la solution qui peut :

- assurer à la fois la protection de ces habitations et la préservation de la plage ;

-création d'une zone calme ;

-le volume transporté réduit ;

-augmentation de la largeur de plage.

Inconvénients des ouvrages

-Milieu physique : se traduisent par la perturbation de l'équilibre hydrodynamique, c.-à-d. modification de la propagation des houles et des courants, ainsi qu'un changement des fonds.

-Milieu biologique : les brise-lames occupe une surface très important, ce qui engendre la disparition de certaines espèces animaux et végétaux.

-Disparition totale de la plage dans la partie Est après reliée les deux brise-lames par enrochements.

II.3.2. le secteur centre, la baie d'Alger

II.3.2.1. Académie naval de Tementfoust

Petit port militaire est constitué par jetée principale en béton et enrochements.

-Ce port en peut réduire ou stopper le transit littoral qui provoque une érosion dans la plage Tementfoust Ouest.

II.3.2.2. Plage de Tementfoust Ouest

Elle est protégée par enrochements dans la partie Est et d'un épi en centre de plage.

Avantage et inconvénient des ouvrages

-Protège les habitas mais réduise la surface de la plage, perturbé l'esthétique de la plage.

II.3.2.3. Port de pêche et de plaisance Tementfoust

Constitue par jetée principale en béton et enrochements et deux épis en bétons.

-Ce port réduire ou stopper le transit littoral qui provoque une érosion dans la plage Tementfoust Est.

II.3.2.4. plage la frégate (Alger plage)

Protège par quatre épis dans la partie Est et enrochements dans la partie Ouest.

Avantage et inconvénient des ouvrages

-Protège les falaises qui habités.

-Etroite ou disparaître la plage.

II.3.2.5. Plage bateau cassé

Protection frontale en enrochements.

Avantage et inconvénient des ouvrages

-Protection des habitations contre les agressives de la mer.

-dénaturalisé le paysage.

II.3.2.6. Site verte rive

Il connut une érosion importante au cours des années précédentes, et pour cela, d'une batterie de 15 épis courts de longueur variée entre 20 à 30 m avec espacement de 86 ml a été réalisé, sur un linéaire de côte de 1200 ml.

Ces ouvrages ont pour but la stabilisation de la plage.

Avantage des ouvrages

-Elargir la plage.

-Protéger les habitations qui habités en haut plage.

Inconvénients des ouvrages

-Occupe une grande espace.

-Les plages restent en érosion dans plusieurs endroits leur mal orientations



Figure II. 1: Les petits épis du Verte Rive.

II.3.2.7. Le site Boulevard front de mer

La réalisation d'une protection frontale de 760 ml et de quatre ouvrages en T (brise-lames d'une longueur de 110 ml chacun, reliés à des épis de 90 ml) a été faite.

Cette protection permettra l'engraissement de la plage y affrètera et prémunira le mur de soutènement et la route contre l'agression des vagues.

Avantage et inconvénients des ouvrages

-Protection fiable.

-Les deux brise-lames de la partie Est jouent leurs rôles (élargir la plage), mais non pour les deux autres leur mal orientations.

-L'installation de ce type d'ouvrage sur la côte dénature le site et détériore le paysage, en plus de ça l'ensemble de ces ouvrages retiennent les eaux usées rejetées en mer, en les empêchant d'aller au large. L'augmentation du taux de pollution des eaux côtières affecte directement et dégrade la densité de l'herbier de *Posidonies oceanica*.



Figure II. 2: Protection de front de mer.

II.3.2.8. Plage de Sirène I

Protection frontale par un mur de soutènement et enrochements.

Avantage et inconvénients des ouvrages

- Protection fiable ;
- Modification du paysage et dénaturalisation du site.

II.3.2.9. Aménagement hydraulique (endiguement de l'Oued El Harrach)

Le projet consiste la réalisation de deux épis parallèle de 335 ml et de 220 ml de longueur, allant jusqu'à la profondeur de 4 ml et une protection frontale en en BCR et enrochements dans la partie Ouest.

Avantage et inconvénients des ouvrages

- Canaliser les crues et éviter la création d'une barra sableuse au niveau au débouché pour le dépôt des sédiments transportés par charriage, s'opère plus large.
- Stopper le transit littoral qui provoque une érosion dans les parties voisines.

II.3.2.10. Plage piquet blanc

Protection frontale par enrochements.

Avantage et inconvénients des ouvrages

- Protection fiable de falaise caractérisée par leurs fragilités.
- Perturbation de l'équilibre hydrodynamique, c.-à-d. modification de la propagation des houles et des courants, ainsi qu'un changement des fonds.

II.3.2.11. Port d'Alger

Le « port d'Alger » se situe dans le secteur centre à l'extrême partie occidentale de la baie d'Alger au pied du massif de la Bouzaréah à une altitude de 14m.

Les coordonnées géographiques du port sont :

03° 03' 44" ou 03° 04' 60" longitude Est et ; 36° 47' 43 " latitude nord.

De par la diversité de ses plusieurs rôles : militaire, touristique et commercial, ainsi que sa grande capacité de trafic, son importante zone industrielle et commerciale, ses aires de stockage et de manutention de marchandise générale avec près de 10 Km de quais, font de lui le port le plus important en Algérie et l'un des plus grands en Afrique.

Le port d'Alger est subdivisé en trois bassins (Figure II.3).

a- Le bassin du vieux port

Dont la superficie est de 74 hectares de plan d'eau à profondeurs de -7 à -19m, il est composé de quatre môles et trois quais :

- Un môle de pêche
- Les môles 1 et 2 réservés au trafic de marchandises.
- Le môle de Guelma réservé au stockage du fuel et au sout3age des navires.
- Quai n°12 comprend la capitainerie du port avec une station de remorquage
- Quai n°13 destiné à la réparation navale à flot.
- Quai n°1 occupé par le trafic de passagers (gare maritime).

b - Bassin de l'Agha

De 35 hectares de plan d'eau avec des profondeurs de -6 à -12 mètres. Il représente la partie centrale du port avec trois môles (les môles 3, 4 et 5) destinés aux navires marchands avec des entrepôts couverts ou non couverts à quai.

c - Bassin de Mustapha

De 75 hectares de plan d'eau avec des profondeurs de -7 à -15 mètres, il possède deux môles (6 et 7) ainsi qu'un port pétrolier au quai 37 et l'implantation d'importantes unités industrielles et aussi une intense activité portuaire.

- Le môle 6 : De 1480 mètres de quais dont la plupart sont affectés aux traitements des marchandises diverses et 2 quais (26 et 27) ; le premier spécialisé dans le traitement des solides en vrac et le soutage des navires et le second dans la réception du bitume et l'exploitation du vin en vrac.

