

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل  
École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de L'Aménagement du littoral



**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME  
D'INGENIEUR D'ETAT EN SCIENCES DE LA MER**

**Spécialité : AMÉNAGEMENT DU LITTORAL**

**Thème :**

**Étude prospective de l'impact des Aménagements de la  
plage des Sablettes**

**Présenté par :**

- Mlle GHEMARI Fatma Amira.
- Mlle LECHEHEB Hassiba.

<b>M<sup>me</sup> MEHDID S.</b>	Maîtresse Assistante A (ENSSMAL)	<b>Présidente</b>
<b>M<sup>r</sup> GUERFI M.</b>	Maître de Conférences A (ENSSMAL)	<b>Promoteur</b>
<b>M<sup>r</sup> MEZOUAR K.</b>	Maître de Conférences A (ENSSMAL)	<b>Examinateur</b>
<b>M<sup>r</sup> HEMDANE Y.</b>	Maître de Conférences B (USTHB)	<b>Examinateur</b>

**Promotion : 2015/2016**

# **REMERCIEMENTS**

## Remerciements

*Ce travail de mémoire, je ne l'ai pas fait seul ;*

*Tout d'abord, nous remercions ALLAH le tout puissant pour nous avoir donné la santé, le courage et la volonté, pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer nos reconnaissances à tous les membres de jury :*

*Nous tenons remercier M<sup>r</sup> **GUERFI. M** d'avoir accepté de diriger et de suivre constamment la progression de ce travail par ses suggestions, sa disponibilité et son aide.*

*Nous tenons à remercier M<sup>me</sup> **AINOUZ** et M<sup>r</sup> **BATHA.R** pour avoir co-encadré ce travail et qui a nous aidée dans tout au long de ce travail*

*Nous tenons à remercier M<sup>me</sup> **.MAHDID.S** d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance.*

*Nous tenons à remercier M<sup>r</sup> **MEZOUAR.K** d'avoir pris le temps d'examiner ce travail.*

*Nous tenons à remercier M<sup>r</sup> **HEMDAN.Y** d'avoir pris le temps d'examiner ce travail.*

*Nous tenons à remercier*

*Nous tenons aussi à remercier nos parents qui nous ont donnés la force de surmonter tous nos parcours pendant ces années d'études.*

*Enfin nos vifs remerciements, à toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire de fin d'études.*

**DEDICACES**

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A ma mère et mon père et A mes frères Mohamed Amine, Ali et*

*Youcef, A mes sœurs Khadidja et Meriem*

*Et à tous mes amis (es) : Soumia, Imene, Hana, Ferdaous,*

*Habiba, Mounira, Nerimene Faiza Asma Fatima...*

*& à la fin : À vous cher lecteur d'avoir consacré votre temps à lire*

*ce travail.*

*Fatma Amira*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mon mari Zahra Yahia, mes parents, mon petit frère Ali, et toute*

