

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



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

Spécialité : Aménagement du Littoral

Sujet :

**Proposition d'aménagements du port de
Tamentfoust**

Présenté par :

- **AIT AMIR Abdelhafid**
- **MADOUN Lounes**

Soutenu le 04/07 /2013 devant le jury suivant :

Mme	Mme BENZOUAI .S	Maître assistante B (ENSSMAL)	Présidente
Mr	Mr HEMDANE .Y	Maître de conférences A (ENSSMAL)	Promoteur
Mr	Mr BELKESSA .R	Maitre de conférences A (ENSSMAL)	Co- promoteur
Mme	BACHARI-HOUMA .F	Maitre de conférences A (ENSSMAL)	Examinatrice
Mr	HELLAL .M	Maitre de conférences A (ENSSMAL)	Examineur

Promotion : (2013)

Remerciements

Au terme de ce travail, on remercie notre Bon Dieu le tout puissant pour nous avoir donné la santé, le courage et la volonté, pour réaliser ce modeste travail.

*A cet effet, on tient à remercier Madame **BENZOUAI.N** d'avoir acceptée de présider le jury de cette soutenance, ainsi que Madame **BACHARI-HOUMA.F** et Monsieur **HELLAL.M** de nous avoir honorés de leur présence, et d'avoir acceptés d'examiner ce travail et dont les critiques nous serviront sûrement.*

*On voudrait également remercier Monsieur **HEMDAN.Y**, pour avoir accepté, de diriger et de suivre constamment le progrès de ce travail, par ses suggestions et ses critiques constructives, dont la patience et la sympathie m'ont fait aimer le domaine de l'aménagement.*

*Ainsi que Monsieur **BELKESSA.R**, pour sa présence continue, son aide, ses conseils, ses recommandations et ses réponses à toutes les questions qu'on a pu le lui poser.*

Nos profondes reconnaissances au personnel de la bibliothèque de l'ENSSMAL, et toutes les personnes qui nous ont aidés du près ou de loin à la réalisation de ce mémoire de fin d'étude. , en particulier nos familles respectives qui nous ont soutenus moralement tout au long de notre parcours universitaire.

Je dédie ce modeste travail :

A ma chère grande mère FATMA et mes chers parents: Vos prières et vos conseils m'ont suivi et m'ont permis d'atteindre mon but.

In memoriam: à mes très chers grand parents, que le Bon DIEU vous accorde la vie éternelle dans son vaste paradis. Amen !

A mes chers neveux et nièces : LOUAI, MAMI, KATIA, AMEL et AYA ; Que Dieu fasse que vous suiviez mes traces et que vous fassiez plus que moi. Je vous aime tant.

A mes Frères et sœurs, surtout KAMEL pour son soutien malgré la distance.

A mes beaux frères et mes belles sœurs.

A ma cousine FATIHA et son marie. Ce travail vous est dédié en signe d'affection.

A tous mes amis(es), chacun se reconnaît sans que je cite des noms je ne pourrai vous oublier un jour.

A toute ma famille.

Lounes

Introduction	1
---------------------------	---

Chapitre I : Généralités

I.1 Présentation de la zone d'étude	3
I. 1.1 Situation géographique	3
I.1.2 Délimitation de la zone d'étude	3
I.1.3 Description du port actuel	4
A. Zone militaire au nord	5
B. Zone de pêche au sud	5
I.2 Cadre géomorphologique et géologique	6
I.2.1 Géologie	6
I.3 Données météorologiques	7
I.3.1 Climatologie	7
I.3.2 Les précipitations	8
I.3.3 Les températures	8
I.3.4 Les vents	8
I.4 Données hydrodynamiques	9
I.4.1 Courants	9
I.4.2 Oscillations générales et marée de la baie	10
I.4.2.1 Houle	10
I.5 Etat du littoral entre oued Hamiz et Tamentfoust	13
I.5.1 Hydrologie	13

Chapitre II : Méthodologie

II.1 Calcul des vitesses orbitales près du fond	15
II. 2 Calcul des longueurs d'onde	17
II. 3 Calcul des vitesses critiques de cisaillement	17
II. 4 Estimation du transit sédimentaire	19

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1 Calcul des vitesses orbitales	22
a. Houle de direction 270°N – Période 10 s	22
b. Houle de direction 350°N – Période 10 s	23
c. Houle de direction 310°N – Période 10 s	25
III.2 Calcul des longueurs d'onde	26
III.3 Calcul de la vitesse critique	27
III. 4 Estimation de transite sédimentaire	28
III.5. Dynamique sédimentaire	29

Chapitre IV : Propositions d'aménagement

IV.1 Propositions d'aménagements externes.....	33
IV.2 Propositions d'aménagements internes	34
IV. 3 Les variantes d'aménagement proposées	34
IV.3.1 Variante 1	34
a. Ouvrage de protection	34
b. Ouvrage d'accostage	34
IV.3.2 Variante 2	36
a. Ouvrages de protection.....	36
b. Ouvrages d'accostage.....	37
IV.3.3 Variante 3	35
IV .4 Etude d'agitation	39
IV.4.1 port actuel	39
IV.4.2 variante 1	39
IV.4.3 variante 2	39
IV.4.4 variante 3	40
IV.5 Comparaison des variantes et recommandation	41
Conclusion	43
Bibliographie	
Annexes	

Liste des abréviations

cm	: Centimètre
E	: Est
h	: heur
Km	: Kilomètre
m	: Mètre
m/s	: Mètre par seconde
m/s²	: Mètre par seconde carrée
m³	: Mètre cube
ml	: Mètre linéaire
mm	: Millimètre
N	: Nord
NW	: Nord-Ouest
s	: Seconde
Sc	: Cases pour rangement d'outillage et accessoires
SE	: Sud-Est
Sh	: Surface (Dry berthing) bateaux hivernants
Sp	: Parking
Sr	: Surface de réparation et atelier, commerce et divers
Ss	: Stockage des bateaux arrivant sur remorque
Stp	: Surface totale des terre-pleins nécessaires pour la plaisance
SW	: Sud-Ouest
tanh	: Tangente hyperbolique

Liste des figures

Figure N°I.1 : Situation géographique de la baie d'Alger.....	3
Figure N° I.2 : Localisation de la zone d'étude	4
Figure N° I.3 : Vue générale sur la zone d'étude	5
Figure N° I.4 : Carte géologique de la région algéroise	7
Figure N° I.5 : Roses récapitulatives saisonnières et annuelles des fréquences d'apparition du vent.....	8
Figure N° I.6 : Schéma synthétique de la dynamique littorale dans la baie d'Alger.....	9
Figure N° II.1 : Exemple d'un profil utilisé pour le suivi des flux hydrodynamiques et sédimentaires pour les vagues de direction 270°N et de période de 10s.....	15
Figure N° III.1 : Profil utilisé pour le suivi des flux hydrodynamiques et sédimentaires pour les vagues de direction 270°N et de période de 10s.....	22
Figure N° III.2 : Histogramme de la modulation des vitesses orbitales maximales près du fond pour les vagues de direction 270°N – Période 10s.....	23
Figure N° III.3 : Profil utilisé pour le suivi des flux hydrodynamiques et sédimentaires pour les vagues de direction 350°N – Période 10s	23
Figure N° III.4 : Histogramme de la modulation des vitesses orbitales maximales près du fond pour les vagues de direction 350°N – Période 10s.....	24
Figure N° III.5 : Profil utilisé pour le suivi des flux hydrodynamiques et sédimentaires pour les vagues de direction 310°N – Période 10s.....	25
Figure N° III.6 : Histogramme de la modulation des vitesses orbitales maximales près du fond pour les vagues de direction 310°N Période 10s.....	26
Figure N° III.7 : Histogramme de la modulation des longueurs d'onde pour les vagues de directions 310°N 350°N 270°N et Période 10s.....	27
Figure N° III.8 : Histogramme des vitesses critiques de cisaillement près du fond pour le début d'un mouvement des sables sur le fond pour les vagues de direction 310°N, 350°N et 270°N. Période 10s.....	28
Figure N° III.9 : Emprise de transit sédimentaire.....	28
Figure NIII.10 : Schéma probable de la dynamique sédimentaire au niveau de la zone de Tamentfoust	30
Figure N° IV.1 : prolongement de la digue de Tamentfoust	33
Figure IV.2 : Plans de masse de la variante 1 préposée (L.E.M.2007).....	35
Figure IV.3 : Plans de masse de la variante 2 préposées (L.E.M.2007).....	36

Figure IV.4: Plans de masse de la variante 3 préposée (L.E.M .2007) 37

Tableau N°1 : Périodes de retour des houles dans le secteur d'étude d'après les données de S.S.M.O (1963 –1970).....	11
Tableau N°2 : Périodes de retour des houles dans le secteur d'étude d'après les données du K.N.M.I(1961-1980)	12
Tableau N°3 : Comparaison des différents résultats issue des sources d'observation au large pour le secteur (NORD- NORD OUEST - OUEST).....	12
Tableau N°4 : donnant les directions ainsi que HS - Tp correspondants.....	13
Tableau N°6 : valeurs de Hr au niveau des différents compartiments de port de Tamenfoust (LEM.20077)	40
Tableau N°7 : comparaison des variantes	41

Introduction

Introduction

Ce travail est une contribution pour apporter quelques éléments de réponses sur l'hydrodynamisme et la mobilité des sables qui opèrent l'environnement côtier du port de Tamentfoust. En plus clair, il s'agit de comprendre les différents flux des vagues et des courants qui pourraient atteindre le port de la région d'étude. Pour ce faire, nous avons décomposé ces flux en deux composantes : (1) la première composante concerne les flux hydrodynamiques et sédimentaires transversaux potentiels au niveau de la zone d'étude; (2) quant à la seconde composante, elle concerne les flux longitudinaux à travers lesquels des quantités sédimentaires conséquentes pourraient réguler la zone côtière de notre zone d'étude. Ensuite, nos résultats seront complétés avec d'autres résultats d'autres études en vue de tirer des enseignements qui peuvent aider aussi bien une meilleure conservation de l'environnement côtier que les futurs aménagements qui pourraient être faits au niveau de la zone portuaire de Tamentfoust.

Pour atteindre cet objectif, nous commencerons tout d'abord par la description de la zone portuaire de Tamentfoust. Ensuite, nous appliquerons aux données hydrodynamiques et sédimentologiques existantes une méthodologie qui se base sur l'étude des effets induits par les vagues depuis le large jusqu'à la zone portuaire de Tamentfoust. Plus précisément, nous étudierons les vitesses oscillatoires induites sur les fonds marins par les vagues que nous comparerons ensuite avec les vitesses critiques de cisaillement. Cette méthode vise à connaître qualitativement la capacité des différentes vagues, dominant la zone d'étude, à transporter les sables au niveau du port de Tamentfoust. Aussi, elle vise à connaître l'énergie des vagues qui pourrait atteindre la zone d'étude. Parallèlement à l'étude des vagues et des courants orbitaux et de cisaillement, nous estimerons la part de la dérive littorale dans le transport des sables vers la zone d'étude. Enfin, nos résultats seront comparés avec les résultats d'autres études en vue d'avoir une meilleure idée sur la part des vagues et des courants au niveau de la zone d'étude, lesquels sont très importants dans l'aménagement et la gestion portuaires. Il est à rappeler qu'en l'absence de données mesurées de vagues et de courants, les résultats attendus

Introduction

ne peuvent pas quantifier d'une manière fiable les flux hydrodynamiques et sédimentaires qui arrivent au niveau de notre zone d'étude. Toutefois, ils permettent d'avoir une idée qualitative sur les différents flux hydrodynamiques et sédimentaires, lesquels doivent ensuite être vérifiés avec des données observées à l'aide des courantomètres, houlographes et pièges à sédiments.

Chapitre I

Généralités

Dans ce chapitre, nous essayons d'englober toutes les données de façon générale afin de donner un aperçu sur notre zone d'étude.

I. 1 Présentation de la zone d'étude

I. 1.1 Situation géographique :

La baie d'Alger occupe le centre de la côte algérienne. Elle s'étend sur dix milles, d'Est en Ouest, et de 3,8 milles du nord au sud ($36^{\circ}74'N$), elle est délimitée au nord par la Méditerranée ($36^{\circ}82'N$), à l'est par le cap Matifou ($3^{\circ}18'E$), à l'ouest par la pointe de Rais Hamidou ($3^{\circ}00'E$).

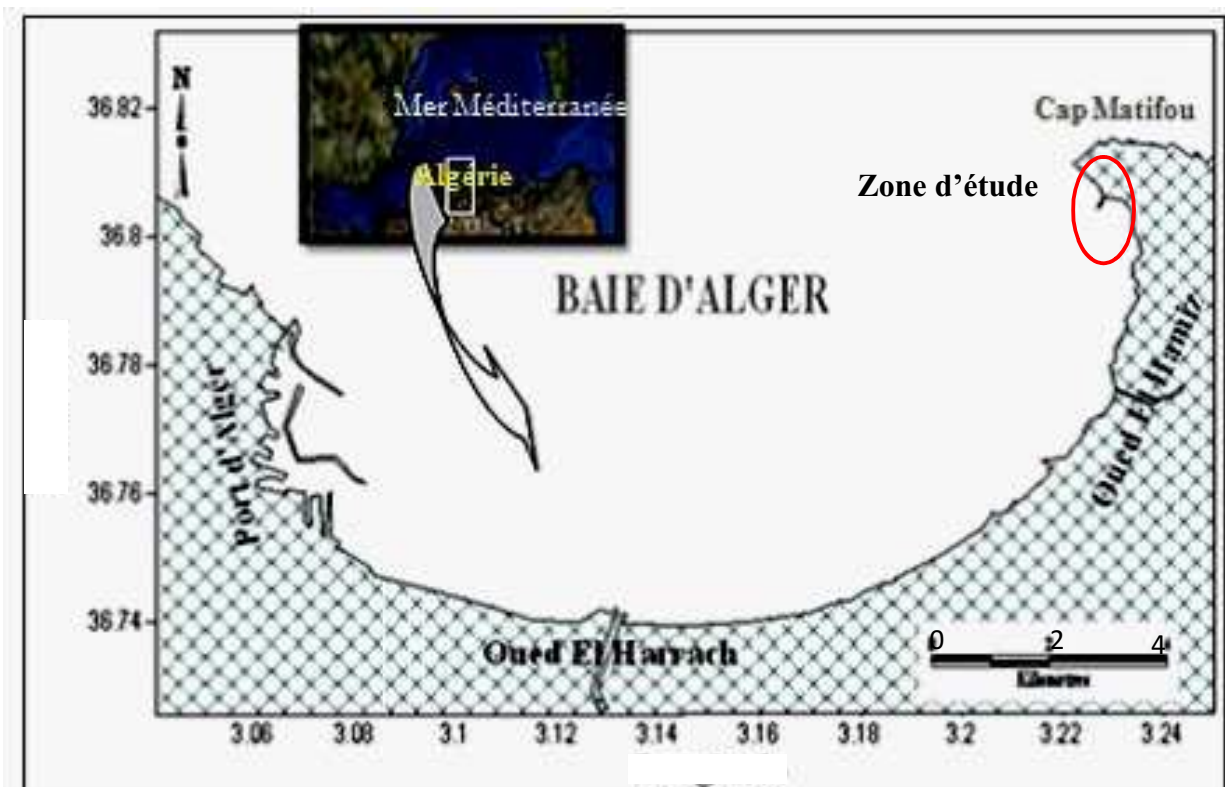


Figure N°I.1 : Situation géographique de la baie d'Alge

I.1.2 Délimitation de la zone d'étude :

La zone d'étude à Tamenfoust est située à 20 Km à l'Est d'Alger. Elle constitue l'extrémité orientale de la baie d'Alger. La configuration géographique particulière de la zone (Nord-Sud) fait que cette dernière est abritée de l'action de la houle des secteurs Nord et Nord-est, et l'expose à l'action des houles hivernales de secteur Ouest et Nord-Ouest.