- Le môle 7 : De 1556 mètres de quais et une profondeur de -8,5 à -10,5 mètres, il est affecté exclusivement au trafic spécialisé.

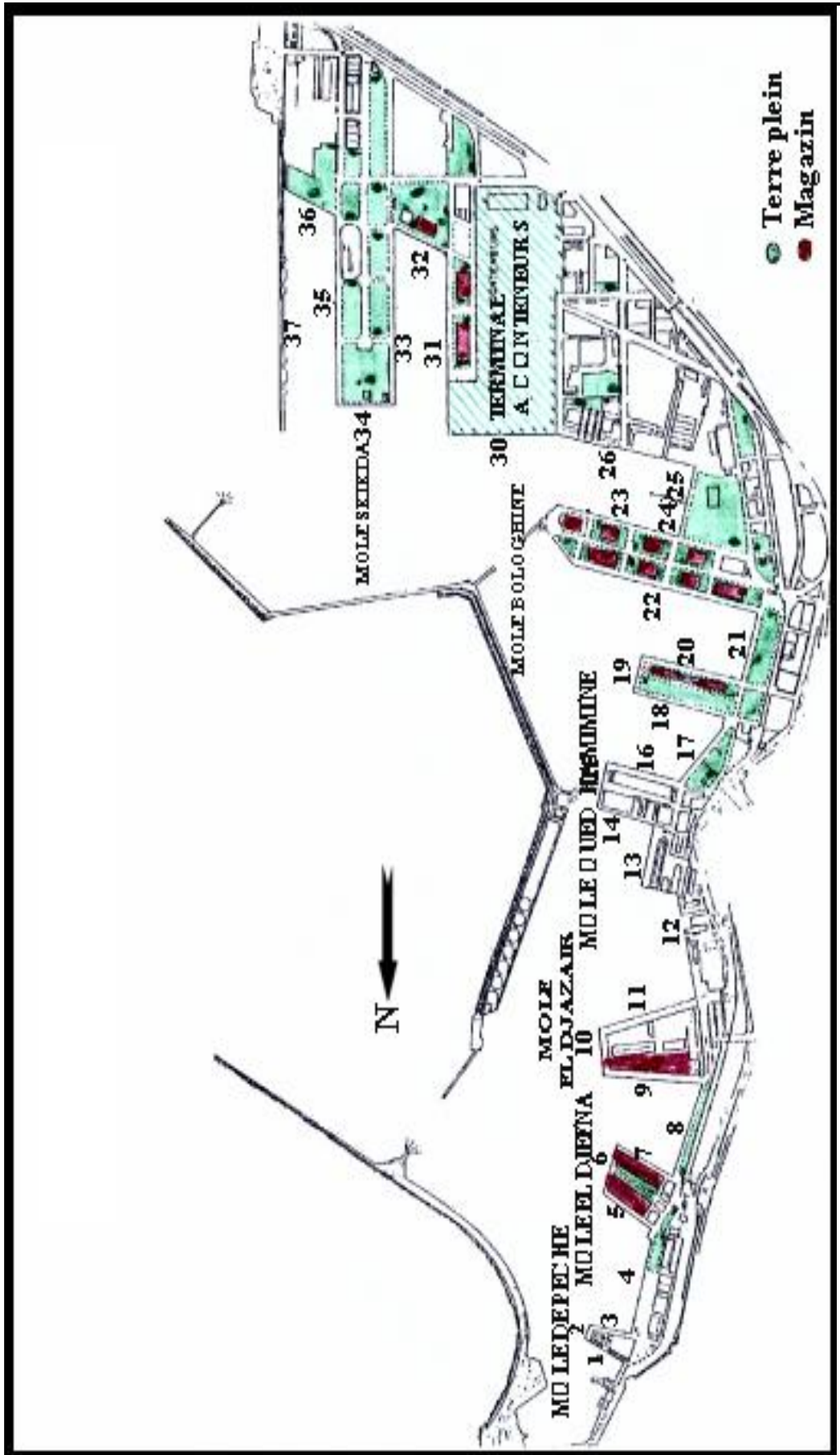


Figure II.3 : Plan de masse du Port d'Alger (Entreprise Portuaire d'Alger)

Impact de port

La pollution des eaux par la diffusion des polluants à l'extérieur du port, entraînant une perturbation des peuplements marins.

II.4. Le secteur Ouest, qui s'étend de Rais Hamidou jusqu'à l'Oued Mazafran.**II.4.1. Plage Elkettani et Remila**

Protection frontale en enrochements de 3 à 5t.

Avantage et inconvénients des ouvrages

- Protégé la placette et la route.
- La plage presque disparaître.
- Augmentation la profondeur d'avant plage.

II.4.2. Site stade Ferhani

Après la construction le nouveau stade Ferhani d'une capacité de 15000 spectateurs et réalisation d'une route parallèle, côté Nord de 7m de large et de deux trottoirs de 3m de large de part et d'autre, la nouvelle route permettre de relier le Boulevard MIRA à la RN11. Et pour assurer la protection de ces nouveaux aménagements on a réalisé une protection frontale en enrochements naturels de (3 à 5t) et en blocs cubiques rainurés (BCR) de 8t.

Avantage et inconvénients des ouvrages

Protection fiable de l'infrastructure, mais provoque et augmenter l'érosion dans les plages voisines.

II.4.3. Le port d'El Djamila

Le port d'El Djamila est un port de pêche et de plaisance, situé à 18 km à l'Ouest d'Alger II date de la période coloniale, sa principale communauté de pêcheurs était d'origine italienne, il doit son ancien nom « Madrague » à l'ancien engin de pêche Madrague utilisé pour la capture au thon rouge. (Abadi, 2003 in Rabehi. W et al, 2011)

A) L'infrastructure du port d'El Djamila

Il est constitué de :(figure II.4)

- **La Jetée Principale :**

Tout d'abord pour une meilleur protection du port ; une jetée nord de 300m de longueur.

a) La partie courante :

Composée d'un talus extérieur en BCR 14t arasé à (+6,90) m et un talus intérieur (lesderniers 80ml) d'une carapace en enrochement (2-5t),

Le reste de l'ouvrage et du talus intérieur est composé d'une carapace en enrochements(1-3t).

b) La partie musoir

Le talus extérieur est en BCR de 22t avec une carapace arasée à (+7,50) et le talusintérieur est en BCR 22t également.

- **La Jetée Secondaire :**

Une jetée Ouest (secondaire) d'une longueur de 160m.

a) La partie courante :

Les talus extérieur et intérieur sont en enrochement (3-6t) arasée à 4,8m.

b) La partie musoir :

Les talus extérieur et intérieur sont en enrochement (3-6t) arasée a +4,80m.