*Ma famille :*

*Oncle Hafide, oncle Razki, oncle Makhlouf.....*

*Mes amies : Makarim, Amira, Samira....*

*& à la fin :*

*À vous cher lecteur d'avoir consacré votre temps à lire ce travail.*

*Lecheheb Hassiba*

**LISTE DES FIGURES ET  
TABLEAUX**

## Liste des figures :

<b>Figure n°I.01</b> : localisation de la zone d'étude	18
<b>Figure n°I.02</b> : la carte géologique de la Baie d'Alger et de sa région	19
<b>Figure n°I.03</b> : MNT de la Baie d'Alger	20
<b>Figure n°I.04</b> : les roses des vents annuelles dans la Baie d'Alger	23
<b>Figure n°I.05</b> : les roses des vagues au large de la côte algérienne –Hiver-	24
<b>Figure n°I.06</b> : les roses des vagues au large de la côte algérienne –été-	24
<b>Figure n°II.01</b> : Echosondeur	27
<b>Figure n°II.02</b> : Radio modem	27
<b>Figure n°II.03</b> : carte de positionnement des points de prélèvement	29
<b>Figure n°II.04</b> : introduction des données bathymétriques dans Surfer	36
<b>Figure n°II.05</b> : itération et conception du fichier	37
<b>Figure n°III.01</b> : levé bathymétrique de la plage des Sablettes	40
<b>Figure n°III.02</b> : carte topo bathymétrique de la plage des Sablettes en 3 dimensions	41
<b>Figure n°III.03</b> : carte bathymétrique de la plage des Sablettes (positionnement des profils bathymétrique)	41
<b>Figure n°III.04</b> : profils sous-marine de la plage des Sablettes	42
<b>Figure n°III.05</b> : couverture sédimentaire de la plage des Sablettes	43
<b>Figure n°III.06</b> : carte de la répartition des pélites	44
<b>Figure n°III.07</b> : histogramme unimodale	45
<b>Figure n°III.08</b> : courbe unimodale	45
<b>Figure n°III.09</b> : histogramme bimodale	46
<b>Figure n°III.10</b> : courbe bimodale	46
<b>Figure n°III.11</b> : histogramme plurimodale	46
<b>Figure n°III.12</b> : courbe plurimodale	46
<b>Figure n°III.13</b> : carte de répartition du décile inférieur (D10)	47
<b>Figure n°III.14</b> : carte de répartition du quartile inférieur (D25)	48
<b>Figure n°III.15</b> : carte de répartition de la médiane (Q50)	49
<b>Figure n°III.16</b> : carte de répartition du quartile supérieur (Q75)	50
<b>Figure n°III.17</b> : carte de répartition du décile supérieur (D90)	51
<b>Figure n°III.18</b> : Relation entre l'indice de classement $S_o$ et la médiane	51
<b>Figure n°III.19</b> : Relation entre l'indice de classement $SK$ et la médiane	52
<b>Figure n°III.20</b> : fréquence d'apparition des modes	52
<b>Figure n°III.21</b> : La modélisation du transport sédimentaire par le Modèle GSTA	53
<b>Figure n°III.22</b> : propagation des houles du Nord ( $360^\circ$ ) vers la côte	55
<b>Figure n°III.23</b> : Estimation des houles significative Nord ( $360^\circ$ )	55
<b>Figure n°III.24</b> : propagation des houles du Nord-Est ( $45^\circ$ ) vers la côte	56
<b>Figure n°III.25</b> : Estimation des houles significative Nord-Est ( $45^\circ$ )	57
<b>Figure n°III.26</b> : propagation des houles du Nord-Ouest ( $315^\circ$ ) vers la côte	58
<b>Figure n°III.27</b> : Estimation des houles significative Nord-Ouest ( $315^\circ$ )	59
<b>Figure n°III.28</b> : carte de l'évolution du trait de côte de la partie Est des Sablettes Google Earth (2001-2016)	60
<b>Figure n°III.29</b> : carte de l'évolution du trait de côte de la partie Ouest des Sablettes Google Earth (2001-2016)	61
<b>Figure n°III.30</b> : Diagramme de l'évolution annuelle de la ligne de côte de site Sablettes	62
<b>Figure n°III.31</b> : carte de l'évolution du trait de côte des Sablettes	63
<b>Figure n°III.32</b> : Diagramme des distances de recul par rapport à chaque transect	64

## LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

<b>Figure n°IV.01:</b> Risque de submersion en baie d'Alger	68
<b>Figure n°IV.02 :</b> l'aménagement de la grande promenade de la baie d'Alger	70
<b>Figure n°IV.03:</b> Plan de masse de projet Sablettes	72
<b>Figure n°IV.04 :</b> le plan de masse de l'épi en L	74
<b>Figure n°IV.05 :</b> le plan de masse de la jetée Ouest	76

### Liste des tableaux :

<b>Tableau n°I.01 :</b> Répartition annuelle des fréquences d'apparition par direction des vents	22
<b>Tableau n°I.02 :</b> La hauteur des vagues en fonction des directions et leurs périodes de retour	24
<b>Tableau n°III.01 :</b> Hauteur et coefficient de réfraction à la profondeur -10m	54
<b>Tableau n°III.02 :</b> bilan des taux de surface d'érosion et d'accumulation du trait de côte Sablettes entre 2001 et 2016	61
<b>Tableau n°III.03 :</b> Distance de recule du trait de côte entre 2001 et 2013 en fonction des transects.	64
<b>Tableau n°IV.01 :</b> linéaire de littorale de la wilaya d'Alger concerné par classe de risques (en %)	68
<b>Tableau n°IV.02 :</b> linéaire de littorale à l'horizon 2030 de la wilaya d'Alger concerné par classe de risque	68

## **LISTE DES ACRONYMES**

## Liste des Acronymes

**ASR:** Artificial Surf Reef

**A.P.P.L:** Agence nationale de Protection et de Promotion de Littoral

**ANRH:** Agence Nationale des Ressources Hydraulique

**Arte charpentier :** Agence française international spécialisé en architecture, architecture intérieur, urbanisme et paysage

**BRGM :** Bureau de Recherche Géologique et Minière

**CTH :** organisme national de Contrôle Technique de la construction Hydraulique

**Dcr :** Distance critique

**Dir :** Direction

**GSTA:** Grain Size Trend Analysis

**Hs:** Hauteur significative

**Kr:** Coefficient de réfraction

**LCHF :** Laboratoire Central de l'Hydraulique de France

**LEM :** Laboratoire des Études Maritimes

**m:** Mètre

**ONM :** Office National de Météorologie

**S.P.M:** Shore Protection Manual

**SSMO:** Summary of Synoptic Meteorological Observation

**SWAN:** Simulating WAVes Nearshore

**UTM:** Universal Time Mercator

# **TABLE DES MATIERES**

## Table des matières

<b>Remerciement</b> .....	<b>I</b>
<b>Dédicace</b> .....	<b>II</b>
<b>Liste des tableaux</b> .....	<b>III</b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b>IV</b>
<b>Liste des acronymes</b> .....	<b>V</b>