Coordonnées géographiques UTM (fuseau 31) :

Géodésiques : $36^{\circ}48'20,49''$ N $3^{\circ}13'46,81''$ E Voir la figure N°I.2

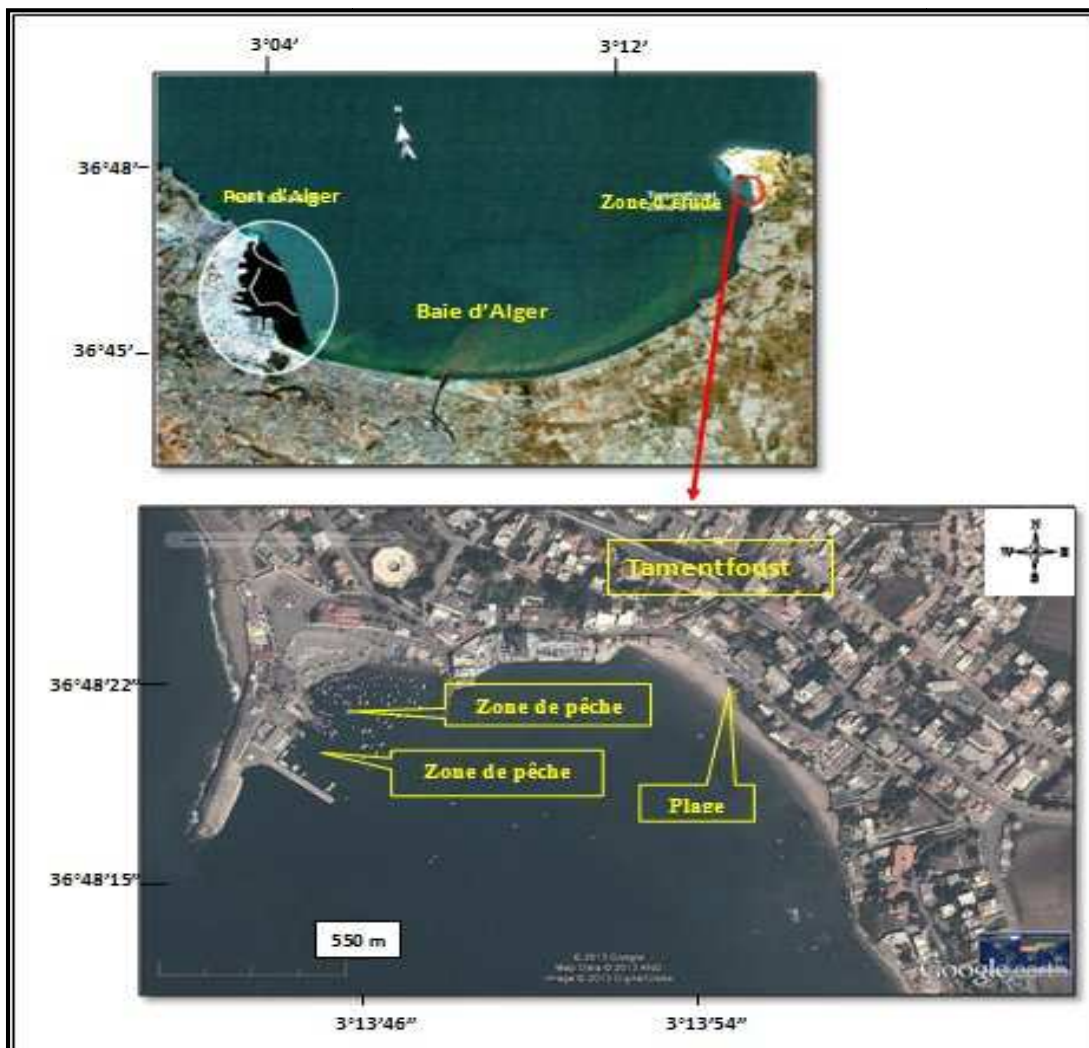


Figure N° I.2 : Localisation de la zone d'étude (Google earth 2013)

La zone d'étude est composée par :

- Le port actuel de Tamenfoust
- Des constructions privées situées au Sud du port
- Une plage d'environ 280 m de longueur à l'extrémité sud de la zone d'étude bordée par des habitations.

I.1.3 Description du port actuel :

Le port actuel de Tamenfoust est divisé en deux zones :

A. Zone militaire au nord :

Cette partie du port est composée des structures suivantes : (L.E.M. 2007)

- un quai d'une longueur de 60 m sur le promontoire rocheux qui est protégé par des enrochements dont le promontoire sert d'ouvrage naturel de protection
- Un quai d'environ 65 m de long.

B. Zone de pêche au sud :

Elle est constituée par les structures suivantes : (L.E.M. 2007).

- Un quai de 15 m de longueur ;
- Un appontement de 30 m de longueur ;
- Un talus en enrochement ;
- Une petite plage de 60m de longueur sur laquelle échouent les embarcations ;
- Une cale de halage ;
- Surface des terres pleine existante 2550m.

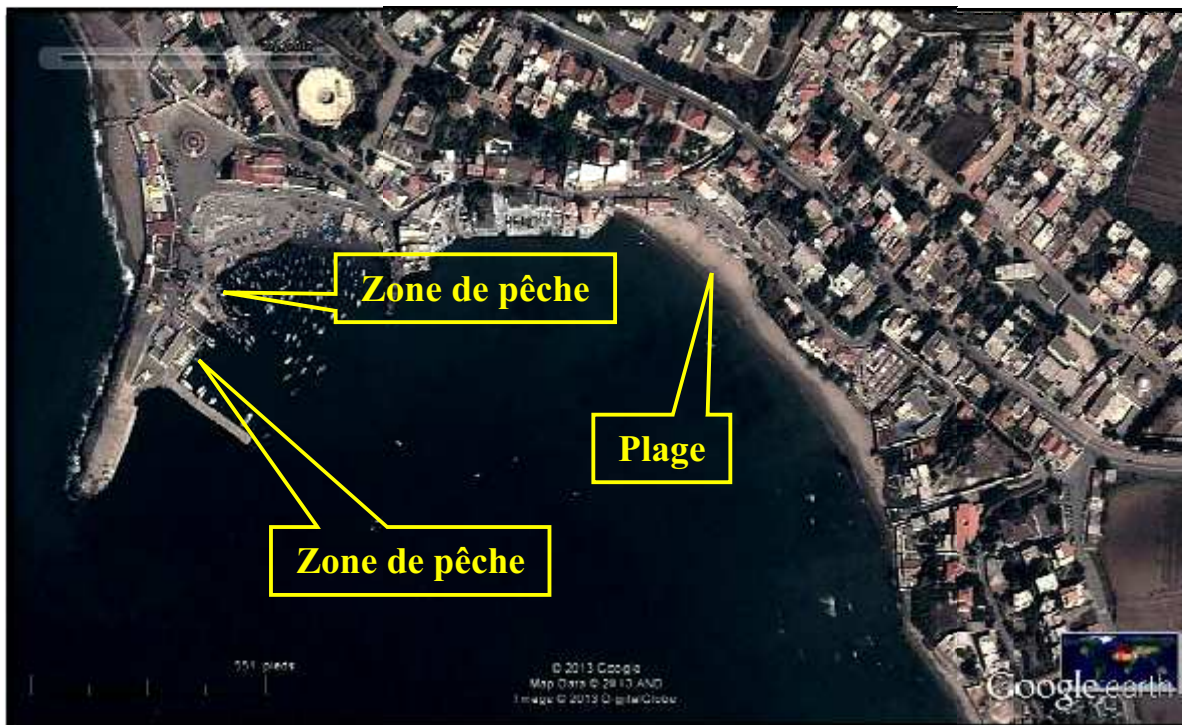


Figure N° I.3 : Vue générale sur la zone d'étude (Google Earth 2013).

I.2 Cadre géomorphologique et géologique :

I.2.1 Géologie :

La géologie de la baie d'Alger, tirée à partir de la carte géologique d'Alger est ces environs (JICA.2006), montre qu'à la base on y trouve des roches métamorphiques primaires surmontées par des terrains secondaires, tertiaires et de quaternaires.

Le quaternaire marin affleure sur le littoral d'Alger. Il est disposé en terrasses marines discordantes sur les couches plus anciennes. Sa lithologie contient un fort pourcentage silico-clastique. **(Voir figure I.4).**

Les formations quaternaires se distinguent par les formations Calabriennes et villafranchiens à matériels dunaires et caillouteux et des formations tyrrhéniennes réparties en terrasses marines à lithologie dominée par le quartz.

Ces affleurements sont concentrés essentiellement dans le bourrelet sahélien compris entre Bordj El Bahri et Boudouaou El Bahri.

Les dépôts récents de l'Holocène se distinguent par les dépôts continentaux et les dépôts marins suivants :

Les dépôts continentaux : il s'agit des dépôts des sables dunaires et des lits des oueds actuels.

Les dépôts marins : Ils sont constitués de 3 faciès sableux :

- Un faciès sableux qui se limite à la bordure littorale ;
- Un faciès carbonaté qui se réduit aux bordures rocheuses littorales et hauts fonds rocheux de la baie d'Alger ;
- Un faciès pélitique occupant la partie centrale et septentrionale de la baie.

La zone comprise entre l'oued El- Hamiz et Tamenfoust présente un platier rocheux situé entre la côte et la profondeur de 15 m

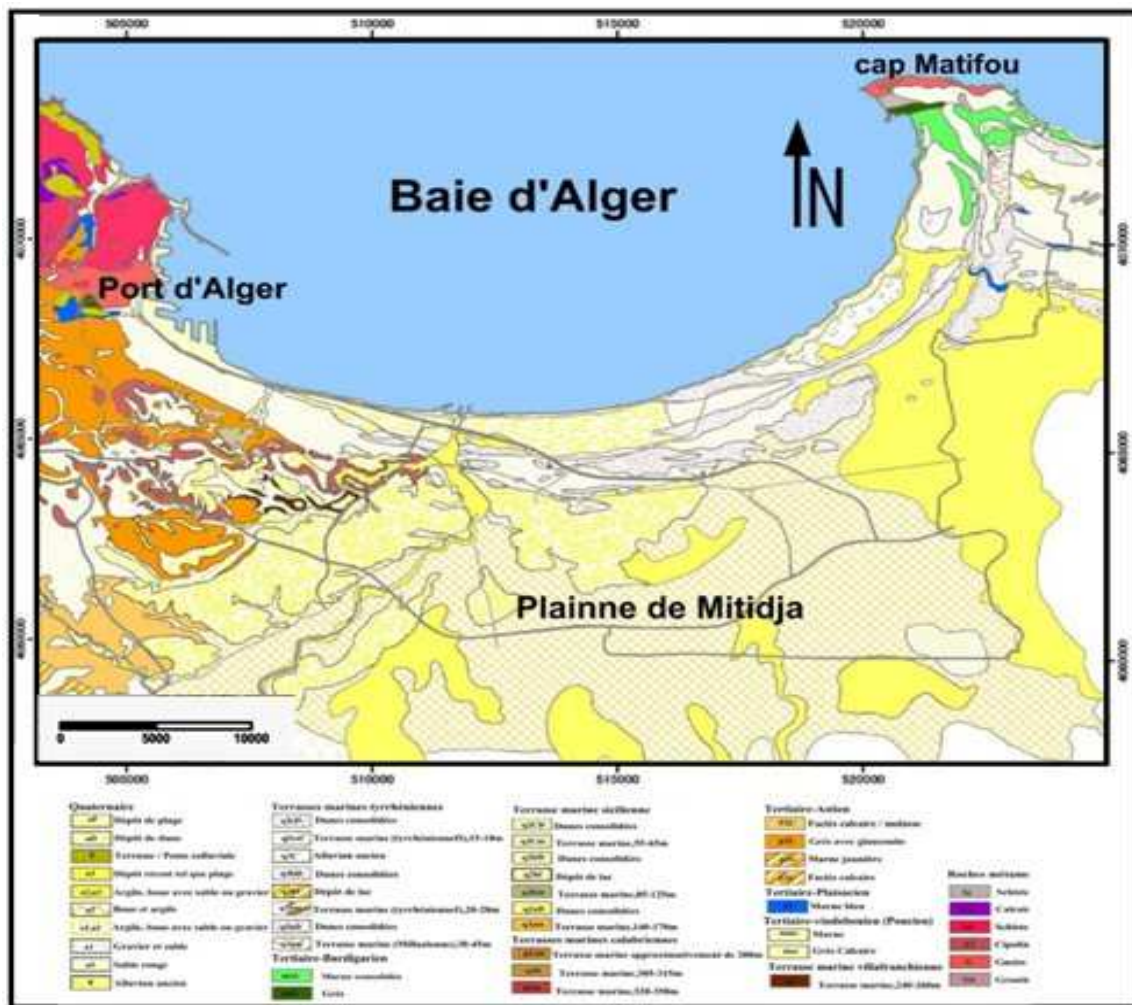


Figure N° I.4 : Carte géologique de la région algéroise (JICA.2006)

I.3 Données météorologiques :

I.3.1 Climatologie :

La région d'Alger est régie par un climat méditerranéen caractérisé par l'alternance d'une saison sèche et chaude avec une saison relativement pluvieuse froide et humide.

I.3.2 Les précipitations :

La moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 700mm (station Dar el Beida / période 1975-1984).

La pluviométrie croit rapidement d'octobre à décembre (novembre : 110mm), moyennement de janvier à mai (février : 85mm), faiblement de juin à septembre (Septembre : 65mm).

I.3.3 Les températures :

La température ne dépasse pas 40°C et ne descend pratiquement jamais en dessous de 0°C. Le maximum est de 30°C sur le littoral et le minimum en janvier est de 7°C.

I.3.4 Les vents :

On ne dispose que peu de données sur la baie d'Alger concernant le vent et en particulier les vents de secteur N 210 - 275 (vent W à SW de la baie).

Les données de S.S.M.O :

La seule source disponible concernant notre zone d'étude est l'U.S. Naval Weather Service Command basée sur les observations faites au large des côtes Algériennes entre 37° et 40° de latitude Nord et 0° et 5° longitude Est (**figure N° I.5**).

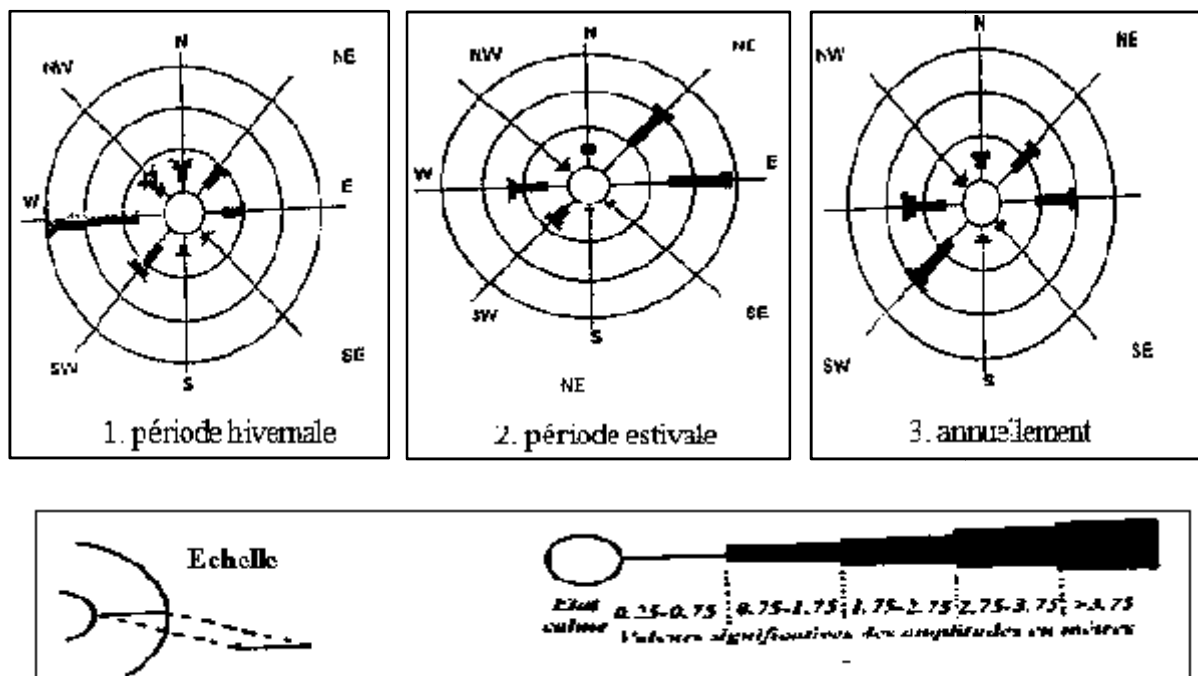


Figure N° I.5 : Roses récapitulatives saisonnières et annuelles des fréquences d'apparition du vent. (L'USS Naval Weather service, de 1963 à 1970).

- Les vents de direction N 360° (fréquence 12%) et N45° (fréquence 10%) sont dominants en période estivale s'étalant de mai à septembre.
- Les vents de direction N360° montrent une répartition constante durant toute l'année.
- Les vents de direction N225° (fréquence 14.5%) et N270° (fréquence 11.5%) sont dominants en période hivernale qui s'étale d'octobre à avril.

Pour les quatre directions de vents considérées, la classe des vitesses de vent allant de 1 à 5m/s est importante. Celle, allant de 6 à 10 m/s est moyenne, et celle comprise entre 11 et 15 m/s ainsi que celle supérieure ou égale à 16 m/s sont quasiment nulles.

Ces résultats montrent la fréquence cumulée des vents au large par direction avec des vents de secteur W à NW occasionnant des houles d'Ouest à Nord-Ouest (secteur touchant le port de Tamenfoust).

On notera également une répartition constante des vents de secteur Nord. La configuration et la position du site font que mis à part des vents du secteur N 210 - 320, les vents des autres secteurs ont peu d'influence sur l'état de la mer au droit du port.

I.4 Données hydrodynamiques:

I.4.1 Courants :

Le seul courant connu dans le bassin occidental méditerranéen est celui du détroit de Gibraltar, appelé courant de densité permanente : au large de la côte Algérienne, il se dirige de l'ouest vers l'est, sa vitesse est de 0,5 à 1 m/s, ce courant participant à la création d'un courant côtier pénétrant dans les haies, sa vitesse étant de l'ordre de 0,2m/s.

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 dominance dans notre zone est une dérive est-ouest durant l'été et une dérive Ouest-Est durant l'hiver (**Figure N° I.6**).