- **L'Epi :**

Un épi de 100m a été construit au côté Ouest du port.

a) La partie courante:

La carapace du talus extérieur est en enrochement (200-500kg), et le talus intérieur est constitué d'une carapace en enrochement (2-5t).

b) La partie musoir :

Le talus extérieur est formé par une carapace en enrochement (2-5t) et la même chose pour le talus intérieur.

- **Les ouvrages d'accostages :**

Plusieurs appontements ont été construits, pour les Sardiniers (-4 m) et pour les petits métiers (-2,5m).



Figure II. 4: Image satellitaire de port d'El Djamila. (Google Earth 2012).

B. Les plages riveraines du port

B.1. Plage artificielle :

Cette plage à une largeur moyenne de 70m, est bordée d'une promenade. Elle est composée :

-d'une couche de sable ($D_{50}=0,30\text{mm}$)

-d'une couche de cailloux ($20\text{mm}<D<200\text{mm}$) arasée à (-1,50m) (épaisseur variable)

-d'une couche de géotextile type BIDIMF60 ou similaire afin d'empêcher le départ des éléments fins à travers les enrochements, posée du côté intérieurs du talus de la jetée de protection.

- **Ouvrage de protection :**

Pour la sécurité des estivants, il est prévu sur une longueur de 50m de la jetée du côté intérieur, des blocs en béton au lieu des enrochements de (0,5-2T) et (1-3T) sur une hauteur de 3,00m. Ces blocs seront posés sur une couche de ballast (40-70mm) et soutiennent à l'arrière le TVC (0-500Kg)

La plage est protégée par un cordon immergé constitué d'énrochements de (0,5-1T), sa berme est de 1,5m de largeur arasée à (-0,5m) avec un talus intérieur de pente 3/1 et un talus extérieur de 3/2

Entre la plage artificielle et la jetée principale du port El Djamila est prévu l'aménagement d'un talus amortissant en enrochement avec un muret en béton armé sa partie supérieure.

B.2. Plage la Méditerrané (ex la Madrague)

Située à l'ouest du port d'El Djamila, c'est une plage sableuse qui s'entend actuellement à un linéaire de 150m et d'une largeur moyenne de 13m, elle est comprise entre la jetée secondaire du port, et l'épi de protection.

-Le port El Djamila réduire le transit littoral qui provoque une érosion dans la plage voisine.

II.4.4. La partie Est de la presqu'île de Sidi Fredj

La presqu'île de Sidi Fredj est une zone touristique où l'intervention de l'homme est très remarquable ; ce site contient d'ouvrages côtiers (ouvrages de protection et infrastructures portuaires). En effet, la présence de ces ouvrages maritimes durs (jetées, enrochements) a au fil des années une influence négative sur l'environnement. De surcroît, ces ouvrages ne font que déplacer les problèmes d'érosion de quelques centaines de mètres.

A) Ouvrages de protection

La solution avancée est réalisée par le LEM en 1984, consiste à deux plages alvéolaires fermées par des épis en forme « T » (A, B, C), composés par des ouvrages longitudinaux (brises lames) et des ouvrages transversaux (épis). les brises lames sont d'une longueur de 60m pour l'ouvrage A et de 130m pour les ouvrages B et C, l'écartement entre ces brises lames est de 100m. Pour les épis sont d'une longueur de 100m.



Figure II. 5: Ouvrage de la plage Est de Sidi Fredj (Google Earth, 2012).

❖ Impacts des ouvrages sur le littoral

On peut subdiviser en trois secteurs (S1, S2, S3) (Figure II.5) ; Le premier secteur de la plage englobant la frange littorale de Moretti, le deuxième secteur est limité entre l'hôtel El Riad et l'hôtel El Minzah, et enfin le troisième secteur située à l'embouchure de la jetée Sud du port de Sidi Fredj.

- **Secteur 1 :** Depuis la construction des ouvrages portuaires en 1970, des modifications topographiques du littoral ont été observées. La plage située à l'abri de la jetée Sud a été soumise au cours des années à un régime d'engraissement progressif au détriment de la zone de Moretti qu'elle a connu une érosion qui va s'accélérer.
- **Secteur 2 :** La plage déjà très réduite disparaît totalement devant El Minzah.
- **Secteur 3 :** la plage est très étroite.

Ces ouvrages de protection ont modifié, d'une manière spectaculaire, l'orientation du transit sédimentaire provoquant un ensablement du port, ce qui nécessite de le draguer (dernière opération de dragage du port a été faite en 2006).

B) Le port de Sidi Fredj

Le port de Sidi Fredj est implanté dans l'anse Est de la presqu'île de Sidi Fredj .Il s'intègre dans les complexes touristiques .Le tout formant une station balnéaire importante éloignée de 24 Km à l'ouest d'Alger dans la commune de Staoueli.

Les coordonnées géographiques du port de Sidi Fredj sont :

- 2° 50' longitude Est.
- 36° 45' latitude Nord.

❖ L'infrastructure du port

Le port de Sidi Fredj, construit en 1969 par l'architecte français Fernand Pouillon, a été inauguré en 1971 et est destiné spécialement à la plaisance. Il remplit une superficie de 35400 m² Il est constitué de : (Figure II.4).

- Cinq bassins (pour l'amarrage des bateaux).
 - Bassin 1 : 8000m².
 - Bassin 2 : 3000m².
 - Bassin 3 : 5000m².
 - Bassin 4 : 10000m².
 - Bassin 5 : 9400m².
- Grande jetée Nord (jetée principale) : longueur : 260 m. (encochement naturelle).
- Petite jetés Sud : longueur : 200m. (encochement naturelle).
- Trois épis.
- Un quai et un appontement de 777 ml.
- Une capacité de 400 plaisanciers.

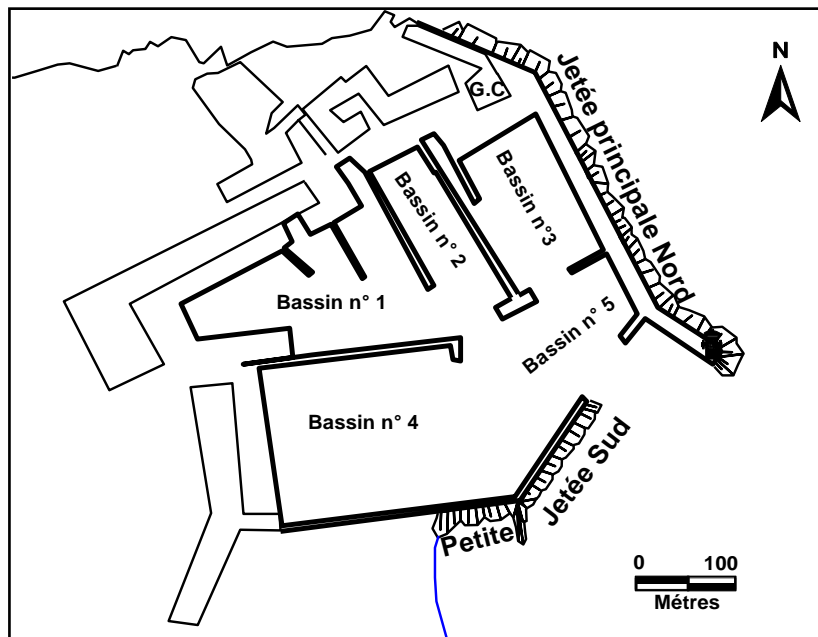


Figure II. 6: Schéma général du port de Sidi Fredj(Lazali, 2003 in Annane K. et al., 2007).