Introduction générale .....	16
-----------------------------	----

### **Chapitre I : Présentation de la zone d'étude**

1. Situation géographique.....	18
2. Contexte géologique .....	19
3. Réseau hydrographique.....	20
4. Les vents.....	21
5. Données hydrodynamique:.....	23
5.1.1. Les houles.....	23
5.1.2. Les courants liés à la houle.....	25
5.1.3. Les marées.....	25

### **Chapitre II : Matériels et Méthodes**

1. Mode du levé topographique.....	27
2. Mode de levé bathymétrique.....	27
3. Sondage à la lance.....	28
4. Etude sédimentologie.....	28
4.1.Prélèvements d'échantillons.....	28
4.2.Méthode d'Analyse au laboratoire.....	29
4.3.Les fractions grossières.....	31
4.4.Les fractions fines.....	32
5. Modélisation de transport sédimentaire.....	32
5.1.Principe du Modèle.....	32
6. Application du Modèle SWAN.....	34
6.1. Description du Modèle .....	34
6.2.Choix de la Direction.....	35
6.3.Etapes de la Modélisation.....	35
7. Evolution du trait de côte .....	38
7.1.Manipulation.....	38

## Table des matières

### Chapitre III : Résultats et discussions

1. Contexte bathymétrique .....	40
1.1.La carte bathymétrique .....	40
1.2. Les profils transversaux.....	41
2. Couverture Sédimentaire .....	43
3. Analyse Sédimentologie.....	44
3.1.Analyse de la fraction fine .....	44
3.2.Analyse de la fraction grossière.....	45
3.3.L'indice granulométrique .....	51
3.3.1. Indice de classement.....	51
3.3.2. Coefficient d'Asymétrie.....	52
3.4.Analyse modale.....	52
3.4.1. Le mode Granulométrique.....	52
4. Interprétation de résultats de GSTA .....	53
5. Interprétation de l'application du Modèle SWAN.....	54
5.1.Action des houles de direction (N360°).....	54
5.2.Action des houles de direction (N 45°).....	56
5.3.Action des houles de direction (N 315°).....	58
6. Analyse des variations historiques de la ligne de côte des Sablettes.....	60

### Chapitre IV : Risque et vulnérabilité, Aménagements adoptés et prospection

1. Les risques et la vulnérabilité de site des Sablettes.....	67
1.1.Risque d'érosion et de submersion.....	67
1.2.les séismes et des tsunamis .....	69
1.3.Les glissements des terrains.....	69
1.4.Les inondations .....	69
2. Projet d'aménagement de la promenade des Sablettes .....	70
2.1.Les ouvrages d'aménagements.....	73
2.1.1. L'épi en L coté Est.....	73
2.1.2. La jetée Ouest.....	75
2.2.Les aménagements de protection.....	77
2.2.1. Les ouvrages de haute plage.....	77
2.2.2. Rechargement artificiel.....	77
2.2.2.1.Principe de rechargement.....	78
2.2.2.2.Les étapes de rechargement.....	78
2.2.2.3.Les paramètres de rechargements.....	79
3. Approche prospective.....	80
3.1.Aspect environnemental.....	80
3.2.Aspect morphodynamique.....	81
Conclusion générale .....	83

# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

### Introduction générale :

« S'appuyant sur les travaux de la Commission sur l'Environnement Côtier de l'Union Géographique Internationale, **BIRD (1985)** avait estimé que le processus de recul du trait de côte avait affecté à l'époque plus de **70 %** des plages de la planète. Plus récemment, **BEER(1997)** a souligné aussi que l'évolution des littoraux sableux est dominée généralement par une tendance régressive » (**FAYE, 2010**). Les études menées ces dernières années dans les différentes régions du monde montrent que la régression des côtes sableuses est un phénomène planétaire (**AOUDJ, 2014**).

En Algérie 80% des plages reculent, à différentes vitesses. Depuis quelques années la situation devient inquiétante sur les plages sableuses. Avec l'élévation actuelle et future du niveau de la mer, ces problèmes d'érosion devraient s'aggraver surtout sur les côtes sableuses déjà en recul. Alger est une des villes métropoles de la méditerranée, avec une forte population et grandes infrastructures, elle comporte une zone littoral très mobile et évolutive en liens directes avec les phénomènes marins comme les tempêtes, et l'élévation du niveau de la mer **Belabbas, k. (2015)**.