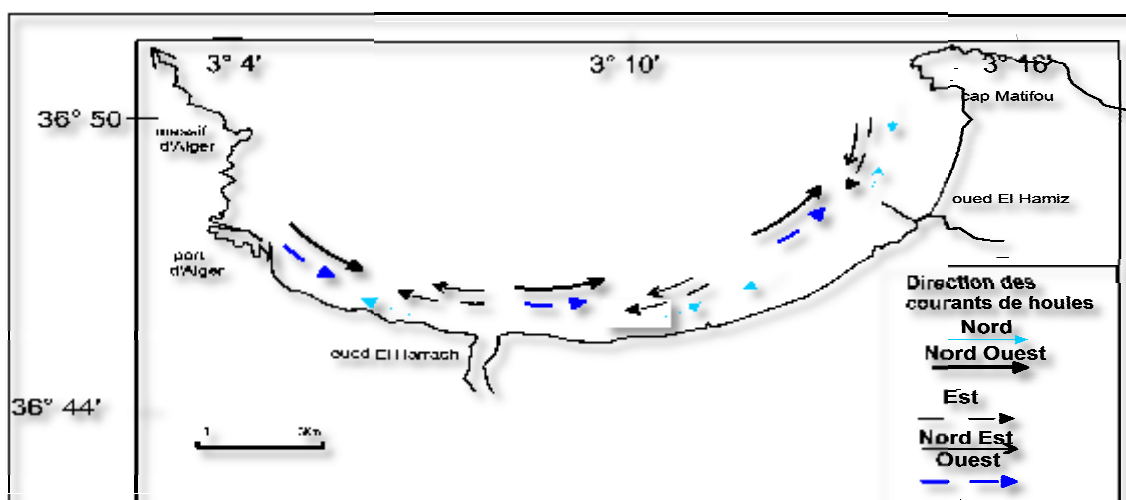


Figure N° I.6 : Schéma synthétique de la dynamique littorale dans la baie d'Alger (Belkessa, 2005).

- **Les courants côtiers :**

En ce qui concerne notre zone d'étude, en particulier les courants côtiers mobilisant les sédiments de la zone de Tamenfoust sont : (L.E.M.2007)

- Un courant de dérive littorale de direction Nord est - Sud ouest engendré par les houles de directions Nord ouest
- Un courant de retour qui assure la répartition des sédiments dans le sens nord-sud.
- Un courant de diffraction autour du musoir de la jetée existante qui serait le principal agent de transport des sédiments issus du cap de Matifou vers la zone d'étude.

I.4.2 Oscillations générales et marée dans la baie :

Une oscillation générale de la baie d'Alger avec une période de 29 mn environ et quelques dizaines de centimètres d'amplitude a été mise en évidence. Les variations du niveau de la mer dues aux marées dépassent rarement 20 cm avec des périodes de 24 h et de 12 h environ.

Ces oscillations ne causent généralement aucun préjudice à la navigation et à l'exploitation du port.

I.4.2.1 Houle :

La position du port de Tamentfoust, en Méditerranée occidentale (**figure N°1 en annexe1**) montre que seules les houles provenant du secteur au large 275 à 335° peuvent parvenir aux abords des ouvrages du port dans des conditions à peu près directes et avec une intensité suffisante, vu les directions extrêmes de ce secteur limité à l'Ouest par le Cap de Rais Hamidou et au Nord par le Cap Matifou, les houles de provenance des autres secteurs se trouvent diffractées ou réfractées par ces derniers.

Les sources dont on dispose sont les suivantes :

- **Données de l'U.S. Naval Weather Command (S.S.M.O) :**

portant sur des observations de bateaux au large, sur une période allant de 1963 à 1970. Les observations excluent les mers de houle, pour ne retenir que les mers de vent (**figure N°2 en annexe 2**). Il est à préciser que ces données sont mensuelles, il ressort que pour :

Les directions Nord-est et Est :

la répartition des fréquences est irrégulière durant l'année, et elle prédominante en période estivale, elle donne des valeurs de houle peu fortes sauf en hiver et en Juin Juillet, ces houles n'atteindront en aucun cas le site du projet, vu que ce dernier est protégé par le Cap Matifou situé sur la direction N 335 par rapport au site du projet.

La direction Nord :

la répartition des fréquences est assez régulière au cours des mois de l'année, avec cependant prédominance des houles fortes supérieures à 3,25 m en période hivernale (Janvier à Mars).

La direction Nord-Ouest :

la répartition est irrégulière durant l'année, elle est très fréquente durant l'année, elle est caractérisée par un palier de houles moins fortes en période estivale (Mars à Juillet) et par un nombre très important de houles supérieures à 3,25 m durant le reste de l'année.

Tableau N°1 : Périodes de retour des houles dans le secteur d'étude d'après les données de S.S.M.O (1963 – 1970).

Direction	Secteur	Secteur	Secteur	Toutes directions	Toutes directions	Toutes directions
Période de retour de la houle	NO	N	O	(1)	(2)	(3)
2 ans	3.70 m	4.30 m	6.30 m	6.40 m	6.30 m	7.30 m
5 ans	4.60 m	5.20 m	7.40 m	7.35 m	7.30 m	8.40 m
10 ans	5.00 m	5.80 m	8.10 m	8.00 m	7.90 m	9.05 m
20 ans	5.50 m	6.40m	8.80 m	8.60 m	8.55 m	9.75 m
50 ans	6.10 ni	7.20m	9.70 m	9.40 m	9.30 m	10.65 m
100 ans	6.60 m	7.80m	10.40 m	9.95 m	9.90 m	11.30 m

➤ **Données de houle de l'Institut Néerlandais de météorologie (K.N.M.D) :**

Données portant sur des observations de bateaux au large, au total sur une période de 1961 à 1980, les observations présentées sont regroupées par secteur de 10 degrés entre les directions extrêmes N 265 à N 335, les houles provenant des autres directions ne sont pas susceptibles d'atteindre le site du projet.

On distingue deux catégories sectorielles :

- Secteur N265°-315° : occurrence forte
- Secteur N315° - 355° : occurrence moins forte

Tableau N°2: Périodes de retour des houles dans le secteur d'étude d'après les données du K.N.M.I(1961-1980) .

Secteur Houle	N265-315	N315-355
Biennale	6,05 m	5,05 m
Quinquennale	7,20 m	6,25 m
Décennale	7,90 m	7,00 m
Vingtennale	8,60 m	7,75 m
Cinquantennale	9,45 m	8,70 m

De ces données, il ressort que l'on peut considérer 2 périodes et 2 secteurs de provenance de houle de différentes importances, K.N.M.I (1961-1980).

- Période hivernale : prédominance des houles fortes pour le secteur Ouest en comparaison avec la colonne (1) et (4). Ceci s'explique par le fait que le fetch est plus grand et il n'y a pas d'obstacle pour qu'elles soient diffractées, elles affectent directement le site du projet, par contre le secteur Nord-Ouest, les houles sont moins importantes, ceci est dû d'une part à un fetch moins grand et l'autre part, les houles de provenance de la grande baie de Valence (N 320°) se trouvent diffractées par les îles Baléares (Ibiza les colonnes (2) et (5) comparées nous donnent des valeurs de houles moins fortes que celles vues pour (1) et (4).
- Période estivale : elle est plus régulière de Mars à Août, avec des houles de moins de 3,50 m pour les deux secteurs.

Tableau N°3: Comparaison des différents résultats issue des sources d'observation au large pour le secteur (NORD- NORD OUEST - OUEST)

Source	S.S.M.O			K.N.M.L	
	1963 - 1970			1961 - 1980	
Secteur	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Houles	W	NW	N	N 265°-315°	N 315°- 355°
Biennale	6.30 m	3.70 m	4.30 m	6.05 m	5.05 m
Quinquennale	7.40 m	4.45 m	5.20 m	7.20 m	6.25 m
Décennale	8.10 m	5.0 m	5.80 m	7.90 m	7.00 m
Vingtennale	8.80 m	5.50 m	6.40 m	8.60 m	7.75 m
Cinquantennale	9.70 m	6.10 m	7.20 m	9.45 m	8.70 m

Tableau N°4: donnant les directions ainsi que HS - Tp correspondants

Secteur Houles	N 265°-315°	Tp (s)	N 315°-355°	Tp (s)
Biennale	6.05 m	12 s	5.05 m	11 s
Décennale	7.90 m	13.90 s	7.00 m	12.90 s
Cinquantennale	9.45 m	14.65 s	8.70 m	14.16

I.5 Etat du littoral entre oued El Hamiz et Tamenfoust :

I.5.1 Hydrologie :

Le seul cours d'eau qui caractérise notre zone d'étude est l'oued El Hamiz situé à l'est de la zone. Le régime hydrographique de cet oued se caractérise par un étiage de 6 mois et des crues d'hiver et de printemps soudaines et rapides.

La superficie du bassin de l'oued El Hamiz est de l'ordre de 160 km². La présence du barrage el El Hamiz en amont de cet oued réduit considérablement les apports solides vers la mer.

Ce secteur est sujet à une attaque accentuée des houles marquée par l'écroulement de falaises, à la réduction notable de la largeur des plages et à l'arrachement des pans de murs ainsi que la destruction partielle de certaines habitations. Cette érosion est due aux facteurs suivants :

- Une extraction abusive des sables de plages situées au sud ;
- Une dégradation de la relique de l'herbier à posidonie de la baie d'Alger localisé entre Oued El Hamiz et Tamenfoust par la pollution, le chalutage et le déséquilibre sédimentaire ;
- Les constructions trop proches du rivage qui constituent des obstacles réfléchissants par les houles frontales entraînant la disparition des plages, la dégradation permanente des habitations par le déchaussement des fondations.

Chapitre II

Méthodologie

Introduction :

Cette partie concerne la méthodologie abordée dans notre travail visant à connaître l'impact des vagues sur notre zone d'étude et les flux que celles-ci peuvent générer en direction du port de Tamenfoust. Ces résultats vont nous permettre en suite de tirer des renseignements pour les aménagements futurs du port de Tamenfoust.

Dans cette partie, en raison de l'absence des données de vagues au niveau de la zone d'étude, nous allons utiliser les données théoriques de réfraction des vagues obtenues par le LEM (**Étude d'aménagement du port de Tamenfoust en port de plaisance .LEM 2007**) et ce, pour les directions des vagues les plus fréquentes. En plus clair, les hauteurs significatives des vagues (H_s) obtenues par le LEM ont été utilisées pour estimer quelques paramètres hydrodynamiques comme les vitesses orbitales maximales près du fond, les longueurs d'onde et les vitesses de cisaillement pour un début de transport sédimentaire sur le fond.

Par ailleurs, nos résultats vont nous permettre d'estimer le transit sédimentaire et ce, en vue de voir les potentiels transports sédimentaires qui peuvent atteindre la zone portuaire de Tamenfoust.

En plus clair, nous avons choisi des profils allant du large jusqu'au port de Tamenfoust les flux hydrodynamiques et sédimentaires qui peuvent arriver au niveau de la passe d'entrée et de l'enceinte portuaire de la zone d'étude. Le choix des profils dépend étroitement de la réfraction des vagues qui diffère d'une direction à une autre ; nous avons positionné nos points sur les profils en fonction de la variation des hauteurs des vagues significatives (**Figures N° III.1, III.3 et III.5**).

Il est à rappeler qu'en l'absence de données mesurées de vagues et de courants, les résultats attendus ne peuvent pas quantifier d'une manière fiable les flux hydrodynamiques et sédimentaires qui arrivent au niveau de notre zone d'étude. Toutefois, ils permettent d'avoir une idée qualitative sur les différents flux hydrosédimentaires, lesquels doivent ensuite être vérifiés avec des données observées à l'aide des courantomètres, houlographes et pièges à sédiments.

Pour le calcul des vitesses orbitales maximales près du fond et des longueurs d'onde, nous avons utilisé le modèle de Sedtrans96 de **Li and Amos (2001)** qui permet de calculer aussi bien les paramètres hydrodynamiques que la simulation des transports sédimentaires. A ce sujet, étant donné que ce modèle utilise la théorie linéaire des vagues, nous avons préféré nous arrêter au niveau de l'isobathe 5m pour éviter les petites profondeurs au niveau desquelles les effets non-linéaires sont plus importants.

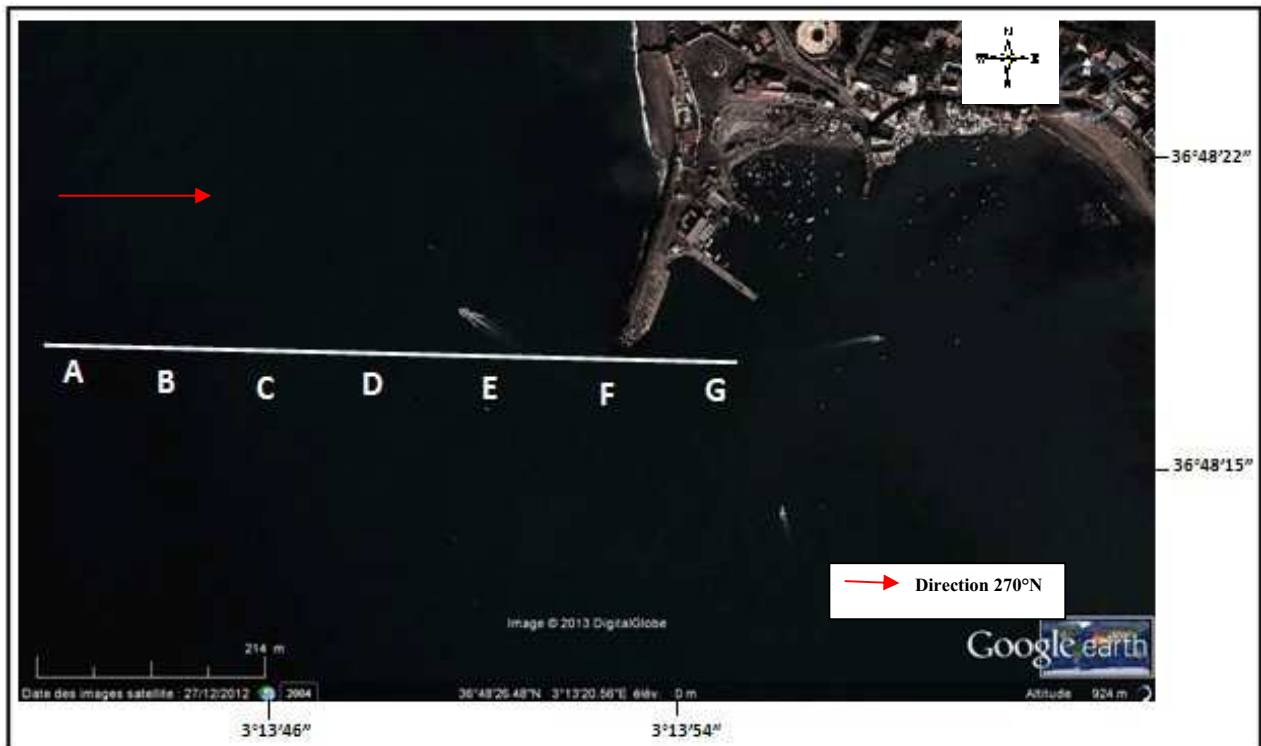


Figure N° II.1: Exemple d'un profil utilisé pour le suivi des flux hydrodynamiques et sédimentaires pour les vagues de direction 270°N et de période de 10s

II.1 Calcul des vitesses orbitales près du fond :

Les vitesses orbitales maximales près du fond U_B nous permettent d'avoir une idée sur le forçage oscillatoire induit par les vagues et son impact au niveau du fond sédimentaire. Celui-ci, joue un rôle important dans la mise en mouvement des sédiments sur les fonds marins.

Ces vitesses orbitales maximales près du fond seront ensuite confrontées avec les vitesses critique de cisaillement près du fond pour un début de transport sur le fond afin de voir la

capacité des vagues, qui agissent dans la zone d'étude, dans la mise en mouvement des sédiments depuis le large vers la zone portuaire de Tamentfoust.

Pour le calcul des vitesses orbitales maximales près du fond nous avons utilisé la théorie linéaire des vagues qui utilise l'équation suivante :

$$U_B = \pi H / [T \sinh(kh)] \quad \dots\dots\dots(1)$$

Avec :

k : le nombre de vague qui est calculé par l'équation linéaire de dispersion des vagues :

$$\omega^2 = gk \tanh(kh) \quad \dots\dots\dots(2)$$

Avec

ω : Fréquence angulaire des vagues

tanh : tangente hyperbolique

g : force de gravité

La fréquence angulaire ω est calculée avec l'équation :

$$\omega = 2\pi/T \quad \dots\dots\dots(3)$$

H : la hauteur des vagues

T : Période de la vague

h : la profondeur local

II. 2 Calcul des longueurs d'onde :

Le nombre de vague obtenu est ainsi nous avons utilisé dans l'équation suivante pour l'obtention de la longueur d'onde pour les vagues non-déferlantes:

$$\mathbf{L=L_0 \tanh(kh)} \dots\dots\dots(4)$$

Avec

$\mathbf{L_0}$: longueur d'onde au large

$$\mathbf{L_0=gT^2/2\pi} \dots\dots\dots(5)$$

Ces longueurs d'onde vont nous permettre de calculer la cambrure des vagues requises pour l'estimation du transit sédimentaire au niveau de la zone portuaire de Tamenfoust.

II. 3 Calcul des vitesses critiques de cisaillement :

Les vitesses critiques de cisaillement pour le début d'un transport sédimentaire sur le fond sont utilisées afin de les comparer avec les vitesses orbitales maximales près du fond. Cette opération nous permettra de voir si le courant oscillatoire induit par les vagues au niveau de notre zone d'étude est suffisant pour transporter les sédiments, sous l'effet des vagues, au niveau de la zone portuaire.