❖ Impact du port de Sidi Fredj sur le littoral

C'est le port qui a le rôle majeur dans le cycle d'érosion dans la région de Sidi Fredj depuis la fin de sa construction (1970). Il a, en effet, entraîné des modifications du régime des houles, des courants et des transits du sédiment, à proximité du site. Ceci c'est traduit par un déséquilibre dynamique de la côte, et la modification du littoral meuble, en bloquant une partie du transit littoral des sédiments, entraînant une accumulation dans la zone au vent, et une érosion dans la zone sous le vent.

Les effets directs liés à la construction de ce port de plaisance, sont ceux créés par la modification de conditions sédimentologiques de la zone, à proximité du port, et de la qualité des eaux en dehors de l'enceinte du port proprement dite, par la diffusion des polluants et par la dégradation de certains biotopes par l'augmentation de la fréquentation humaine.

II.4.5. La partie Ouest de la presqu'île de Sidi Fredj

❖ Ouvrage de protection

La partie Ouest de la presqu'île de Sidi Fredj est constituée de la plage militaire et la plage de la thalassothérapie. Cette partie présente à l'heure actuelle une situation désespérée. Deux zones bien distinctes dans la partie Ouest de la presqu'île de Sidi Fredj :

- **Zone 1 :** Au niveau de l'anse Ouest de la presqu'île, se situe la plage de la thalassothérapie, elle s'étend de l'épi Sud jusqu'au centre de la thalassothérapie au nord sur une distance de 200m, et de haute plage à l'Est jusqu'au grand rocher à l'Ouest, elle est limitée dans sa partie haute par un mur. (Figure II.7)
- **Zone 2:** la plage militaire présente un linéaire côtier d'environ 750m de longueur (Ghehioeche et Zemat, 1996 in Annane K. et al., 2007), elle protège par deux jetées.

❖ Impact des ouvrages sur le littoral

- **Zone 1 :** la plage a complètement disparue ne laissant qu'une partie de plage de 150m de longueur au voisinage de la jetée militaire 'jetée en forme de L. La présence de

cette jetée militaire, a permis à la plage de s'engraisser à son pied en ayant une largeur de 22km.

- **Zone 2 :** La jetée militaire, a provoqué l'amincissement de la plage située à l'Est de l'épi et sa largeur décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne vers l'Est pour enfin disparaître complètement ou il y a un contact direct entre l'eau de mer et les murs de constructions faites au bord de la mer pour protéger ces constructions, des enrochements (poids d'environ 300kg) sont effectués d'une manière anarchique formant ainsi de courtes jetées qui ont aggravé la situation. (Figure II.8)



Figure II. 7: Image satellitaire de la plage de la thalassothérapie (Maps, 2012).

Cette plage se trouve en coïncée avec des sédiments piégés entre le complexe de la thalassothérapie et l'épi, ce dernier a provoqué un piégeage du sédiment induisant un dépôt de sable à l'amont et une érosion à l'aval.



Figure II. 8: Les ouvrages côtiers de la zone militaire, Sidi Fredj(Google Earth, 2012).

II.4.6.Site de Zéralda (complexe touristique)

Pour la protection du complexe touristique de Zéralda et sa plage attenante qui a été sujette à une érosion marine très avancée. On réalisa d'un ouvrage de protection constitué d'une batterie de trois brise-lames parallèlement à la côte d'une longueur de 100 ml chacun avec un filtre en enrochements naturels de (0,2 à 06t) et d'une carapace de (1 à 3t), et d'un épi implanté perpendiculaire à la limite Est du site avec longueur de 135 ml.

Avantage des ouvrages

-formation d'un tombolo au niveau du brise-lame Ouest, ce dernier construit un plan d'eau calme ce qui favorise le dépôt des sédiments en les piégeant.

Inconvénients des ouvrages

- Dénaturalisée complètement la plage qui existait et transformée en une bande de sable très étroite.
- Les houles du secteur Nord-Ouest, elles déferlent jusqu'au mur du complexe provoquant destructions des maisons.
- Les trois brise-lames du fait de leur fonctionnement réduisent l'agitation de l'eau et gênent sa circulation et son renouvellement.
- Avant la construction des ouvrages, la plage offre la possibilité de la pratique de sport nautique, mais après la construction du système, la pratique de ces activités sera gênante à cause de la présence de ces ouvrages. (Amari S. et al., 2005).