Notre zone d'étude "les Sablettes" située dans la commune de Hussein dey ouverte sur la baie d'Alger avec 4 km de linéaire, fait partie de cette zones sensibles exposées à l'action marine.

Le projet d'aménagement de grande promenade de la baie d'Alger et particulièrement celle des Sablettes vise de point de vue fonctionnelle à protéger les différents infrastructures implanté sur le littoral contre les risque d'érosion et de submersion, d'autre part dans le concept d'aménagement vise à créer un vaste espace public gagné sur la mer.

L'objectif de notre étude, intitulée « *Etude prospective de l'impact des aménagements de la plage des Sablettes* ». Le travail présent consiste à faire un diagnostic sur notre zone, en évaluant les paramètres physiques et hydrodynamiques, ainsi l'évolution historique du trait de côte. Ce mémoire d'ingénieur est organisé en quatre parties :

- La première partie est consacrée à la présentation générale de la zone d'étude.
- La deuxième partie, consacrée à présenter les outils et les méthodes utilisées pour récolter les données.
- La troisième partie, consacrée à utiliser les données récolter dans le deuxième chapitre pour pouvoir effectuer notre étude.
- Le quatrième chapitre, consacrée à présenter les deux concepts d'aménagements et de protection de site; et développé une vue prospective de l'évolution du milieu au futur.



## **Chapitre I:**

# **PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE**

Ce chapitre représente le contexte générale de notre zone d'étude les "Sablettes" voir La situation géographique, la géologie, L'hydrographie et en concluant par les données hydrodynamiques.

### 1. La situation Géographique :

La baie d'Alger est située à la partie nord au centre de la côte algérienne. Elle s'inscrit en ceux dans la plaine de la Mitidja avec une forme semi-circulaire. Elle est délimitée à l'Est par le Cap Matifou (Bordj El Bahri), à l'Ouest par la Pointe Pescade (Rais Hamidou).

Le site « Les Sablettes » est située dans la baie d'Alger, il est comprise entre les parallèles  $36^{\circ}44'50''$  et  $36^{\circ}45'10''$  de latitude Nord et  $3^{\circ}04'40''$  et  $3^{\circ}05'20''$  de longitude Est (**Figure n° I.01**). Le site d'étude s'étant sur une longueur de 4 Km limité par :

- ✓ Le port d'Alger à l'Ouest.
- ✓ Oued El Harrach à l'Est
- ✓ La mer Méditerranéen au Nord.
- ✓ La commune de Hossein Dey au Sud.