Il est important de signaler qu'il aurait été préférable d'utiliser les vitesses de courants mesurés au niveau de la zone d'étude pour des résultats plus fiables. Toutefois, l'utilisation du courant oscillatoire calculé nous permet d'avoir une idée qualitative sur les vagues qui pourraient être à l'origine d'un potentiel ensablement portuaire.

Les vitesses critiques de cisaillement pour le début d'un transport sédimentaire sur le fond ($\mathbf{u_{*cr}}$) sont calculées à l'aide de la méthode de Yalin (1963). Celle-ci, a été utilisée pour obtenir le paramètre adimensionnel de Shield θ_{cr} :

{	Pour : $Y < 100$,	$\log \theta_{cr} = 0.041 (\log Y)^2 - 0.356 \log Y - 0.977$(6)
	Pour : $100 < Y < 3000$	$\log \theta_{cr} = 0.132 \log Y - 1.804$(7)
	Pour : $Y > 3000$	$\log \theta_{cr} = 0.045$(8)

Y étant le paramètre de Yalin qui est défini par :

$Y = [(\rho_s - \rho)gD^3 / \rho\nu^2]^{0.5}$

..... (9)

ρ_s et ρ sont respectivement la masse volumique du sédiment et du fluide, g l'accélération de la pesanteur, D le diamètre des grains et ν la viscosité cinématique du fluide.

La valeur de θ_{cr} est ensuite utilisée pour l'évaluation de la contrainte critique de cisaillement θ_{cr} par l'équation suivante (Li and Amos 2001; Hemdane, 2006):

$\tau_{cr} = \theta_{cr} (\rho_s - \rho)gD$

.....(10)

La vitesse critique de cisaillement u_{*cr} est obtenue par la loi quadratique :

$u_{*cr} = (\tau_{cr}/\rho)^{0.5}$

.....(11)

Enfin, en raison de l'absence des données sédimentologique relatives à notre zone d'étude, nous avons utilisé le diamètre moyen des grains des sédiments utilisés par le LEM (2007) que nous avons supposé identique au voisinage de la zone portuaire de Tamenfoust.

II. 4 Estimation du transit sédimentaire :

Les équations précédentes ont été utilisées afin de voir les flux hydrodynamique *offshore* – *onshore* lesquels peuvent générer la pénétration aussi bien des vagues que des sédiments au niveau de l'enceinte portuaire de Tamentfoust.

Ces flux *offshore* – *onshore* sont principalement induits aussi bien par les vagues frontales ou presque que par des vagues obliques, lesquelles peuvent atteindre, après réfraction, la côte avec une incidence frontale. Cette dernière joue un grand rôle dans l'agitation portuaire et le transport des sédiments depuis le large vers la côte.

Dans cette partie, nous allons aborder les transports sédimentaires longitudinaux. Ceux-ci, sont notamment générés par le courant de la dérive littorale contrôlé essentiellement par les vagues obliques.

Le courant de la dérive littorale agit dans l'enceinte de la zone de déferlement des vagues et est très important dans le transport longitudinal des sédiments côtiers. Par conséquent, le transport sédimentaire longitudinal intéresse beaucoup l'ingénierie portuaire puisqu'il peut jouer, avec d'autres courants côtiers, un grand rôle dans l'ensablement portuaire.

Afin d'estimer les sédiments qui peuvent transiter longitudinalement au niveau de notre d'étude, nous avons appliqué la formule empirique développée par le Laboratoire Central d'Hydraulique Français (L.C.H.F.1970):

$$\mathbf{Q = K/C g Hs^2 T. t f(\alpha)} \dots\dots\dots(12)$$

Avec :

Q : volume de sable transporté (en m³/s)

K : coefficient de transport du sable (2.5x10⁻⁶)

g : accélération de la pesanteur (en m/s²)

C : cambrure des vagues.

Hs : hauteur significative des vagues (en m)

T : période des vagues (en seconde).

t : durée d'action des vagues (en seconde).

f (α) une fonction de l'obliquité des vagues houle qui est égale à $\sin(2\alpha)$ pour α inférieur à 50° .

En ce qui concerne la durée d'action des vagues « t », celui-ci, a été fixé à environ 12 heures. Cette valeur a été fixée suite au contact que nous avons eu avec la Direction des Prévision Météorologique de l'Office National de la Météorologie.

Chapitre III

Résultats et discussions

Introduction :

Dans ce chapitre nous exposerons les différents résultats hydrodynamiques et sédimentaires issus de la méthodologie appliquée dans cette étude afin de mieux comprendre l'environnement hydrodynamique et les transports sédimentaires qui régulent l'environnement de la zone portuaire de Tamentfoust.

Afin d'estimer les quantités de sables qui pourraient atteindre la passe d'entrée et l'enceinte du port de Tamentfoust, nous avons étudié les flux sédimentaires longitudinaux qui pourraient être induits par le courant de la dérive littorale. (Voir annexe3).

Dans cette partie, nous commencerons par exposer et interpréter les courants oscillatoires induits par les vagues dominant la zone d'étude. Ensuite, nous allons confronter les vitesses orbitales maximales près du fond avec les vitesses critiques de cisaillement requises pour l'initiation d'un mouvement sédimentaire en direction de la zone portuaire de Tamentfoust. Enfin, nous aborderons les résultats de l'équation du LCHF pour l'estimation du transit sédimentaire.

Pour une meilleure présentation des résultats, nous avons utilisé des histogrammes pour montrer les différents résultats des profils choisis pour le suivi de la modulation des courants oscillatoires maximales sur le fond, les longueurs d'onde et les vitesses critiques de cisaillement pour l'entraînement des sédiments sur le fond.

III.1 Calcul des vitesses orbitales :

a. Houle de direction 270°N – Période 10 s :



Figure N° III.1 : Profil utilisé pour le suivi des flux hydrodynamiques et sédimentaires pour les vagues de direction 270°N et de période de 10s

Les résultats de la modulation des vitesses orbitales maximales près du fond pour les vagues de direction 270°N – Période 10s sont présentés sur la **figure N° III.2**

Les résultats montrent qu'au fur et à mesure que les vagues se rapprochent de la côte, zone portuaire pour notre cas d'étude, les vitesses orbitales maximales près du fonds augmentent. Elle passe au large d'environ 150 cm.s^{-1} à environ 190 cm.s^{-1} au niveau de la zone portuaire de Tamenfoust. Cette augmentation des vitesses orbitales maximales près du fond au niveau de la côte pourrait s'expliquer par le frottement des vagues sur les fonds qui deviennent de plus en plus faibles et l'effet *Shoaling* des vagues et ce, bien que les vagues deviennent de plus en plus faibles à la côte.

L'augmentation des vitesses orbitales maximales à la côte pourraient s'accompagner avec une augmentation des phénomènes de frottements avec le fond sédimentaire qui pourraient mettre en mouvement les sédiments dans la direction du port de Tamenfoust.

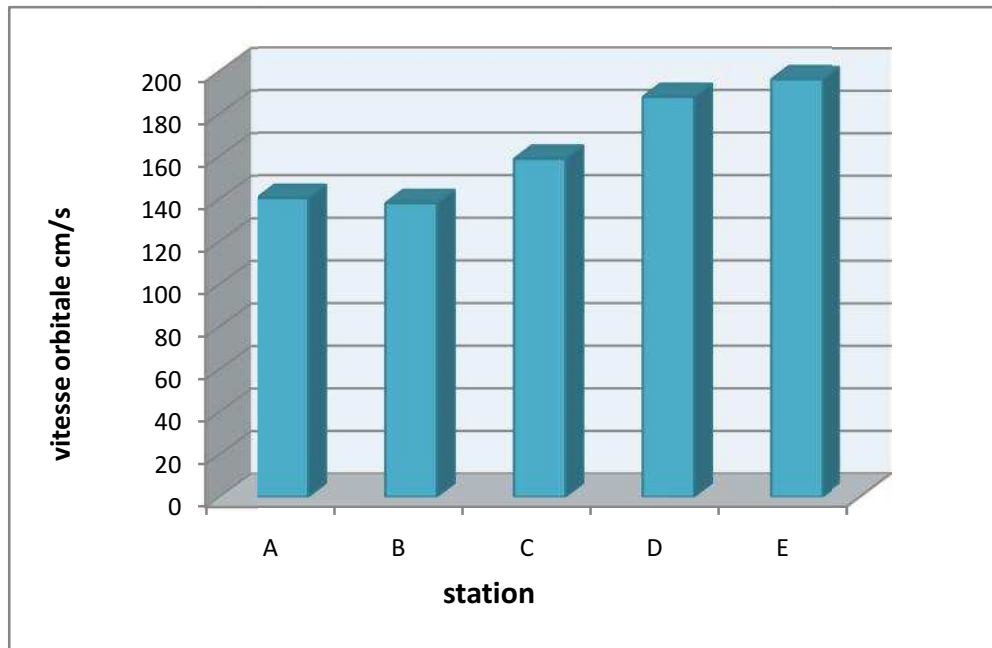


Figure N° III.2 : Histogramme de la modulation des vitesses orbitales maximales près du fond pour les vagues de direction 270°N – Période 10s.

b. Houle de direction 350°N – Période 10 s :



Figure N° III.3 : Profil utilisé pour le suivi des flux hydrodynamiques et sédimentaires pour les vagues de direction 350°N – Période 10s

Les résultats de la modulation des vitesses orbitales maximales près du fond pour les vagues de direction 350°N – Période 10s sont présentés sur la **Figure N° III.4**.

A l'inverse de la direction précédente, les vitesses orbitales maximales près du fond deviennent plus faibles à la côte. Elles passent d'environ $140,2 \text{ cm.s}^{-1}$ au large à environ 98 cm.s^{-1} à la côte. Cette diminution pourrait s'expliquer par le frottement des vagues avec les fonds marins qui sont moins importants que les directions de 270° . Ceci pourrait être lié à la direction de ces vagues qui est moins frontale que celle des vagues de direction de 310°

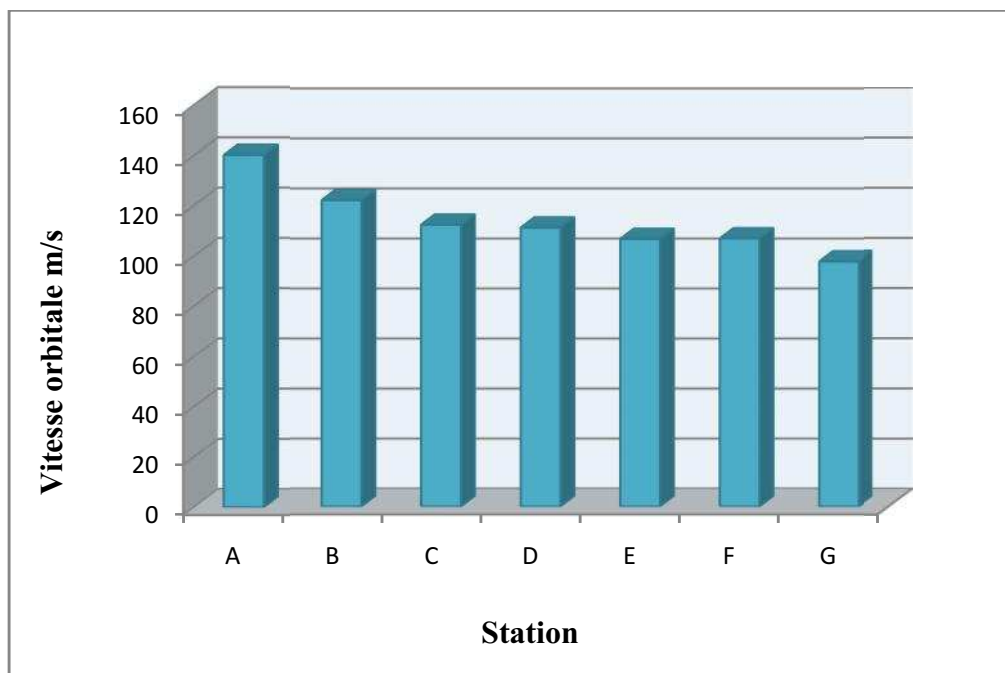


Figure N° III.4 : Histogramme de la modulation des vitesses orbitales maximales près du fond pour les vagues de direction 350°N – Période 10s

c. Houle de direction 310°N – Période 10 s :

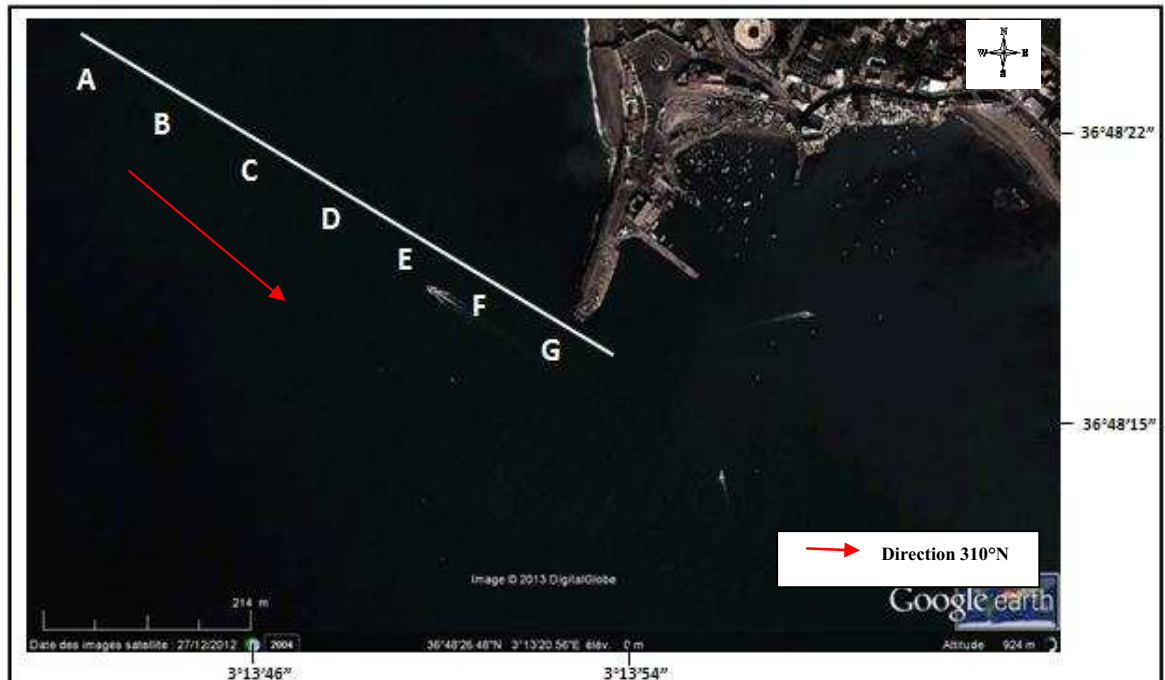


Figure N° III.5 : Profil utilisé pour le suivi des flux hydrodynamiques et sédimentaires pour les vagues de direction 310°N – Période 10s

Les résultats de la modulation des vitesses orbitales maximales près du fond pour les vagues de direction 310°N – Période 10s sont présentés sur la **Figure N° III.6** .

Pour cette direction (310°) les vitesses orbitales maximales près du fond passent d'environ $89,2 \text{ cm.s}^{-1}$ au large pour atteindre des vitesses maximales d'environ 120 cm.s^{-1} au niveau de la zone portuaire. Notons qu'avant d'atteindre la côte, les vitesses orbitales ont connu une hausse importante avec des vitesses maximales d'environ 170 cm.s^{-1} . Cette augmentation des vitesses orbitales maximales près du fond au niveau de la côte pourrait s'expliquer par aussi bien par l'énergie des vagues que par le frottement qu'elles pourraient induire au niveau des moyennes et faibles profondeurs. Et pour la valeur maximale au point C est due à la présence d'un haut fond dans cette zone .

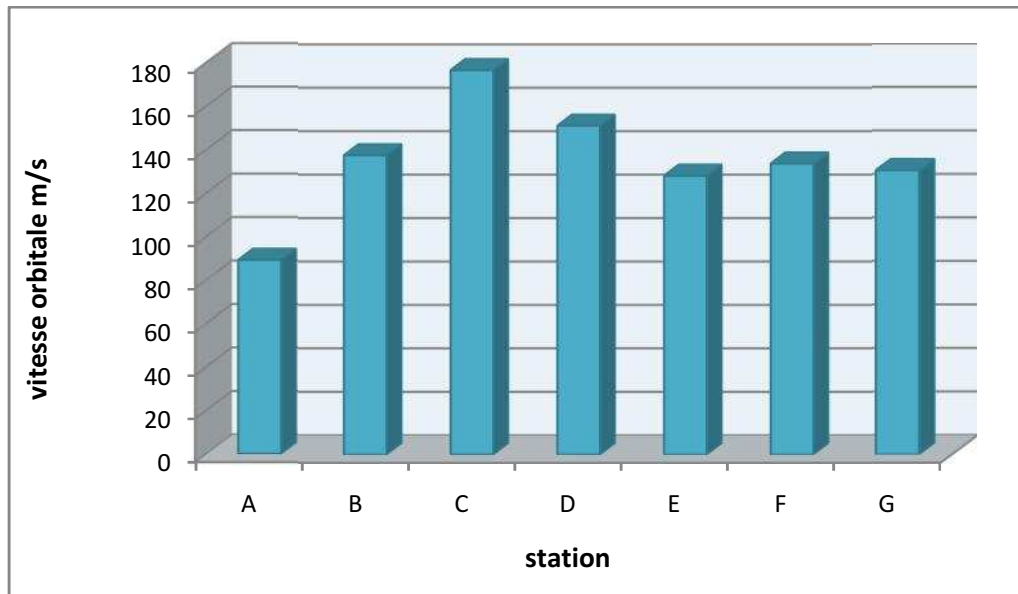


Figure N° III.6 : Histogramme de la modulation des vitesses orbitales maximales près du fond pour les vagues de direction 310°N. Période 10s

III.2 Calcul des longueurs d'onde :

Les résultats de la modulation des longueurs d'onde pour les vagues de directions 310°N 350N° 270N°et Période 10s sont présentés sur la **Figure N° III.7**.