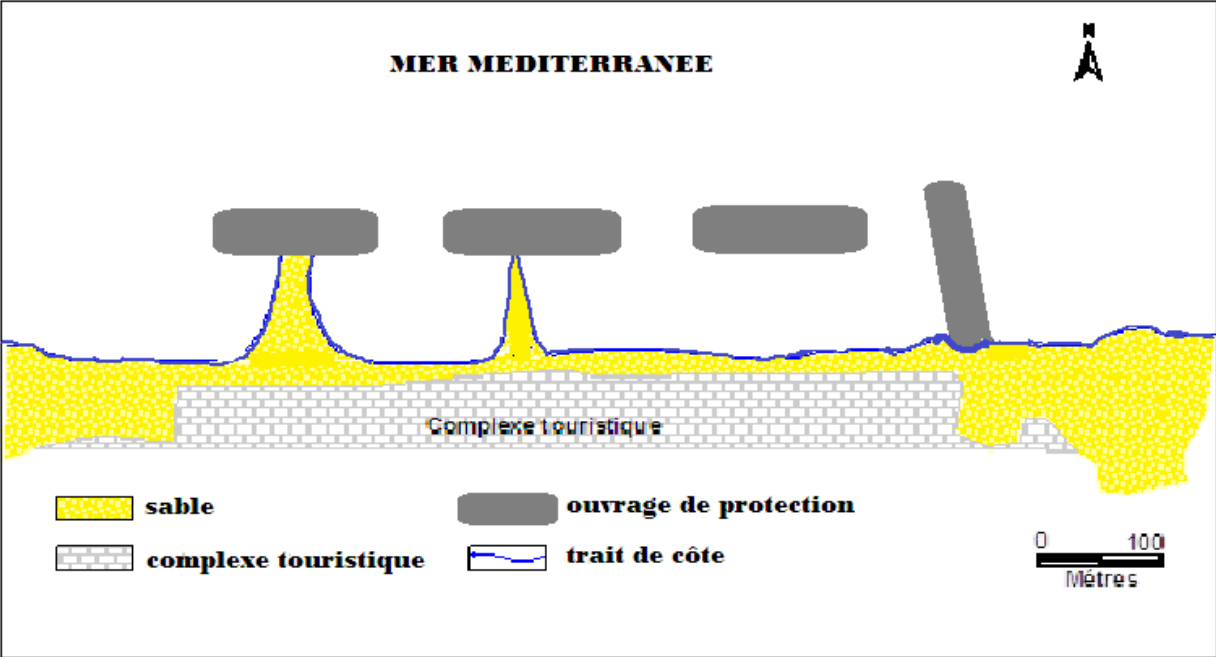


Figure II. 9: Les ouvrages de protection de complexe touristique de Zéralda(Google Earth modifié, 2012).

Chapitre III :
Discussions

Introduction

Avant tout, il est important de rappeler que toute mise en œuvre d'ouvrages, qu'ils soient durs ou doux, présente des impacts négatifs lors des travaux sur le milieu environnant (transport sédimentaire et budget, perturbation de la biodiversité littorale etc.).

Les méthodes « dures » (épis, digues, perrés, etc.) ont pour rôle principal de protéger des enjeux immédiats et de fixer le trait de côte. Si les ouvrages ou technologies qui utilisent au la côte algéroise, ils présentent cependant et malheureusement de nombreux aspects négatifs à moyen terme. En effet, ces interventions modifient les dynamiques de fonctionnement du milieu aggravant souvent l'érosion côtière à proximité de la zone protégée (Boulevard de front de mer, Piquet blanc, Sidi Fredj, etc.), et elles sont généralement très coûteuses.

Les méthodes « douces » sont conçues pour « travailler avec la nature » en intégrant la dynamique naturelle du littoral et la mobilité du trait de côte. Elles sont malheureusement absentes dans la protection de la côte algéroise.

III. Propositions d'aménagement et de protection

III.1. Les plages

III.1.1. Les ouvrages en géotextiles

L'utilisation des géotextiles pour la protection du littoral suit les techniques déjà mise en place pour les protections classiques en enrochements (brise-lames, épis, perrés). Considérée comme une solution légère, économique et réversible (Koffler et al., 2009).

a. Géotubes

Ils sont constitués de toiles perméables en fibres synthétiques sous forme de sacs ou de boudins posés sur un tapis anti affouillement. Ils sont remplis de sable par une pompe refoulant.

b. Stabiplage

Le principe fondamental de la technologie sur le captage, l'accumulation et le maintien en place des sédiments, tout en favorisent l'intégration paysagère des ouvrages. Le stabiplage est une structure multicouches conçue à partir de matériaux géocomposites (minimum 2 couches : un filtre perméable recouvert d'une carapace résistant à l'abrasion, aux UV, micro-organismes, etc.)

Il forme une enveloppe fermée mais perméable, qui une fois injectée de sédiments constitue un corps monolithique de section elliptique diminuant ainsi le phénomène de réfléchissants.

III.1.1.1. Avantages des géotextiles

L'impact visuel des ouvrages en géotextiles est souvent moins agressif que d'autres structures de type épis, brise-lames, etc., d'autant plus qu'ils sont souvent recouverts de sable.

Lorsqu'ils sont dissimulés et disposés pour former des casiers, les sacs peuvent être utilisés pour le maintien du sable en lui servant d'ancrage (par exemple après le rechargement artificiel sur un estran). Ils sont réversibles et la structure de dernière génération est perméable, souple, résistante aux UV et favorise l'installation de la végétation. La mise en place de ces ouvrages est rapide et reste moins onéreuse que des ouvrages lourds (en enrochements par exemple). Ils perturbent peu l'écosystème littoral.

-Ce genre de protection pourrait être recommandé pour les plages de Zéralda et de Sidi Fredj Est, et pour la plage de Zéralda, il peut remplacer la série de brises lames existants, qui ont

dégradé le paysage de cette zone. Pour la plage Est de Sidi Fredj cette protection serait complémentaire aux ouvrages existants. Ces géotubes doivent être implantés à l'Est de ces derniers afin d'assurer la protection d'une bonne partie du complexe Moretti. Ce côté du complexe qui reste toujours exposé aux houles du secteur Nord-Ouest et qui connaît une érosion intense.

III.1.2. Les récifs artificiels

Disposés sur l'avant-côte ou l'avant-plage, les récifs artificiels ont pour objectif de diminuer l'action des vagues sur les plages. Ils ralentissent la dérive littorale et favorisent l'engraissement de l'estran, limitant ainsi l'érosion. Ils agissent comme des brise-lames immergés et sont constitués le plus souvent de sacs ou de boudins en géotextiles, mais d'autres types de matériaux peuvent être utilisés comme du sable, des gros blocs, du béton ou des matériaux tout-venant.

III.1.2.1. Avantages

Sur une côte à marnage faible, ils demeurent invisibles, ce qui ne dénature pas le paysage. Contrairement aux brise-lames, ils permettent le maintien d'une agitation de l'eau aidant à son autoépuration et donc sa qualité pour la baignade. Ils participent également à enrichir la biodiversité littorale (faune et flore).

-Ce genre de protection pourrait être recommandé pour les plages de Ain Beida, El kettani et Remila, il peut remplacer l'enrochements existants, qui ont dégradé le paysage de cette plages.

III.1.3. Le rechargement de plage

Le rechargement de plage est une technique consistant à apporter des sédiments (d'une granulométrie préférentiellement supérieure ou égale à celle du site) de manière à remonter le niveau topographique de la plage pour protéger l'arrière-côte et augmenter l'aspect visuel et récréatif d'une plage. Le rechargement peut se faire directement sur l'estran dans les « petits fonds », de manière mécanique par transport routier ou par projection à l'aide d'une pompe hydraulique depuis une barge en mer. Le rechargement peut être conforté par la mise en place d'une butée de pied dans les petits fonds. Il sera caractérisé par le volume rechargé, la surface de plage concernée, la périodicité du rechargement s'il est automatisé et/ou la date du dernier rechargement.

III.1.3.1. Avantages

Le rechargement de plage permet de rétablir un profil d'équilibre de la plage, la protection vis-à-vis des agents d'érosion telles que les vagues de tempête (effet de « zone tampon »), le maintien d'estrans larges et par conséquent la préservation des usages (activités de récréation) et des enjeux. En outre cette méthode n'a pas de conséquences néfastes pour les plages voisines, à contrario d'autres méthodes, et peut les alimenter de manière indirecte par l'apport de sédiments. Le réensablement permet également de rehausser la pente de la plage, dans un but de prévention contre l'élévation du niveau de la mer. L'impact paysager est nul.