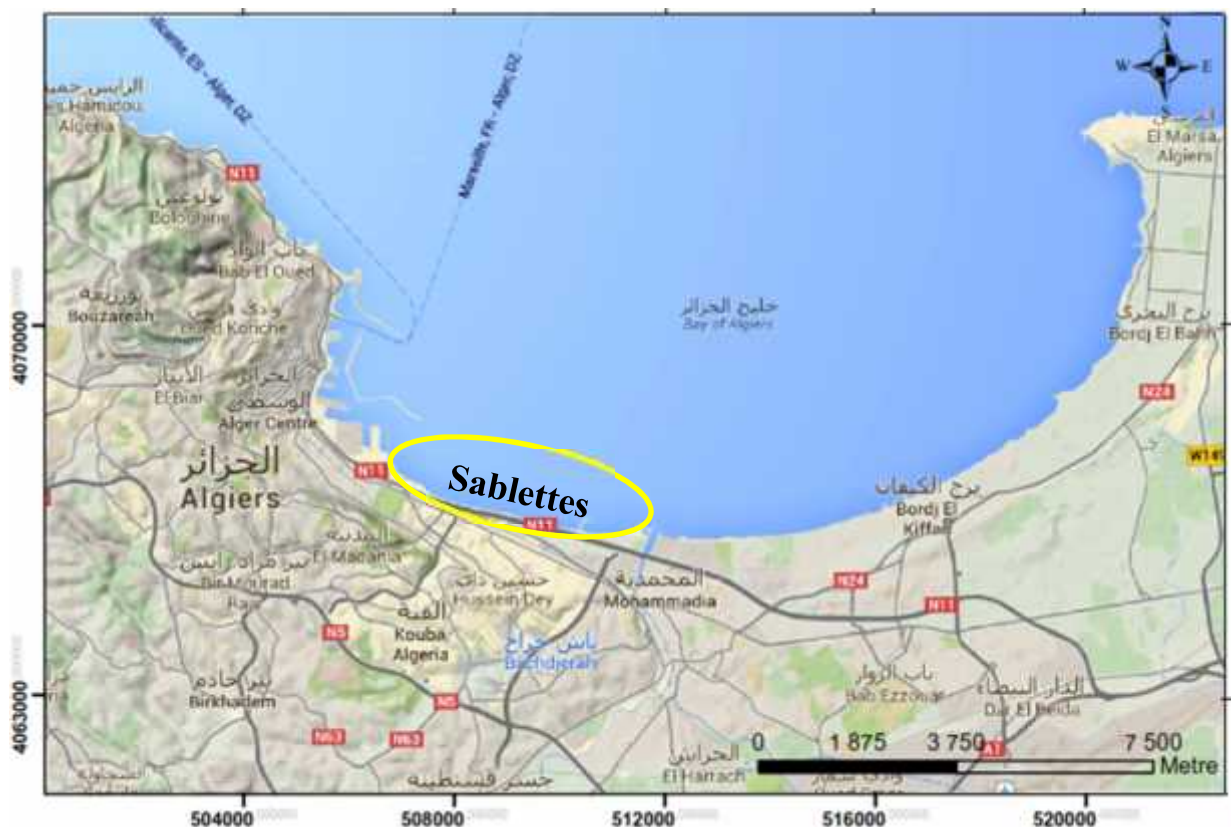


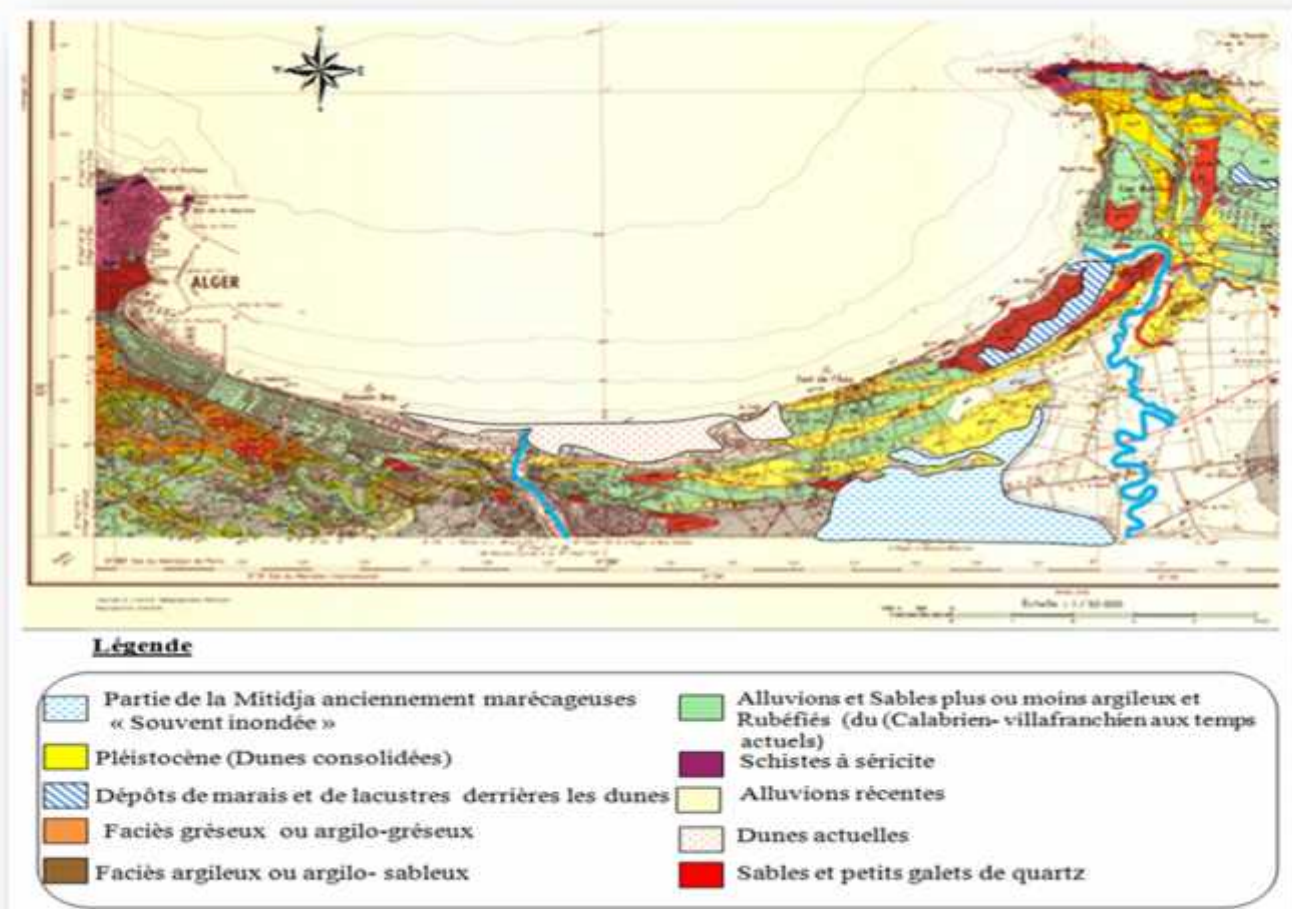
Figure n° I.01 : Localisation de la zone d'étude.