Les résultats montrent que les longueurs d'onde diminuent au fur et à mesure que les vagues se rapprochent de la zone portuaire de Tamenfoust.

Leurs longueurs d'onde passent d'environ 120 m au large à environ 60 m au niveau de la zone portuaire. Cette diminution des longueurs d'onde vers la côte pourrait s'expliquer par les fonds marins qui deviennent de plus en plus hauts au niveau de la côte, lesquels pourraient essayer de ralentir leurs vitesses et induire probablement la diminution de leurs longueurs d'onde.

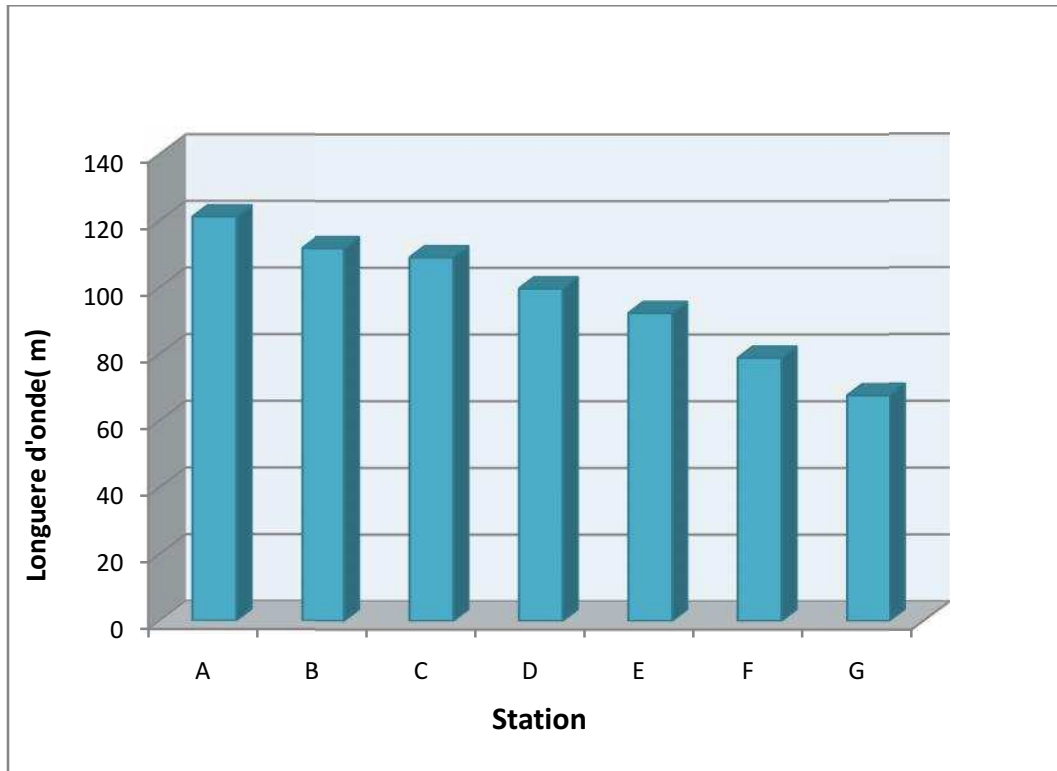


Figure N° III.7 : Histogramme de la modulation des longueurs d'onde pour les vagues de directions 310°N, 350°N et 270°N et Période 10s

III.3 Calcul de la vitesse critique :

Les résultats des vitesses critiques de cisaillement près du fond pour le début d'un mouvement des sables sur le fond pour les vagues de direction 310°N, 350°N et 270°N. Période 10s sont présentés sur la **Figure N° III.8**.

En raison de l'homogénéité de la taille moyenne des sédiments supposée au voisinage de la zone d'étude, les vitesses critiques de cisaillement obtenues près du fond sont identiques pour toutes les directions. Cette vitesse critique de cisaillement est d'environ $1,37 \text{ cm.s}^{-1}$. La comparaison de cette vitesse avec les vitesses orbitales maximales près du fond pour toutes les directions des vagues dominantes prises en compte de notre étude montre que ces vagues seraient très capables de mobiliser les sédiments en direction de la zone portuaire de Tamenfoust.

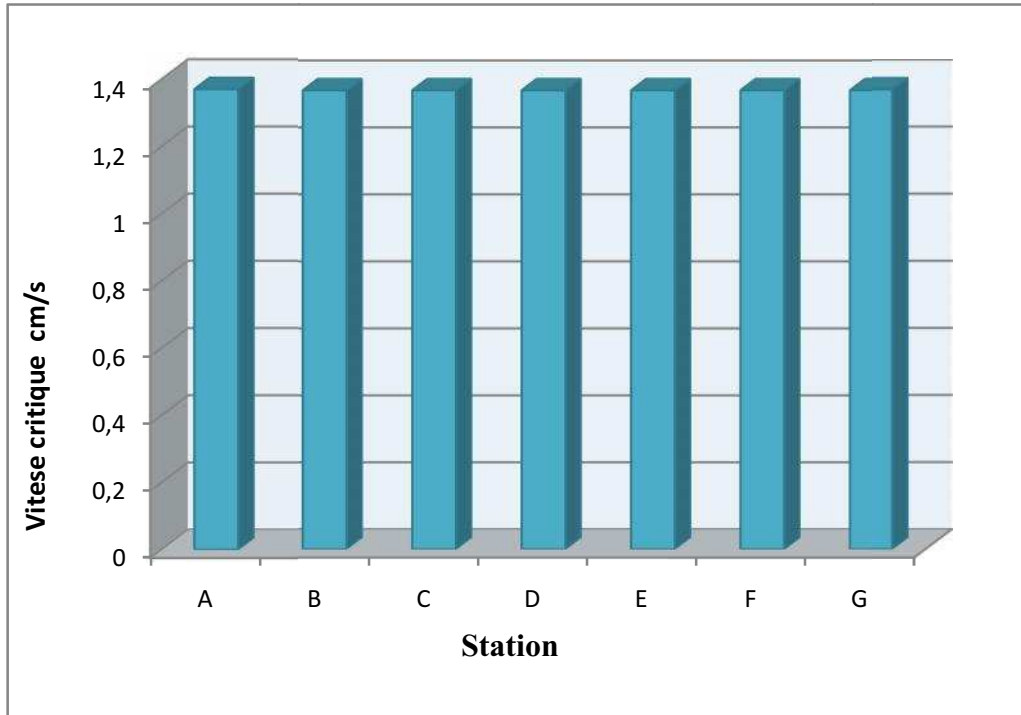


Figure N° III.8 : Histogramme des vitesses critiques de cisaillement près du fond pour le début d'un mouvement des sables sur le fond pour les vagues de direction 310°N, 350°N et 270°N. Période 10s

III. 4 Estimation de transit sédimentaire :

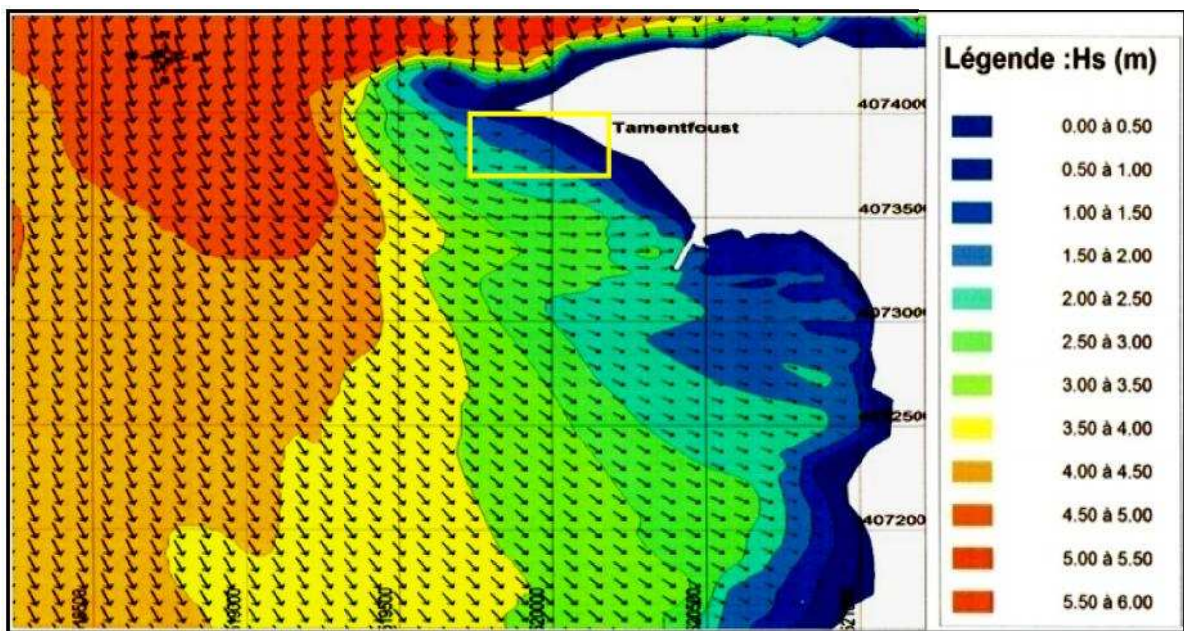


Figure N° III.9: Emprise de transit sédimentaire

Vu que la direction susceptible de faire transporter des sédiments selon le sens du transit sédimentaire vers le port est celle de 350°N.

Les paramètres pris sont ceux caractérisant une durée moyenne d'une tempête estimée par les météorologues à 10 heures, donc nous avons pris la plus virulente et la plus fréquente.

En se basant sur ces résultats et en appliquant la formule empirique développée par le laboratoire central d'hydraulique français (L.C.H.F) : **(voir la formule 12)**

Où « t » a été prise comme étant la durée moyenne d'une tempête : 10 heures.

$$K = 1,8 * 10^{-6} * D^{-1/2}$$

$$C = H/L \quad L = 67,68 \text{ m} \quad H = 2 \text{ m}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$H_s = 2 \text{ m}$$

$$T = 10 \text{ s}$$

$$t(s) = 10 * 3600$$

$$f(\alpha) = \text{Sin} (7\alpha/4) \quad \text{avec } \alpha = 36,2^\circ$$

$$Q = 48639,24228 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le transit sédimentaire a été estimé à **48639,24228 m³/s**.

III.5. Dynamique sédimentaire :

La répartition du matériel sédimentaire issu de l'érosion de la côte une fois en mer, additionné aux apports terrigènes des oueds environnants notamment oued Hamiz (pour la fraction fine) ainsi que ceux issus du démantèlement des affleurements rocheux au niveau du site ainsi que ceux du Banc de Matifou, est conditionné par les facteurs hydrodynamiques locaux et ce par le biais des houles de secteur Ouest à incidence frontale ainsi que du secteur Nord à incidence oblique par rapport à la côte conjuguent leurs effets pour la dissémination des sédiments vers le Sud.

Ainsi au niveau de notre zone d'étude, la dynamique sédimentaire serait régie par :

- Le courant de retour qui assure la répartition des sédiments dans le sens Nord Sud,
- Le courant de dérive littoral Nord Est - Sud Ouest engendré par les houles du secteur Nord-Ouest le long de la côte,
- Le courant de diffraction autour du musoir de la jetée existante qui serait le principal agent de transport des sédiments issus du Banc de Matifou vers la zone d'étude.

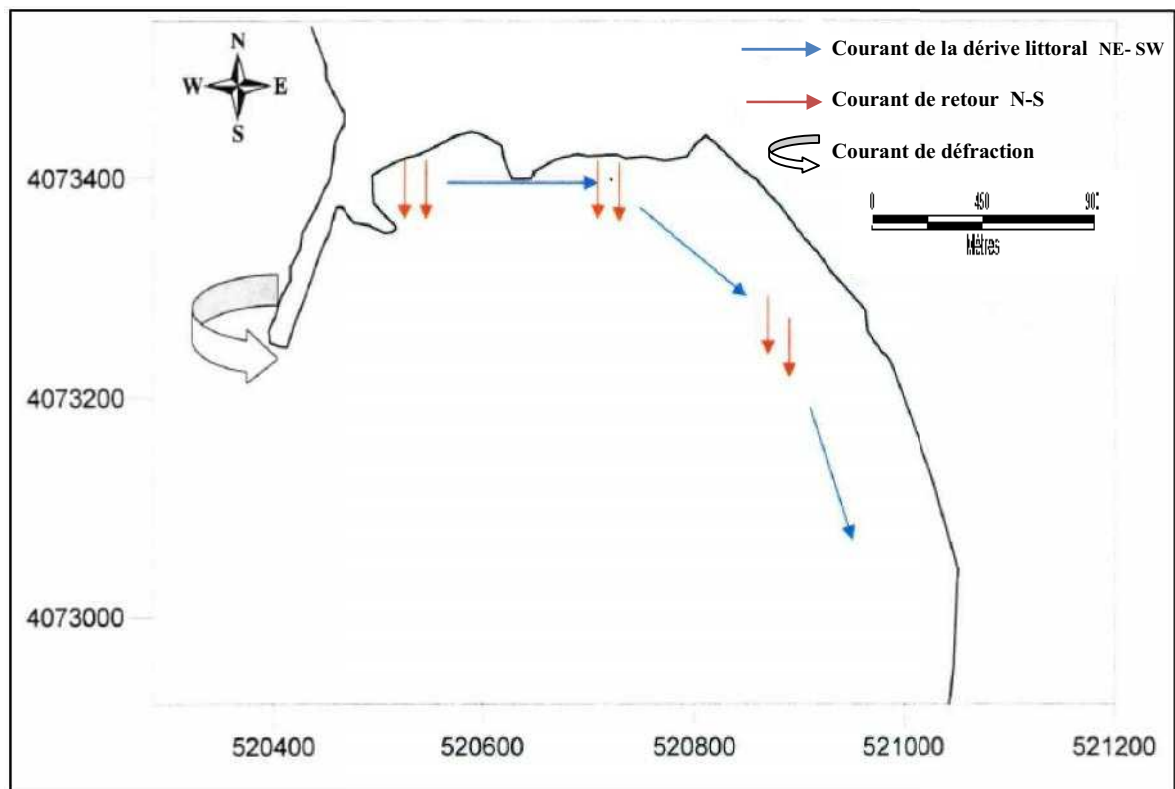


Figure N°III.10: Schéma probable de la dynamique sédimentaire au niveau de la zone de Tamenfoust (L.E.M.2006) (carte modifiée)

Le transit sédimentaire résultant est unidirectionnel dans le sens Nord Sud, ceci pourrait s'expliquer par la configuration géographique du site d'étude abrité de l'action des houles des secteurs Nord et Est par le Cap Matifou.

Nous ne pouvons attribuer une grande précision aux résultats du calcul du transit sédimentaire vu qu'il est essentiellement basé sur des formules empiriques et sur des statistiques des houles que nous avons estimées fréquentes.

Cette estimation du transit sédimentaire doit être corrélée à des données de terrain (piège à sédiment).

Ce calcul nous permet toutefois de donner un ordre de grandeur du transit résultant ainsi que la direction prédominante du déplacement des sédiments engendré par des tempêtes que nous avons pris 10 heures comme étant la durée moyenne.

Conclusion :

Bien que qualitatifs en raison de l'absence de données de mesures, les résultats obtenus dans cette étude montrent que l'hydrodynamisme qui agit au niveau de la zone portuaire de Tamenfoust dépend étroitement des directions des vagues mais aussi de leurs hauteurs et les frottements que les vagues induisent notamment au niveau des faibles profondeurs.

Les vitesses orbitales maximales près du fonds calculées montrent clairement que pour toutes les directions des vagues prédominant la zone d'étude, celles-ci, sont largement important pour générer une mise en mouvement des sédiments pour leur potentiel transport en direction de la zone portuaire de Tamenfoust.

Nous rappelons également l'importance de l'orientation du trait de côte dans l'étude de la dynamique et de l'équilibre des littoraux (**Swift *et al.*, 1985 ; Keen *et al.*, 1993 ; Jaffe *et al.*, 1997**). Celle-ci joue aussi un grand rôle dans les échanges sédimentaires côtiers qui s'effectuent entre la plage et les petits-fonds très importants dans la dynamique côtière et la stabilisation du trait de côte a été mis en évidence dans plusieurs études (**Swift *et al.*, 1986; Wright *et al.*, 1991**).

Par ailleurs, les résultats des transports sédimentaires que pourrait générer le courant de la dérive littorale montrent que les quantités de sédiments qui pourraient transiter longitudinalement au niveau de la zone portuaire de Tamenfoust sont très importantes et corroborent les résultats des vitesses orbitales près du fond et des vitesses critiques de cisaillement obtenues au voisinage de la zone de déferlement.