Selon le travail de Annane K. et al., 2007, le volume de rechargement de :

- **La plage de Zéralda** : elle s'étend sur une longueur de 1500m et nécessite un volume total d'agrégat estimé de 600000m³.

- **La plage Ouest de Sidi Fredj** : sa longueur est égale à 1800m et sa largeur pourrait atteindre 200m, alors le volume minimum d'agrégat est estimé de 720000m³.
- **Le secteur Est de Sidi Fredj** : la quantité totale d'agrégat nécessaire pour le rechargement de ses plages est estimé de 38000m³, le premier est le secteur El Riad, le volume d'agrégat est égale à 3550m³, avec un profil d'une superficie de 35.50m² et d'une largeur de 100m,

Le deuxième est le secteur El Minzah, le volume d'agrégat est égale à 8000m³, avec un profil d'une superficie égale à 40m² et d'une longueur de 200m. Le dernier est le secteur Moretti, le volume total d'agrégat est estimé de 26455m³, avec sa grande superficie estimée de 119m² et une largeur de 150m.

- **La plage d'El Djamila** : le volume total d'agrégat nécessaire pour son rechargement est estimé à environ 150000m³.

Le volume net de matériau de rechargement requis pour des projets de remblayage de plage varie en fonction du degré de dégradation des plages, et le taux de recul du linéaire côtier dans cette zone.

Ce genre d'intervention est largement moins coûteux, sachant qu'un mètre cube d'agrégat coûte deux mille Dinars (2000 DA), si on prend l'exemple de la plage de Zéralda, la dernière installation d'ouvrage de protection (quatre brises lames plus un épi), Le montant globale des travaux est estimé à environ 235.000.000 DA, alors que un rechargement par agrégats ne va coûter que 120.000.000 DA. Alors une telle intervention serait plus économique et plus facile à exécuter, vu la taille du matériau utilisé (un agrégat qui ne dépasse pas quelques centimètres de diamètre).

III.2. Les dunes

Considère comme un paysage de haute valeur patrimoniale et un ouvrage de protection souple des littoraux sableux. L'objectif de gestion est multifonctionnel, il s'agit à la fois de protéger l'arrière-pays, de conserver un écosystème rare et original, d'économiser une ressource sédimentaire limitée, et de participer à la prévention des risques d'érosion et de submersion.

III.2.1. La revégétalisation

Stabilisation d'une dune par l'introduction de végétaux.

-Ce type de protection on peut utiliser dans les dunes de Bordj El Kiffan, Bordj El Bahri et Ain Taya.

III.2.2. Le reprofilage

Action mécanique visant à réduire l'angle d'attaque de la dune exposée aux vents dominants.

III.2.3. L'implantation de ganivelles

Permettant de piéger le sable éolien.

- Les dernières techniques on peut utiliser en dunes de Zéralda, Chérage, Ain Benian, Mohammadia, des Pins Maritimes, Heuraoua et Réghaïa.

III.3. Les falaises

III.3.1 Rechargement des cordons littoraux (sable/galets) en pied de falaise

Les rechargements de cordons littoraux ont pour objectif de compenser le déficit sédimentaire du littoral dû à l'érosion marine naturelle et/ou aux impacts anthropiques

(présence d'ouvrages lourds). Le rechargement des cordons littoraux en pied de falaise s'opère suivant les mêmes règles que celles des plages sableuses. Il concerne généralement des estrans dont le transit littoral est insuffisant.

III.3.1.1. Avantages

Cette méthode, dont l'impact paysager est peu significatif, permet de limiter l'érosion du pied de la falaise contre les actions marines (réduction de l'efficacité de l'action des houles) et d'avoir un effet stabilisateur du pied de la falaise.

III.3.2. Reprofilage de la falaise

C'est une méthode adaptée aux falaises meubles (cas de AinTaya). Des travaux de terrassement, de reprofilage sont susceptibles d'améliorer les conditions de stabilité d'une falaise ; cependant, cela nécessite une bonne connaissance de la structure géologique et des conditions d'infiltration de l'eau. Cette méthode consiste à améliorer la stabilité générale de la falaise en lui donnant une géométrie (pente) plus adéquate (abaissement de la pente générale) et en éliminant éventuellement les blocs instables dangereux.

III.3.2.1. Avantages

Les études de projet sont relativement simples. C'est une solution durable. Il permet de traiter des zones sur lesquelles les volumes en jeu sont potentiellement importants.

III.3.3. Systèmes de drainage

Le drainage consiste à éliminer les ruissellements et infiltrations superficielles au droit de la falaise ou à permettre un rabattement de la nappe.

Il existe différents procédés, certains sont mis en place pour collecter les ruissellements, limiter autant que possible les infiltrations et ainsi maîtriser les nappes superficielles ; d'autres s'appuient sur la mise en place de drains profonds.

a. Système de drainage par rigole drainante

Le système par rigole drainante (bitume, film plastique etc.) consiste à recueillir et évacuer les eaux de ruissellement avant infiltration.

Ce système entraîne la création de fossés en sommet de falaise et/ou dans la pente de la falaise. Cette méthode est adaptée aux phénomènes de volumes assez limités, d'instabilités rocheuses ou glissements favorisés par écoulements superficiels.

b. Système de drainage par drains subhorizontaux

Ce sont des tubes de petit diamètre (métal ou plastique) inclinés vers l'extérieur afin de permettre l'écoulement de l'eau recueillie au sein du terrain. La mise en place se fait depuis la surface du versant par forage et introduction d'un tubage drainant ou par tubes métalliques perforés. Chaque nappe comporte un ou plusieurs drains.

-Ce genre de protection on peut utiliser dans toutes les falaises qui sont existé sur toute la côte.

Conclusion

Pour mieux protéger notre littoral contre les agressions marines, Il faut baser sur les méthodes douces et éviter toutes interventions par les ouvrages lourds qui provoquent un grand problème après leurs installations.

Conclusion

Conclusion Générale

La côte algéroise caractérisée par un magnifique paysage terrestre, par ses belles plages, des falaises et des dunes remarquables.

La plupart de ses plages et de ses paysages paradisiaques, sont actuellement dénaturés, trop artificialisés et marqués par l'implantation d'un nombre considérable d'infrastructures portuaires et de complexes touristiques sur la côte qui déclenché le problème de l'érosion sur toute partie de la côte. Pour remédier à ce problème les autorités algériennes, ont souvent fait appel à des solutions lourdes et très coûteuses, consistent à installer des ouvrages de protection en enrochements (Brise-lames, épis). Ce système de protection est rôle principal de protéger des enjeux immédiats et de fixer le trait de côte.