### 2. Contexte Géologique :

Du point de vue géologique, le secteur d'étude constitue l'extrémité orientale de la plaine de la Mitidja qui est une zone de subsidence continue. Cette dernière a donné naissance à une sédimentation active dont les éléments qui proviennent des reliefs de l'Atlas blidéen.

A la fin du pliocène et au quaternaire, deux réservoirs aquifères se sont individualisés. Il s'agit de l'Astien formé par des calcaires et des grès d'origine continentale. Le quaternaire alluvial constitué essentiellement de galets et de graviers.

Ces deux réservoirs sont séparés dans toute la plaine par des marnes jaunes semi-perméables de la formation d'El Harrach (Villafranchien) sauf au niveau de la poche de Rouiba où les deux aquifères sont en contact. Ces deux aquifères reposent sur un substratum imperméable, généralement constitué par les marnes grises et bleues du Plaisancien.



**Figure n°I.02:** Carte géologique de la baie d'Alger « Source : Carte géologique Alger (M. Bouillon, 1962) » in LEM(2014).

### 3. Réseau Hydrographique :

Les principaux cours d'eau de la baie d'Alger sont : Oued El Harrach et Oued El Hamiz (Figures n° I.03).

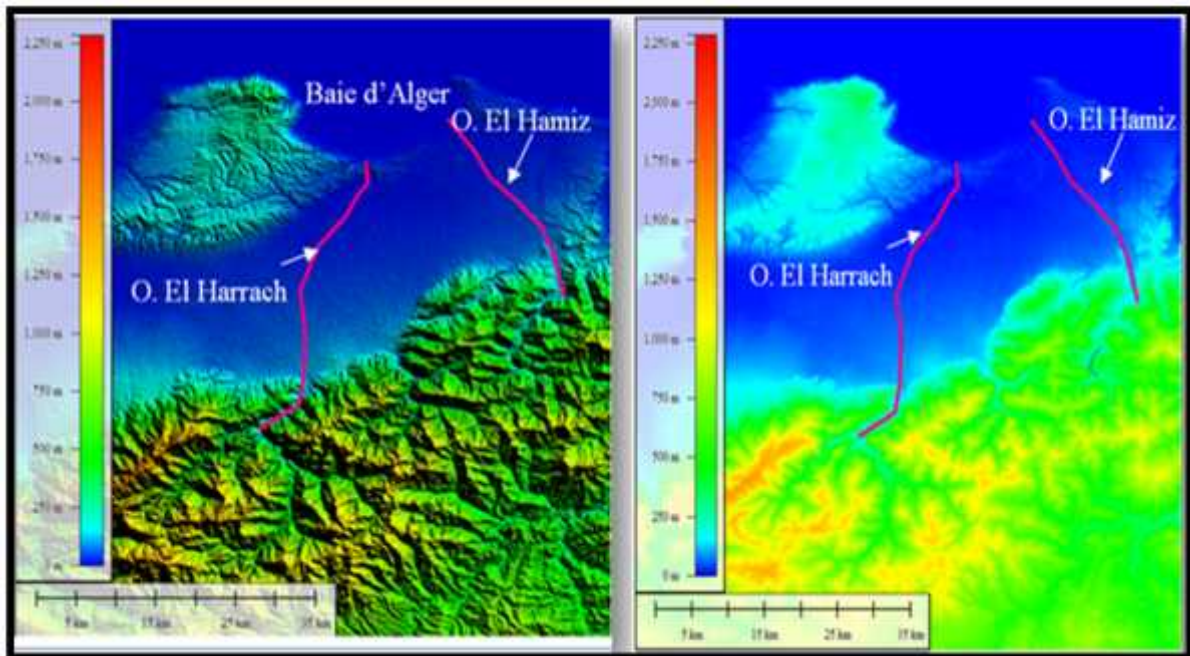


Figure n° I.03 : MNT de la baie d'Alger (LEM, 2014).

Les Oueds El Harrach et El Hamiz drainent respectivement les parties centrales et orientales de la Mitidja avant de se jeter dans la mer. Ces deux Oueds ainsi que leurs affluents sont des torrents à débit irréguliers. Dans leurs cours inférieurs, ils présentent une direction générale du Sud vers Nord.

Notre centre d'intérêt est oued El Harrach par ce que il présente la principale source des sédiments qui alimentent notre plage, la zone de l'oued El Harrach est constituée des marnes sur une partie de la rive gauche du cours d'eau et sur la rive droite se sont des alluvions et sables, son débit moyen peut passer de zéro en période sèche à  $3000\text{m}^3/\text{s}$  en temps de crue, avec un apport solide de  $107114\text{ m}^3/\text{an}$  et liquide de  $53\text{ Hm}^3$  Il s'alimente des eaux de pluie, des apports de ses confluents, des eaux usées urbaines et industrielles, des ruissellements et de l'eau de mer refoulée.