Il est important de signaler que ces résultats sont partiels car nous n'avons pris en considération que le courant orbital (induit par les vagues) et les vagues réelles de la région d'étude. En effet, l'absence des données de mesures relatives au courant côtier

combiné (courant global ou courant brut) et aux vagues ne nous permet pas de tirer des conclusions certaines sur la dynamique des sédiments au niveau de la zone d'étude.

Toutefois, nos résultats ont permis d'avoir un aperçu qualitatif de l'hydrodynamisme des vagues et des transports sédimentaires essentiels pour nous aider à contribuer à la proposition d'un éventuel aménagement du port de la région d'étude.



Chapitre IV
Propositions d'aménagement

IV.1 Propositions d'aménagement externes :

En se basant sur les résultats obtenus de l'estimation du transit sédimentaire nous pourrions envisager une nouvelle orientation de la digue principale du port et ce afin d'obtenir une meilleure protection pour les bassins.

L'aspect hydrodynamique de la région est un paramètre qui revêt une importance capitale, c'est ainsi que le choix de rallonger la digue pourrait réduire l'effet des vagues et des houles de direction 270°N (**Figure N° IV 1**).

Cette option pourrait également réduire l'ensablement potentiel de la passe d'entrée car les vagues et les houles pourraient être réfractées tout en continuant leur évolution (avec moins d'énergie) avec une possible alimentation sédimentaire des plages voisines.

Par conséquent, le rallongement de la digue offrirait ainsi de meilleures perspectives pour l'aménagement interne du port en termes d'infrastructure pour accueillir les différentes activités.

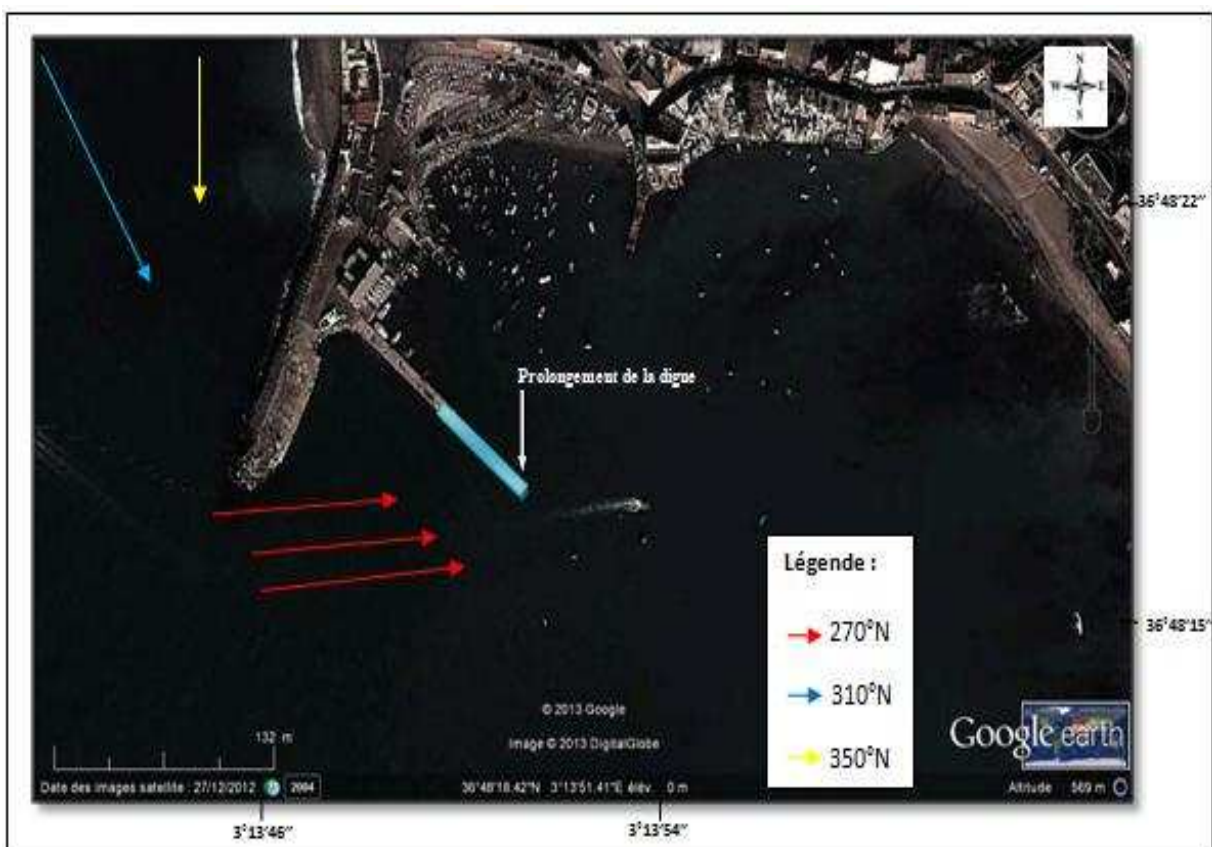


Figure N° IV 1 : prolongement de la digue du port de Tamentfoust

IV.2 Propositions d'aménagements internes :

L'aménagement principal du port de Tamentfoust est destiné pour la plaisance, pouvant abriter 80 embarcations minimum séjournant en permanence de longueur située entre 4 et 9 m. Néanmoins, pour garder l'activité de la pêche existante, il a été prévu de réserver une partie du port pour l'activité de la pêche d'une capacité d'accueil de 15 petits métiers.

Nous rappelons que les variantes proposées dans le présent document proviennent de l'étude réalisée par le LEM, nous allons les comparer en essayant de dégager les points avantageux et les points désavantageux que présente chaque variante tout en se référant à celle qui relève de notre propre proposition à savoir le rallongement de la digue existante

IV.3 Les variantes d'aménagement proposées :

IV.3.1 Variante 1 :

C'est la première variante, parmi les trois proposées par le LEM, dans laquelle nous proposons un aménagement dédié à la zone de pêche, notamment l'appontement qui la sépare de la zone militaire. Cette dernière se retrouve conservée en termes de surface mais mieux protégée qu'auparavant (avec le quai existant), cette proposition prévoit la construction des ouvrages suivants : **voir la figure IV.2**

IV.3.2 Variante 2 :

Proposée par le LEM, et comme la précédente, cette variante prévoit l'aménagement de la zone de la pêche tout en l'élargissant, elle est caractérisée par les ouvrages suivants (voir La figure IV.3

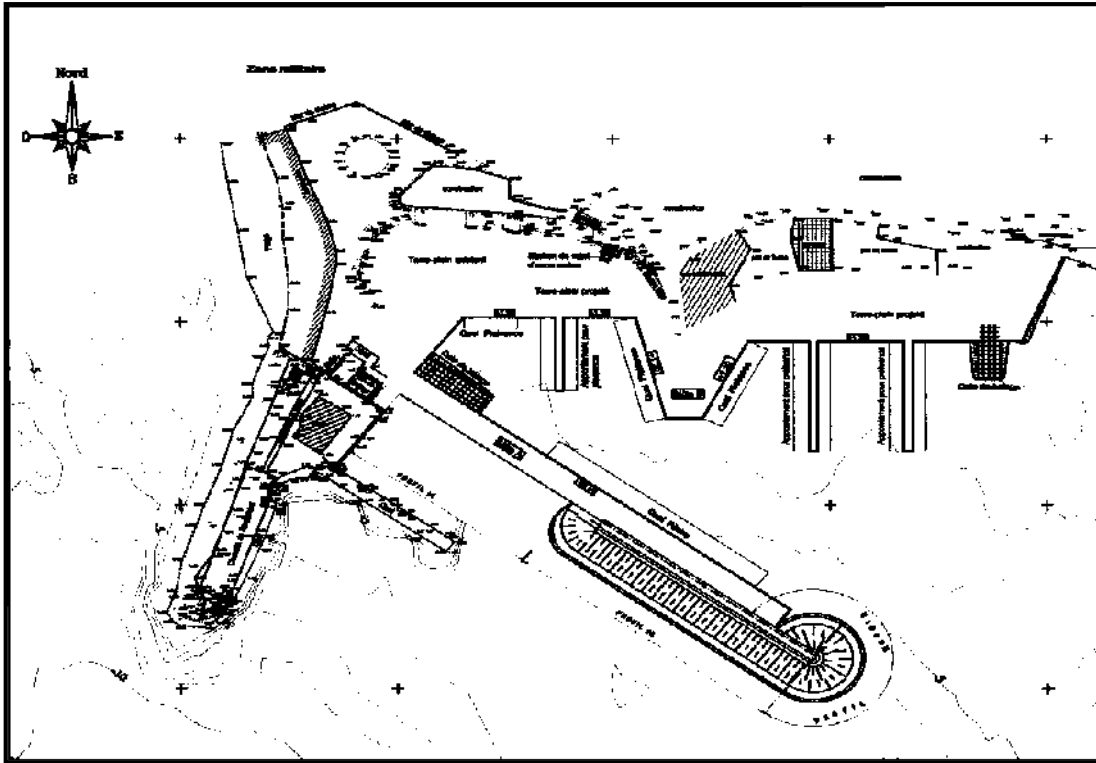


Figure IV.3 : Plans de masse de la variante 2 proposées (L.E.M.2007)

a. Ouvrages de protection

Constitue la jetée principale d'environ 120 m de longueur fondée entre -4 m et -5 m, rattachée au môle A de 115 m fondée à une profondeur de -3.50 m,

b. Ouvrages d'accostage

- Un quai de 180 m situé sur la jetée principale, fondé à -3.50 m,
- Un quai de 20 m jouxtant la cale de halage, fondé à -3.50 m,
- Un appontement flottant de 40 m
- un appontement flottant de 40 m,
- Un môle B constitué :
 - d'un quai de plaisance de 57 m, fondé à -3.50 m,
 - un de plaisance de 17 m.
- un quai de plaisance de 47 m, fondé à -3.50 m,

- un appontement flottant de 60 m,
- un appontement flottant de 60 m
- deux cales de halage pour la mise à sec des embarcations.

IV.3.3 Variante3 :

Proposée par le LEM, cette variante prend en compte aussi bien l'aménagement de la zone de pêche et la zone militaire, propose le prolongement de quai existant avec l'implantation d'autres quai d'accostage, elle est constituée donc de deux zones distinctes sont : voir la figure IV.4

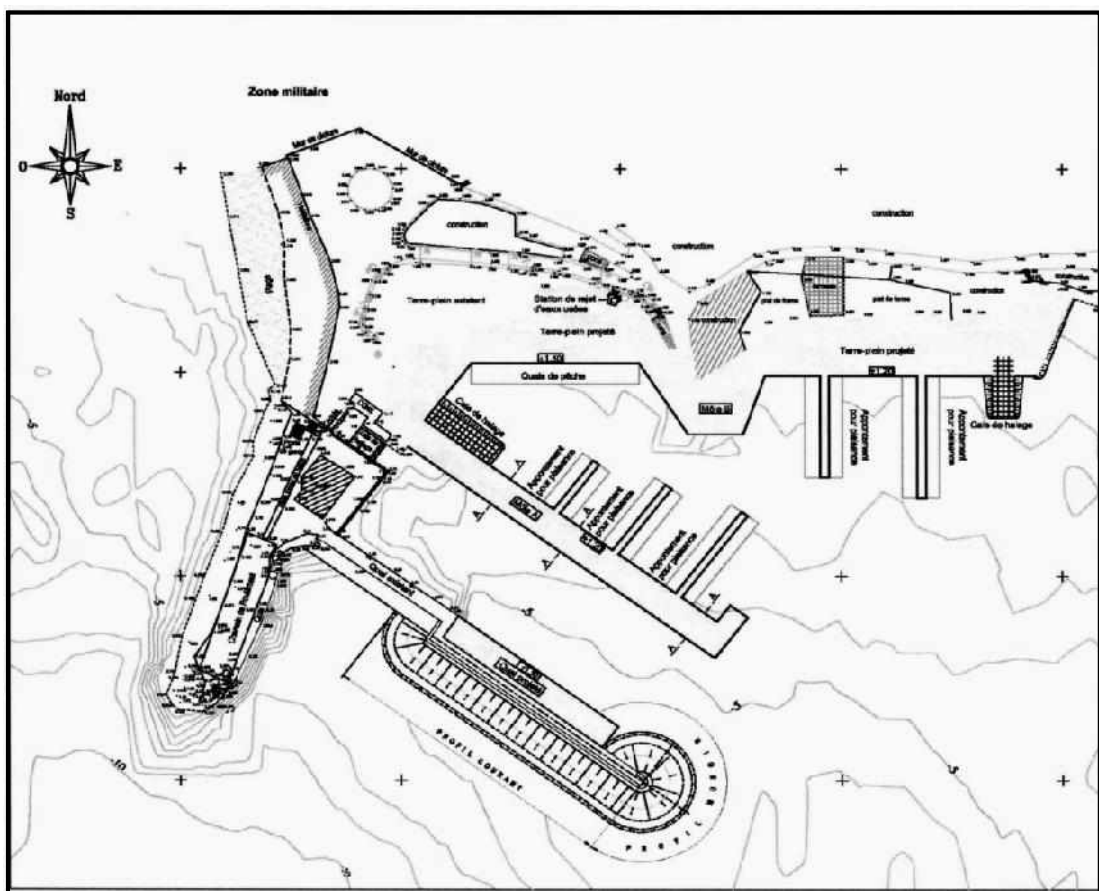


Figure IV.4: Plans de masse de la variante 3 préposée (L.E.M. 2007)

Zone militaire (A) :

Elle est constituée de :

Ouvrage de protection :

- Un prolongement de la jetée existante d'environ 120 ml de longueur, fondée entre -3 m et -6 m. La longueur totale de la jetée principale devient alors de 185 ml.

Ouvrages d'accostage :

- un quai de 90 ml situé sur la jetée principale, fondé à -3.50 m
- Un quai de 174 ml situé sur le môle A, séparant la zone A de la zone B.

Port de pêche et De plaisance (B) :

Constitué de :

- **Ouvrage de protection :**

C'est la même jetée principale qui abrite les deux zones (A et B)

- **Ouvrage d'accostage :**

Cette zone est constituée des plusieurs quais et appontements rattachés aux deux moles A et B :

- Un quai de 125 ml fondé à -3.50 m situé sur le môle A, communiquant aux trois appontements qui lui sont greffés.
- Un appontement flottant de 30 ml
- Un appontement flottant de 40 ml
- Un appontement flottant de 50 ml
- un quai de 97 ml, fondé à -3.50 m, accostable par les unités de la pêche.
- Un môle B, constitué de 90 ml linéaire de quai fondé à 3.50 m.

Trois quais de 25 ml, 40 et 30 ml séparés par deux appontements, fondé à -3.50 m.

- un appontement flottant de 50 ml
- Un appontement flottant de 60 ml
- Une cale de halage pour la mise à sec des embarcations

IV .4 Etude d'agitation :(LEM .2007)

Afin d'estimer la stabilité au sein des bassins portuaires, nous nous baserons dans cette partie sur l'étude du LEM (2007) pour savoir les conditions d'agitations du plan d'eau dans le port de Tamentfoust.

La houle la plus prédominante la moins réfractée et qui est susceptible de générer le plus d'agitation au niveau du port, est la houle biannuelle ayant caractéristiques suivantes : Direction 310°N, $T_p= 12$ s et $H_s= 6.05$ m (houle biannuelle).

Cette simulation a été réalisée par le LEM en utilisant le module MIKE21-BW afin d'avoir un critère de comparaison entre les variantes en termes d'agitation dans les bassins portuaires et les bassins d'accostage, vu le nombre d'embarcations que va accueillir le port de Tamentfoust.

IV.4.1 port actuel :

Le résultat de l'étude d'agitation du port actuel du LEM (2007) sont représentés dans la **(Figure 1 voir annexe4)** montre que le plan d'eau au niveau de port actuel de Tamentfoust présente une faible agitation $H_r \leq 0.40m$ mais l'agitation de plan d'eau est plus importante au niveau de passe d'entrée $0.40m \leq H_r \leq 0.80m$

IV.4.2 variante 1 :

Le résultat de l'étude d'agitation pour la variante 1 montre que le plan d'eau au niveau de la zone réservée aux activités de pêche et de plaisances présente une faible agitation d'où $H_r \leq 0.40m$ cette faible agitation est remarqué aussi au niveau de la plage Est voisine de port du Tamentfoust. Le bassin réservé aux autorités militaires montre une agitation importante $0.40m \leq H_r \leq 0.80m$ mais beaucoup plus importantes au niveau de la passe d'entrée de cette partie de port d'où H_r varie entre 1m à 1,6 m **(voir figure 2 annexe 4)**.

IV.4.3 variante 2 :

Des très faibles valeurs d'agitation d'où $H_r \leq 0,40m$ sont calculées au niveau du bassin aménagé et la passe d'entrée de cette partie ainsi qu'au niveau d'une partie de la plage à proximité au port. Le bassin réservé aux autorités militaires montre une agitation importante

0,40m \leq Hr \leq 0,80m, laquelle est beaucoup plus importantes au niveau de la passe d'entrée de cette partie de port d'où Hr varie entre 1m à 1,6m (**voir figure 3 annexe 4**).

IV.4.4 variante 3 :

L'étude de l'agitation pour la 3^{ème} variante montre que le degré d'agitation au niveau de bassin réservé pour de pêche et de plaisance et très acceptable d'où Hr \leq 0.20m qui varie entre 0.20m et 0.60m au niveau de la passe d'entrée et une partie de la plage voisine. Elle montre aussi une faible agitation au niveau de bassin militaire Hr \leq 0.40m. (**voir figure 4 annexe 4**).