Au niveau de la côte Algéroise qui s'étend sur un linéaire côtier de 80km, il y a un nombre considérable d'ouvrages de protection par un taux très élevé par rapport aux autres régions du pays.

Les méthodes de protection lourdes (brise-lames, épis,...) généralement efficace mais ils perturbent l'équilibre morphodynamique des plages et demandent un investissement très élevées, dès sa construction, a accentué le phénomène d'érosion (Verte rive, Front de mer, Zéralda, Moretti...), ou encore dénaturé le site et ont détérioré complètement le paysage (Ain Taya, Piquet blanc, Bateau cassé...).

La défense contre les effets dévastateurs de la mer est un domaine complexe et il n'existe jusqu'alors pas de solution technique radicale pour protéger définitivement les sites touchés par l'érosion marine.

Dans l'objectif de faire progresser davantage les techniques de protection du milieu marin, on propose de mettre en œuvre des méthodes innovantes telles que les géotextiles, le rechargement des plages, récifs artificiels, drainage de falaise. Ces méthodes dites "douces", caractérisé par une meilleure prise en compte des aspects environnementaux et socio-économiques.

Enfin, pour que la protection des zones littorales soit efficace, il est nécessaire de prévoir une gestion intégrée des ressources naturelles, de sensibiliser et d'éduquer le citoyen sur l'intérêt et l'importance de cet espace.

Bibliographie

Références bibliographiques

- Aggad L. et Chebrek S., 2004.** Travaux de protection de Ain Taya. *Mémoire d'ingéniorat, ENSSMAL*, p29,88,89.
- Akhezoum A. et Bouarfa D., 2005.** Travaux de protection de la plage Ain Chorb. *Mémoire d'ingéniorat, ENSSMAL*, p16.
- Amari S. et Guessab R., 2005.** Travaux de protection du complexe touristique de Zéralda contre l'érosion côtière. *Mémoire d'ingéniorat, ENSSMAL*, p46.
- Annane K. Ghania A. et Ladjimi F., 2007.** Inventaire et impacts des ouvrages côtiers sur le milieu marin dans la baie de Bou Ismail. *Mémoire d'ingéniorat, ENSSMAL*, p11, 14, 16, 29-34+Annexe.
- Bachari Houma F., 2009.** Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire. *Thèse doctorat, Université du Val de Marne Paris XII*, p23-26.
- Bairi A. 2005.** Dégradation de la falaise de AinTaya : cause et solution de protection. *Mémoire d'ingéniorat, ENSSMAL*, p46, 47.
- Berkennou N. et Sallaye M., 2012.** Etude de protection du rivage du complexe culturel du Chenoua. *Mémoire d'ingéniorat, ENSSMAL*, p55.
- Bernatchez P. et J.-M. M. Dubois. 2004.** Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien. *Géographie physique et Quaternaire, vol. 58, no.01*, P 55.
- Bird E. C. F., 1996.** Beach Management. *Chichester: Wiley*, 281P.
- Bonafous P. Le bars X. etLegras F., 1996.** Ports de commerce et de pêche Aménagement et équipements intérieurs. *Edition Techniques de l'Ingénieur*, 43P.
- Bougis J., 2005.** Ouvrage de défense des littoraux.PDF, 42P.
- Chapon. J, 1984.** Travaux maritimes. Tome I. Le milieu marin - le navire, La navigation - les côtes, les ouvrages extérieurs des ports maritimes. Cours de l'école nationale des ponts & Chaussées. *Edition Eyrolles, Paris*, 309P.
- Daigle R., 2006.** Impacts de l'élévation du niveau de la mer et du changement climatique sur la zone côtière du sud-est du Nouveau-Brunswick. *Environnement Canada*, 644 P.
- Guilcher. A, 1974.** Précis de l'hydrologie marine et continentale .*Edition Masson, Paris*, 334P.
- Khedimi F. et Abderrahmani K., 2008.** La Baie d'Alger : Etude de quelques paramètres de gestion du littoral et apport de la télédétection. *Mémoire d'ingéniorat, ENSSMAL*, p 4-6.
- Koffler A. et Zengerink E., 2009.** Un atténuateur de houles en tube géosynthétique pour limiter l'érosion de la plage de la capte à hyères. *RencontresGéosynthétiques, Paris*, 301P.
- Kraus N. C., 1988.** The Effects of Seawalls on the Beach: An Extended Literature Review». *Journal of Coastal Research, vol., no. SI 4*, p7.
- Kraus, N. C. et W. G. McDougal. 1996.** The effects of seawalls on the beach .1. An updated literature review. *Journal of Coastal Research, vol.12, no.03*, p691-701.
- Leclair L., 1972.** La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Aléro-Baléaire. (Précontinent algérien). *Mémoire du muséum national d'histoire naturelle. Série C. Tome 241*, 391P.
- LEM, 1993.** Carte sédimentaire du littoral Algérien, collecte des données de base, 1^{er} mission wilaya d'Alger.

Références bibliographiques

- LEM, 2003.** Etude de l'état de l'établissement de la carte sédimentaire du littoral algérien. 1^{ère} tranche, Wilaya d'Alger, Mission 1.
- LEM, 2006.** Etude de protection du rivage Ain Taya centre (2^{ème} tranche). APS, P30-32.
- Maouche S., 1987.** Mécanismes hydrosédimentaires en baie d'Alger (Algérie) : approche sédimentologique, géochimique et traitement statistique. *Thèse de 3ème cycle, Université Perpignan*, 214P.
- Meghfourkacemi M. et Tabet aoul K., 2007.** Intégration des spécificités du littoral dans les documents d'urbanisme. *Courrier du Savoir, no. 08*, p33-42.
- Meguellati A. et Sraoui A., 2012.** Les métaux traces dans le sédiment et les biotes du milieu marin dans la baie d'Alger et de la baie Bou-Ismaïl. *Mémoire d'ingénieur, ENSSMAL*, P15-18.
- Mennad M., 2008.** Approche des systèmes d'information géographique (SIG) pour l'analyse spatio-temporelle de la pollution marine des eaux côtières. Application à la baie d'Alger. *Thèse Magister, USTHB Faculté des sciences biologiques*, p22.
- Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, 2010.** La gestion du trait de côte. *Edition Quae*, 290P.
- Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, 1998.** Recommandations pour la conception et la réalisation des aménagements de défense du littoral contre l'action de la mer. *Edition centre d'études techniques maritimes et fluviales*, 541P.
- Nordstrom K. F., 2000.** Beaches and dunes of developed coasts. *Cambridge: Cambridge University Press*, 338 P.
- Paskoff R., 1993.** Les littoraux, impact des aménagements sur leur évolution. *2ème Edition Masson, Paris*, 256P.
- Rabehi W. et Rahal F., 2011.** Aménagement du port d'El Djamilia, avantages et inconvénients et comportements des structures. *Mémoire d'ingénieur, ENSSMAL*, p18-25,58.
- Réseau Atlantique pour la Prévention et la Gestion des Risques Littoraux, 2011.** Panorama des solutions douces de protection des côtes. *Edition BRGM et ONF (France)*, 54P.
- Sabri F., 2004.** Travaux de protection de Ain Beida(ex Suffren). *Mémoire d'ingénieur, ISMAL*, p42.
- Taieb Errahmani D., 2009.** Etude de la pollution et de la géochimie par les métaux traces et les radioéléments dans les sédiments de la baie d'Alger. *Mémoire d'ingénieur, ISMAL*, p19-22.
- Site internet :**
- (1)**
- [http:// www.google.fr/search?hl=fr&defl=fr&q=define:Inventaire&sa=X&oi=glossary_definition&ct=title](http://www.google.fr/search?hl=fr&defl=fr&q=define:Inventaire&sa=X&oi=glossary_definition&ct=title).