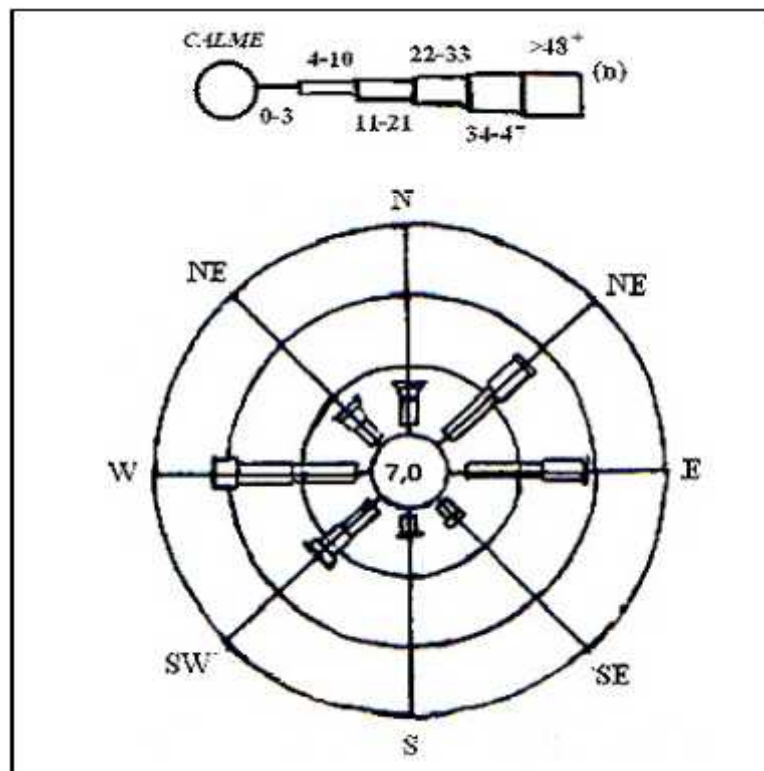
### 4. Les vents :

Les vents jouent un rôle important dans la dynamique des eaux marines superficielles.

#### a) Données de l'US. Naval Weather Service (1963-1970)

Les études faites par l'United States Naval Weather Service (USNWS) au large d'Alger sur la Période de 1963 à 1970 ont montré l'existence de quatre directions de dominance annuelle : W, E, NE, SW.

Les vents de direction W, NE et E sont les plus fréquents (25%, 16,9%, 14,6%), tandis que Les vents des autres secteurs ont des fréquences d'apparition inférieure à 10,50%. Les périodes de calme représentent 7% (**Figure n° I.04**).



**Figure n° I.04** : Rose des vents annuels dans la baie d'Alger (source: US. Naval Weather Service, 1963 -1970).

La rose annuelle des vents montre que les vents de secteur Ouest sont appréciables par leur force et par leur fréquence.

### b) Données de l'Office National de Météorologie (1975-1984)

La rose récapitulative sur dix (10) ans (1975-1984) des vents enregistrés au niveau de la station de Dar El-Beida donne quatre (04) directions prédominantes.

- ✓ Nord (N360°)
- ✓ Nord-Est (N45°)
- ✓ Sud-Ouest (N225°)
- ✓ Ouest (N270°)

#### En période estivale :

Les vents de direction N360° (fréquence=12%) et N 45° (fréquence=10%) sont dominants en période estivale s'étalant de Mai à Septembre. Les vents de direction N 360° montrent une répartition constante durant toutes l'année.

#### En période Hivernale :

Le vent de direction 225° (fréquence=14.5) et N 270° (fréquence=11.5°) sont dominants en période hivernale qui s'étale d'octobre à Avril.

**Tableau n° I.01:** Répartition annelle des fréquences d'apparition par direction des vents (en %) (O.N.M ,1975-1984).

Période	N225°	N360°	N45°	N270°
Janvier	24.6	6.0	4.2	24.6
Février	21.6	8.0	6.0	21.6
Mars	14.4	12.0	6.0	14.4
Avril	12.0	14.4	11.4	11.4
Mai	9.0	15.0	12.0	10.2
Juin	6.6	18.0	18.0	7.2
Juillet	5.4	18.4	22.2	5.4
Aout	8.4	15.0	20.4	8.4
Septembre	8.4	12.6	16.2	8.4
Octobre	15.6	9.6	8.4	16.2
Novembre	21.6	10.2	4.2	22.2
Décembre	21.0	3.6	3.0	21.0

Pour les quatre (04) directions de vent considérées, les classes des vitesses de vents allant de 1 à 5 m/s et de 6 à 10 m/s totalisent un taux d'apparition important (>46%). La classe de

vent allant de 11 à 15 m/s présente une fréquence d'apparition très faible (0.6%) pour la direction N270°.