Tableau N° 6 : valeurs de Hr au niveau des différents compartiments de port de Tamentfoust (LEM.2007).

Désignation		Variante N°1	Variante N°2	Variante N°3
Nouveau bassin projeté	Quais/ou appontements au niveau de la jetée principale	Hr < 0.20 m	Hr < 0.20 m	Hr < 0.20 m
	Quais	Hr < 0.40 m	Hr < 0.20 m	Hr < 0.20 m
	Appontements	Hr < 0.20 m	Hr < 0.40 m	Hr < 0.40 m
	Môles	Hr < 0.40 m	Hr < 0.20 m	Hr < 0.20 m
Ancien bassin militaire		0.40m < Hr < 0.60	0.40m < Hr < 0.60	Hr < 0.20 m
Au niveau de la passe d'entrée		Hr < 0.40 m	Hr < 0.40 m	Hr < 0.40 m

Le tableau ci-dessus montre que les conditions d'agitation au niveau du futur port de Tamentfoust sont en général acceptables.

En ce qui concerne les agitations résiduelles, celles-ci sont semblables au niveau des trois variantes, sauf au niveau de l'ancien bassin réservé pour les autorités militaires où l'agitation est plus importante pour les variantes 1 et 2; la variante 3 offre à ce niveau une bonne protection.

IV.5 Comparaison des variantes et recommandation :

La comparaison multi critères des variantes est basée sur un système de notation A, B et C qui est attribué respectivement au critère favorable, peu favorable et défavorable. Cette méthode permet de choisir la variante la plus avantageuse.

Les critères de comparaison sont :

- L'agitation au niveau des ouvrages d'accostage,
- Agitation dans le bassin.
- Agitation dans le bassin militaire.
- Coûts de construction,
- Capacité d'accueil,
- Prise en compte de la zone militaire

Tableau N°7 : comparaison des variantes

Variantes Critères	Variante N°1	Variante N°2	Variante N°3
Agitation au niveau des ouvrages d'accostage	B	B	B
Agitation dans le bassin	B	A	A
Agitation dans le bassin Militaire	C	C	A
Coût de construction	A	B	C
capacité d'accueil	C	B	A
prise en compte de la zonemilitaire	C	C	A
Total	1A+2B+3C	1A+3B+2C	4A+1B+1C

➤ **Agitation au niveau des ouvrages d'accostage :**

Les trois variantes présentent des conditions peu favorables au niveau des ouvrages d'accostage.

➤ **Agitation dans le bassin**

Les deux variantes 2 et 3 présentent des conditions d'agitation acceptables dans le bassin de port par rapport à la variante 1

➤ **Agitation au niveau de bassin militaire :**

Seule la variante 3 présente des conditions favorables de l'agitation dans ce bassin vu qu'elle prend compte dans l'aménagement de ce bassin militaire.

➤ **Coût de construction :**

Le coût de construction de la variante 3 est :

- 08% plus supérieure par rapport à celui de la variante 2.
- 59% plus supérieure par rapport à celui de la variante 1.

➤ **Capacité d'accueil :**

La variante 3 est la seule qui offre une grande capacité d'accueil des embarcations dans le port.

Conclusion :

Initialement, notre étude nous a permis d'avoir une idée sur les différents flux hydrosédimentaires qui pourraient atteindre notre zone d'étude. A ces résultats, nous avons rajouté ceux obtenus par le LEM (2007), lesquels ont permis de voir quelle est la meilleure variante la plus d'avantages en termes d'agitations internes. A ce sujet, la variante n°3 est la plus avantageuse par rapport aux autres variantes et ce bien que son coût de réalisation soit élevé. L'amélioration des conditions d'agitations offrirait au port de Tamentfoust une meilleure capacité d'accueil des embarcations.

Conclusion

Conclusion

L'objectif de ce travail étant une contribution à comprendre l'environnement physique, notamment l'hydrodynamisme et les mouvements des sables, au niveau de la zone portuaire de Tamentfoust et ce, en vue d'apporter quelques éléments de réponse pouvant aider, dans le futur, un meilleur aménagement de la zone portuaire de Tamentfoust.

Bien que qualitatifs en raison de l'absence de données de mesures, les résultats obtenus dans cette étude montrent que les vagues du secteur Ouest qui prédominent la zone d'étude seraient assez importante pour mobiliser les sédiments depuis le large vers la zone d'étude. Cette étude a également mis en exergue l'importance du frottement des vagues avec les fonds sédimentaires, qui pourraient être à l'origine de la mobilité des sables en direction du port de Tamentfoust.

En ce qui concerne le courant de la dérive littorale, lequel joue un grand rôle dans l'ensablement portuaire, notre étude montre que les vagues d'incidences obliques, atteignant l'environnement du port de Tamentfoust, pourraient mobiliser des quantités importantes de sables, lesquelles, dans des conditions spécifiques, pourraient transiter au voisinage de la digue principale du port de Tamentfoust.

Nos résultats, associés à ceux obtenus par le LEM (2007), nous ont permis de tirer quelques enseignements qui pourraient, en les complétant avec des mesures in situ, à proposer un éventuel rallongement de la digue principale et ce, en vue de minimiser l'effet des vagues du secteur Ouest qui peuvent atteindre la zone d'étude avec une énergie hydrodynamique et sédimentaire relativement importante. Cependant, nous rappellerons que ces résultats doivent être vérifiés par des mesures réelles des vagues, des courants et des mouvements des sédiments au niveau de la zone d'étude et ce, pour une meilleure connaissance des futurs aménagements qui pourraient concerner la zone portuaire de Tamentfoust.

Références bibliographiques

Berknou. N, Sallaye. M, 2012. Etude de protection du rivage du complexe culturel de Chenoua, *Mémoire d'ingéniorat, ENSSMAL, p57, 58.*

Jaffe, J.H. List et. Sallenger, A.H Jr. (1997). Massive sediment bypassing on the lower shoreface offshore of a wide tidal inlet—Cat Island Pass, Louisiana, *Mar. Geol.*136(1997), pp. 131–149.

Keen, T.R ; Glenn, S.M., et Slingerland, R.D. (1993). Coastal circulation and sedimentation during severe storms. Proceedings of the 3rd International Conference “Estuarine and 201 Cosatl Modeling III”, American Society OF Civil Engineering, Oak Brook, Illinois, p.279-293.

L.E.M 2007 : Etude d'impact sur l'environnement de la réalisation du port de Tamentfoust.

L.E.M 2007 : Rapport d'avant projet : Etude d'aménagement du port de Tamentfoust en port de plaisance.

Leclaire 1972 : La sédimentation Holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-Baléares.p72.

Li M.Z. & Amos C.L. (2001) SEDTRANS96: the upgraded and better calibrated sediment-transport model for continental shelves. *Computer & Geosciences*, 27, 619-645. doi:10.1016/S0098-3004(00)00120-5.

Millot. C, 1989. La circulation générale en Méditerranée occidentale. Aperçus de nos Connaissances et projet d'études. *Annales de géographie. n° 549, XCII, p498-515.*

Mouhoubi. N, Ouabel. K, 2012. Etude d'une solution de protection pour la plage centre de Sidi Ghiles (Cherchell). *Mémoire d'ingéniorat, ENSSMAL, p22.*

Rabhi. W, Rahal. F, 2011. Aménagement du port d' D'EL DJAMILA avantages et inconvénients des structures. *Mémoire d'ingéniorat, ENSSMAL, p66, 67.*

SSMO, 1970. Summary of Synoptic Meteorological Observations. *U.S Naval Weather Service Command. Mediterranean marine, Volume 2, Octobre 1970, p 632.*

Swift, D. J. P., G. Han et C. E. Vincent. (1986). Fluid process and sea floor response on amodern storm-dominated shelf: Middle Atlantic Shelf of North America. Part I. The storm current regime. in: Knight, R. J. and J. R. McClean, Eds. *Shelf Sands and Sandstone Reservoirs. Canadian Soc. Petroleum Geologists Mem. 1, p. 99-119.*

Swift, D. J. P., G. Han et C. E. Vincent. (1986). Fluid process and sea floor response on a modern storm dominated shelf: Middle Atlantic Shelf of North America. Part I. The storm

current regime. in: Knight, R. J. and J. R. McClean, Eds. Shelf Sands and Sandstone Reservoirs. Canadian Soc. Petroleum Geologists Mem. 1, p. 99-119.

Swift, D.J.P., Niedoroda, A.W., Vincent, C.E. et Hopkins, T.S. (1985). Barrier island evolution, middle Atlantic shelf, USA, part I: shoreface dynamics. *Marine Geology* 63: 331-361.

Wright, L.D., Boon, J.D., Kim, S.C. et List, J.H. (1991). Modes of cross-shore sediment transport on the shoreface of the Middle Atlantic Bight. *Marine Geology*, 96: 19-51.

Yalin, M.S. (1963). An expression for bedload transportation, *Journal of Hydraulics Division, Proceedings ASCE* 89 (1963) (HY3), p. 221–250.

Annexes

Annexe 1

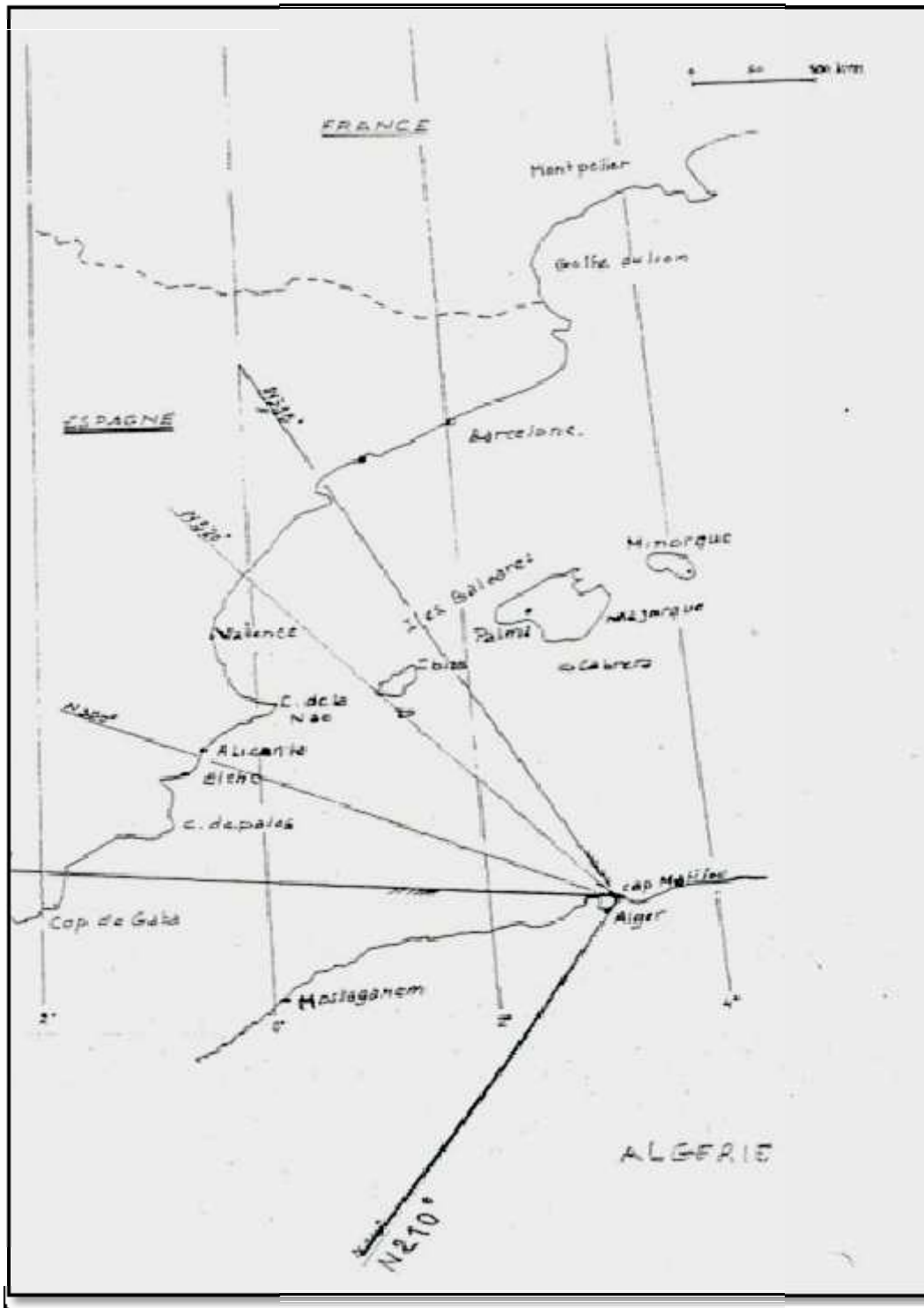


Figure N°1: Secteur d'ouverture du port de Tamenfoust au large N 275 0 - 335°
Sur la baie d'Alger N 210° - 275°

Annexe 2

Tableau N°1 : résultats de la vitesse orbitale, critique et la longueur d'onde pour de la houle direction 270°N période 10s.

N° Station	Hs (m)	Direction (°)	Période (s)	Profondeur (m)	Dn50 (m)	Pente (%)	Vitesse orbitale (cm/s)	Vitesse critique (cm/s)	longueur d'onde (m)
A	5,5	270	10	20	0,00025	1,6	140,2	1,37	121,24
B	4,5	270	10	16	0,00025	1,6	137,8	1,37	111,78
C	4	270	10	12	0,00025	1,6	158,6	1,37	108,33
D	3,5	260	10	7	0,00025	1,6	187,6	1,37	78,96
E	3	250	10	5	0,00025	1,6	195,9	1,37	67,68

Tableau N°2 : résultats de la vitesse orbitale, critique et la longueur d'onde pour de la houle direction 350°N période 10s.

N° Station	Hs (m)	Direction (°)	Période (s)	Profondeur (m)	Dn50	Pente (%)	Vitesse orbitale (cms)	Vitesse critique (cm/s)	longueur d'onde (m)
A	5,5	350	10	20	0,00025	1,6	140,2	1,37	121,24
B	4	310	10	16	0,00025	1,6	122,5	1,37	111,78
C	3,5	300	10	15	0,00025	1,6	112,7	1,37	109,05
D	3	290	10	12	0,00025	1,6	111,5	1,37	99,73
E	2,5	280	10	10	0,00025	1,6	107	1,37	92,37
F	2	270	10	7	0,00025	1,6	107,2	1,37	78,96
G	1,5	270	10	5	0,00025	1,6	98	1,37	67,68

Tableau N° 3: résultats de la vitesse orbitale, critique et la longueur d'onde pour de la houle direction 310°N période 10s.

N° Station	Hs (m)	Direction (°)	Période (s)	Profondeur (m)	Dn50	Pente (%)	Vitesse orbitale (cms)	Vitesse critique (cm/s)	longueur d'onde (m)
A	3,5	310	10	20	0,00025	1,6	89,2	1,37	121,24
B	4,5	310	10	16	0,00025	1,6	137,8	1,37	111,78
C	5,5	280	10	15	0,00025	1,6	177	1,37	109,05
D	4	270	10	12	0,00025	1,6	151,4	1,37	99,73
E	3	270	10	10	0,00025	1,6	128,4	1,37	92,37
F	2,5	270	10	7	0,00025	1,6	134	1,37	78,96
G	2	270	10	5	0,00025	1,6	130,6	1,37	67,68

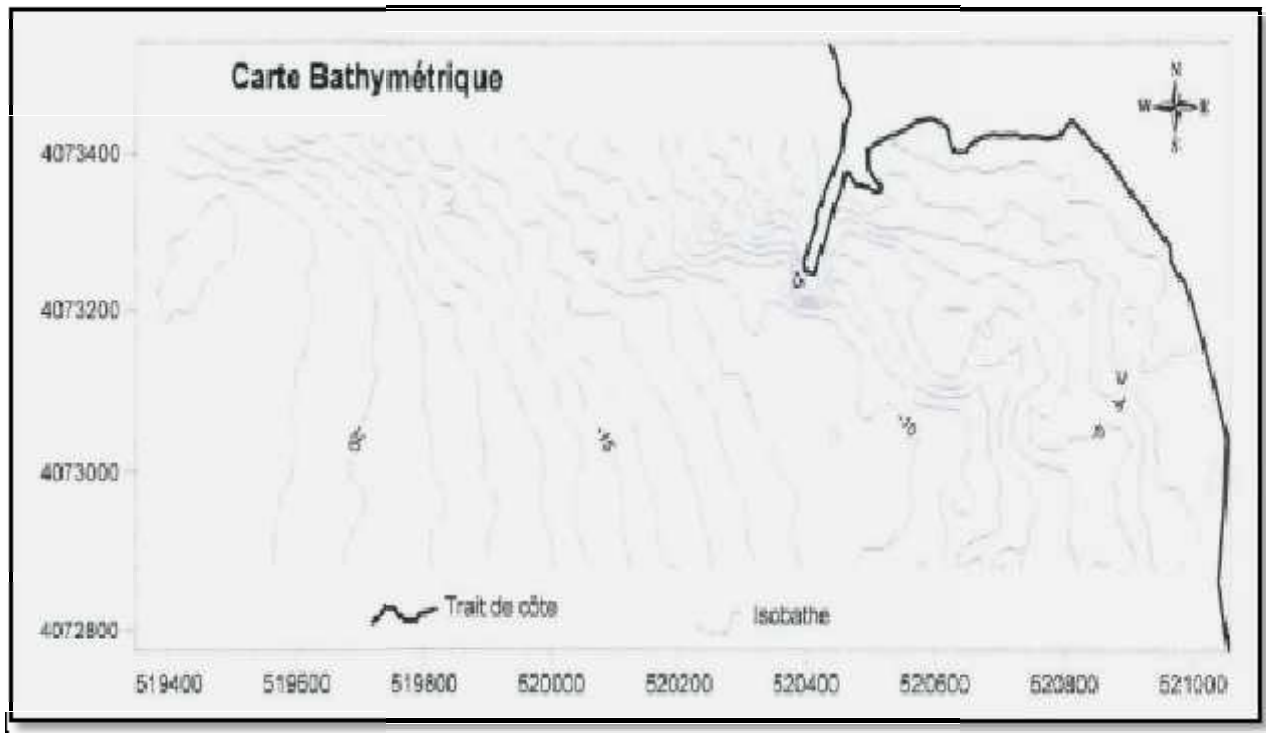


Figure N°1 : Carte bathymétrique de zone d'étude (L.E.M.2007).