Liste des figures

Figure I. 1: Localisation géographique de la côte Algéroise.....	2
Figure I. 2 :Bilan des courants de dérive et sédimentaire dans la baie d'Alger. (LEM, 1998).	7
Figure I. 3 : Schéma probable de l'hydrodynamisme dynamique dans la baie El-Djamila(Assassi et Otmani, 2010)	7
Figure I. 4:Principe de fonctionnement d'une batterie d'épis(CETMEF, 2011).....	8
Figure I. 5 :Schématisation de l'action des Brise-lames(Caminades, 1995 modifie).....	10
Figure I. 6: Schéma général d'un port.	12
Figure II. 1: Les petits épis du Verte Rive.....	17
Figure II. 2: Protection de front de mer.	17
Figure II. 3 : Plan de masse du Port d'Alger (Entreprise Portuaire d'Alger).....	20
Figure II. 4: Image satellitaire de port d'El Djamila. (Google Earth 2012).	22
Figure II. 5: Ouvrage de la plage Est de Sidi Fredj (Google Earth, 2012).	23
Figure II. 6: Schéma général du port de Sidi Fredj(Lazali, 2003 in Annane K. et al., 2007)..	25
Figure II. 7: Image satellitaire de la plage de la thalassothérapie (Maps, 2012).....	26
Figure II. 8: Les ouvrages côtiers de la zone militaire, Sidi Fredj(Google Earth, 2012).	27
Figure II. 9: Les ouvrages de protection de complexe touristique de Zéralda(Google Earth modifié, 2012).	28

Liste des tableaux

Tableau I. 1: fréquence mensuelle par direction au large d'Alger(U.S. Naval weather ServiceCommand (S.S.M.O) 1963-1970, 4500 Observations).....	5
Tableau I. 2: Interruption du transit sédimentaire en fonction de la profondeur d'eau au musoir par rapport au niveau moyen des basses mers(CERC in Bougis J., 2005).....	8
Tableau I. 3: Propositions pour la longueur des brise-lames (Chapon et al, 1987)	11

Liste des acronymes

BCR: Blocs Cubiques Rainurés.

C.E.R.C: Coastal Engineering Research Centre.

C.E.T.M.E.F : Centre d'Etudes Techniques Marines et Fluviales.

D:Diamètre.

L.C.H.F : Laboratoire Centrale d'Hydraulique de France.

LEM: Laboratoire d'Etude Maritime.

M.A.T.E : Ministère d'Aménagement du Territoire et l'Environnement.

O.N.M: Office National de Météorologie.

S.S.M.M.O: Summary of Synoptic Meteorological Observations.

Annexe

Secteur	Site	Ouvrage	Longueur	Impact positifs	Impacts négatifs
Secteur Est (Cap Matifou à Oued Réghaïa)	Ain Beida (ex Suffren) (commune de AinTaya)	Protection frontale	390	+	- - -
	Ain Tayacentre(commune de Ain Taya)	Protection frontale	650	+	- - -
	Site de Ain chorb (ex Surcouf) (commune de AinTaya)	Quatre (04) brise-lames	60 ml de chacun	++	- -
le secteur centre (la baie d'Alger)	port militaire de Tementfoust (commune de El-Marsa)	Jetée principale		+++	-
	Plage de Tementfoust Ouest(commune de El-Marsa)	-Protection frontale -Epi		++	-
	Port de pêche et de plaisance Tementfoust(commune de El-Marsa)	-Jetée principale -Deux épis		++	-
	Plage la frégate (Alger plage) commune de Bordj El Bahri	-Protection frontale -Epi		+	- -
	Plage bateau cassé(commune de Bordj El Kiffan)	Protection frontale		++	- -
	Site verte rive (commune de Bordj El Kiffan)	15 épis	20 et 30 ml	+	- - -
	Boulevard front de mer (commune de Bordj El Kiffan)	-Protection frontale -Quatre ouvrages en T	-760 ml -brise-lames de 110 ml et des épis de 90 ml	+	- -
	Plage de Sirène I (commune de Bordj El Kiffan)	Protection frontale par un mur de soutènement et enrochement		++	-
	Oued El Harrach (commune deMohammadia)	-Deux épis parallèles	335 ml et de 220 ml	++	-
	Plage piquet blanc	Protection frontale		+	- -

Annexe

Le secteur Ouest (RaisHamidou jusqu'à l'Oued Mazafran)	Plage Elkettani et Remila (commune de Bab El oued)	Protection frontale		+	- - -
	Stade Ferhani(commune de Bab El oued)	Protection frontale		+	- - -
	Le port d'El Djamila (commune de AinBenian)	-Jetée Principale -Jetée Secondaire -Epi	-300ml -160ml -100ml	++	-
	Plage artificielle d'El Djamila (commune de AinBenian)	- jetée	50ml	++	-
	La partie Est de la de Sidi Fredj (commune de Staouali)	Trois ouvrages en T	brise-lames de 60-130ml et des épis de 100 ml	++	- -
	Le port de Sidi Fredj(commune de Staouali)	-jetée Nord -jetés Sud -Quai	-260ml -200ml -777ml	++	-
	Plage de la thalassothérapie (commune de Staouali)	Epi	200ml	++	-
	Plage militaire (commune de Staouali)	Deux jetée(forme de « L »)		+	- - -
	Zéralda (complexe touristique)	- Trois brise-lames -Epi	-100ml -135ml	++	- - -

- - - : impact négatif majeur

- - : impact négatif moyen

- : impact négatif faible

+

++ : impact positif moyen

+++ : impact positif majeur