Annexe 3

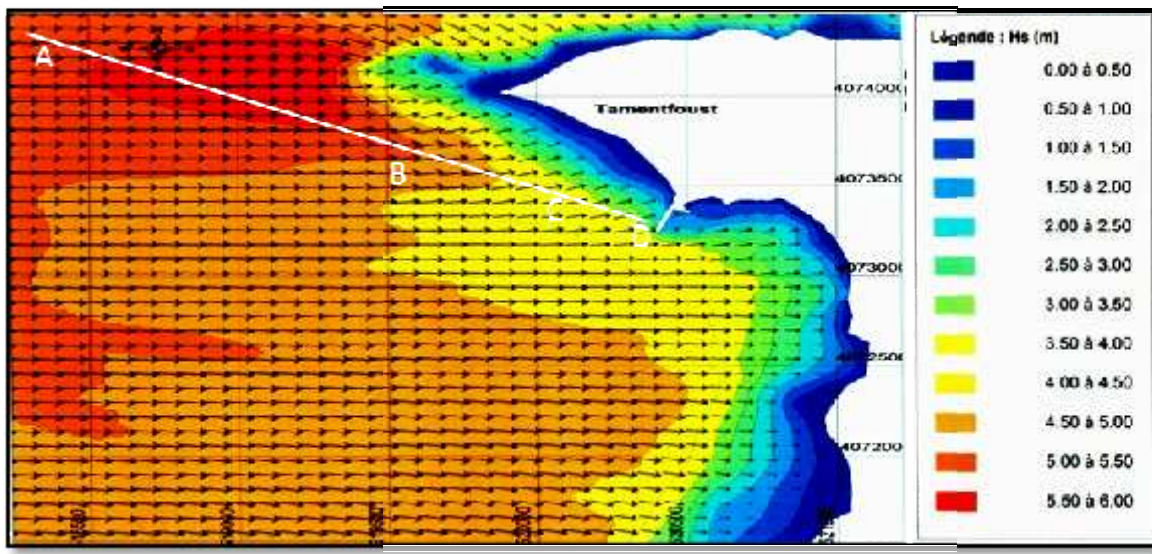


Figure N°1 : Epure de réfraction de la houle Direction 270°N-Période 10s - Hs: 5,54m (L.E.M.2007)

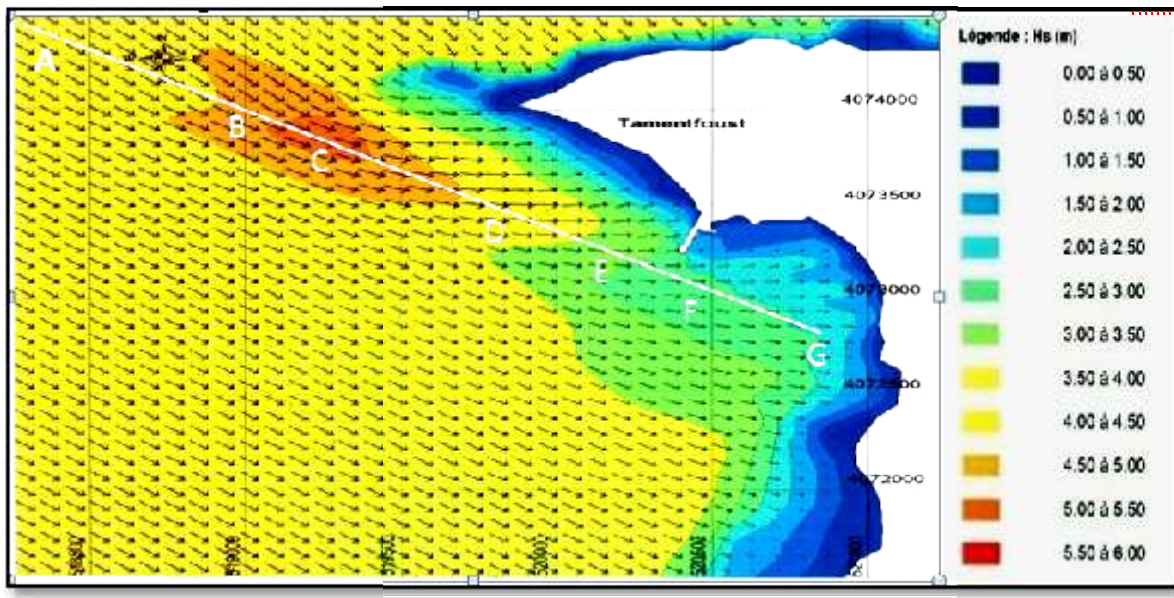


Figure N°3: Epure de réfraction de la houle Direction 310°N-Période 10s - Hs: 4,53m (L.E.M.2007)

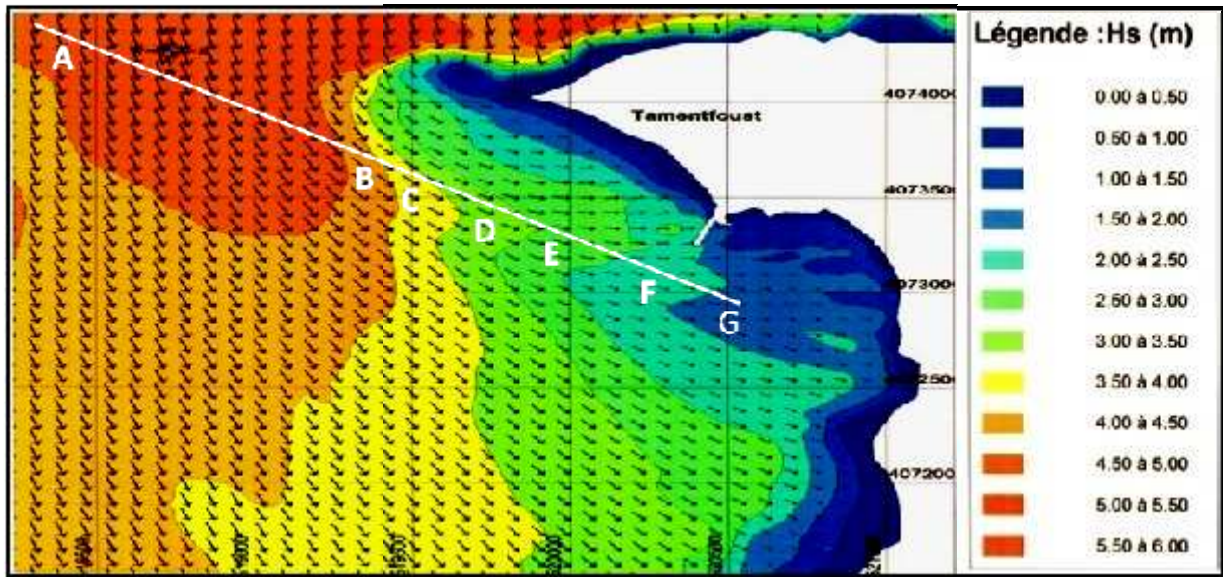


Figure N°2 : Epure de réfraction de la houle Direction 350°N-Période 10s - Hs: 4,92m
(L.E.M.2007)

Annexe 4

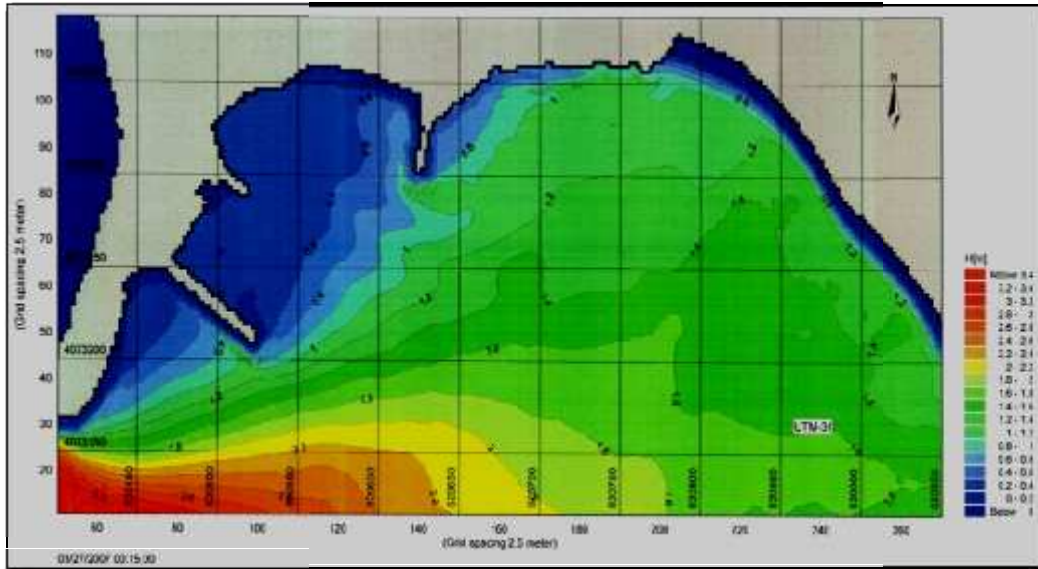


Figure 1 : Etat de l'agitation de port actuel pour le 270°N $T=12\text{S}$ $H=3,6\text{m}$
(L.E.M .2007)

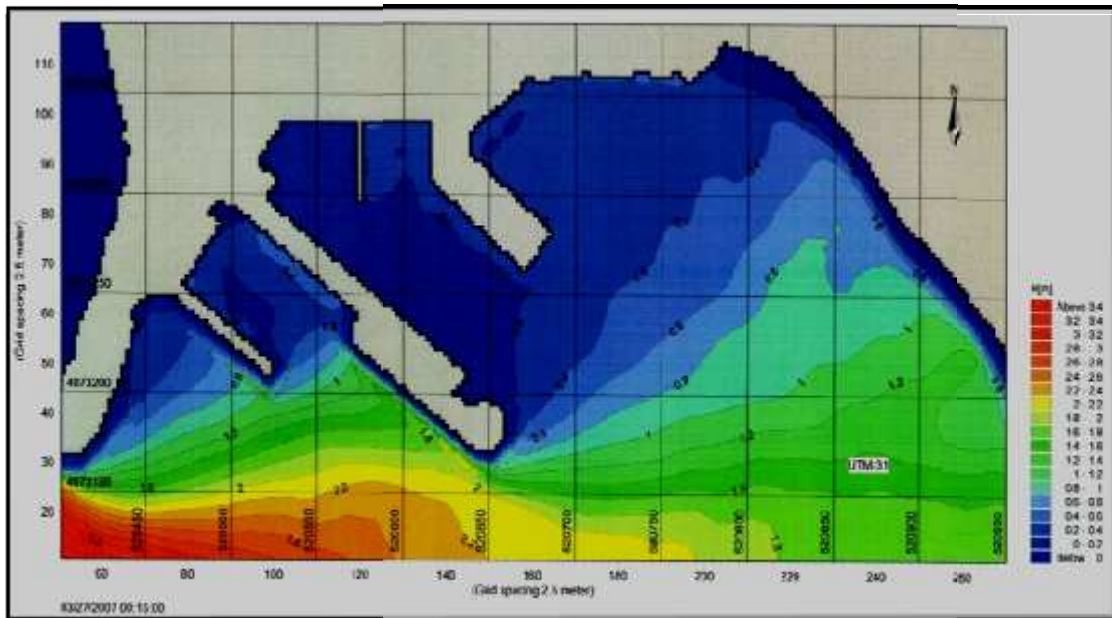


Figure 2 : Etat de l'agitation (le 270°N $T=12\text{S}$ $H=3,6\text{m}$) pour la variante 1
(L.E.M .2007)

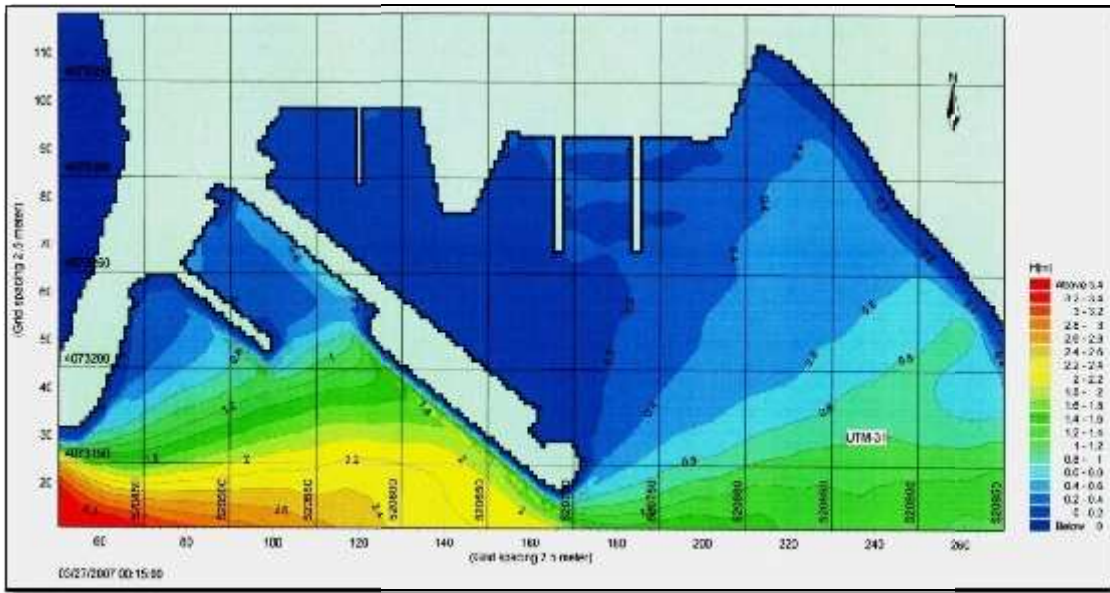


Figure 3 : Etat de l'agitation (le 270°N T= 12S H=3,6m) pour la variante 2
(L.E.M .2007)

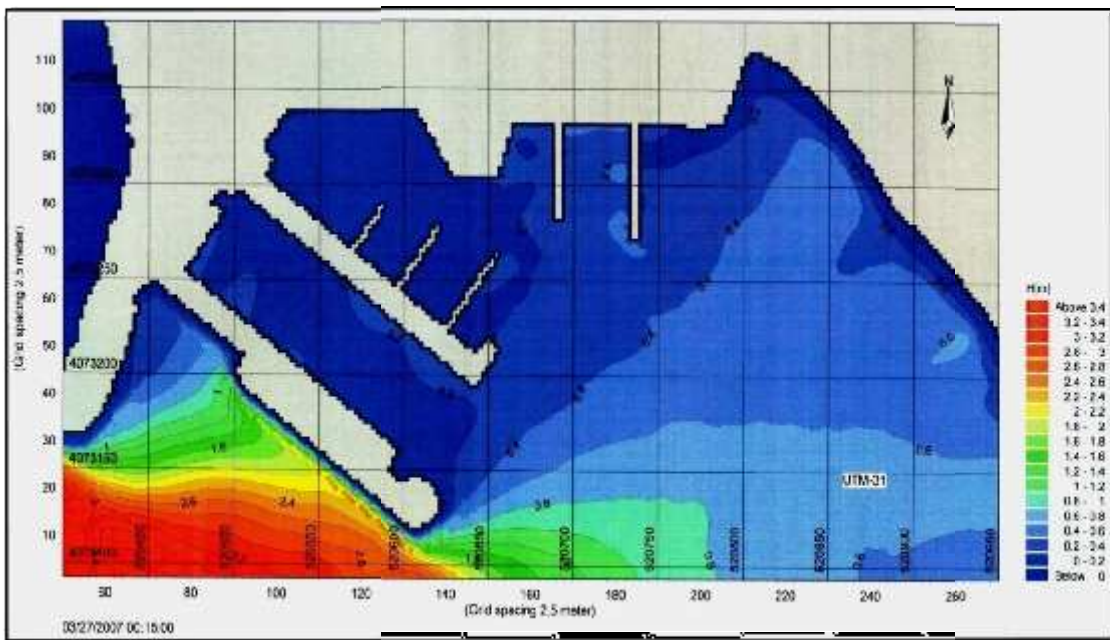


Figure 4 : Etat de l'agitation (le 270°N T= 12S H=3,6m) pour la variante 3
(L.E.M .2007)