Les vitesses des vents supérieurs à 16 m/s sont soit inexistantes ou présentant des fréquences insignifiantes. Localement, la baie d'Alger est soumise à la fréquence des vents de secteur Ouest et Nord-Ouest. Ces derniers sont appréciables d'une part, par leur intensité et, d'autre part, par leur fréquence d'apparition. Contrairement aux vents du secteur Est et Nord-Est qui sont caractérisés par leur fréquence d'apparition et on par leur force. Par contre, les vents du rôle sur l'hydrodynamisme côtier (LEM ,1996) in LEM, (2013).

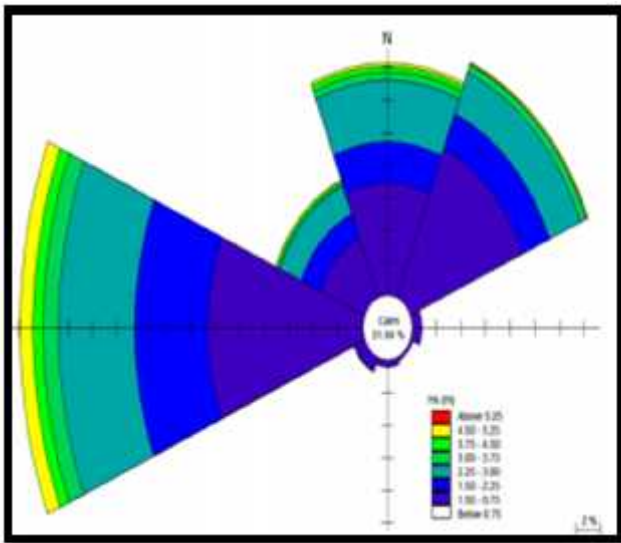
### 5. Données hydrodynamique:

#### 5.1. Les houles :

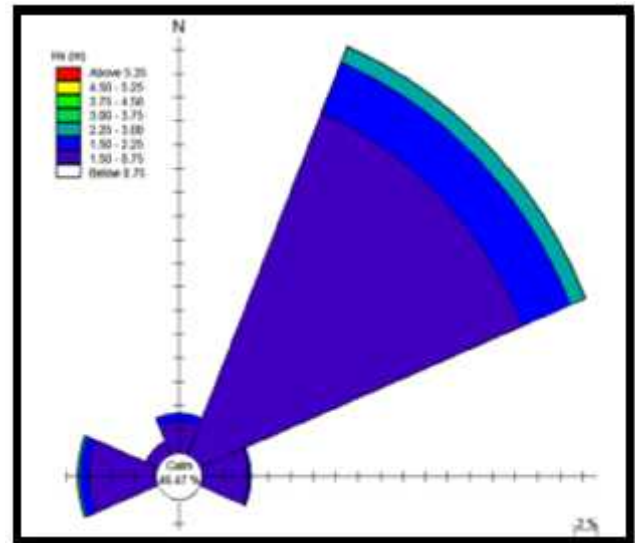
La houle est une oscillation périodique de la surface de la mer, elle se produit par l'action au large et subit des modifications (réfraction, diffraction et réflexion ou déferlement) en se rapprochant vers la côte sous l'effet de la diminution de la profondeur. La connaissance des caractéristiques de la houle au large : direction, hauteur, période, énergie...permettent de :

- Mieux analyser les constatations faites quant à l'évolution de littoral,
- Déterminer le dimensionnement des ouvrages de protection à réaliser,
- Mieux estimer le transit sédimentaire. (Belkacemi, 2015).

Les statistiques des houles dans la région des Sablettes, font apparaître deux régimes : Les houles plus fortes sont hivernales, de direction Ouest dominante avec les plus grandes amplitudes (entre 1 et 3m) engendrant une dérive littorale de l'Est vers le Sud-Ouest (Figure n° I.05).



**Figure n° I.05:** Rose des vagues au large de la côte Algérienne – Hiver- (CTH, 2008).



**Figure n° I.06** Rose des vagues au large de la côte Algérienne-été (CTH, 2008).

En été, les directions dominantes (**Figure n° I.06**) sont issues du secteur Nord-Est avec des amplitudes plus faibles et leur propagation est pratiquement parallèle à la côte (OUKAZI, 1993).

**Tableau n° I.02 :** la hauteur des vagues en fonction des directions et leurs périodes de retour (SSMO, 1963-1970).

Période de retour	Nord	Nord-Est	Est	Ouest	Nord-Ouest
Biennale	4.90	4.93	4.12	7.36	4.16
Quinquennale	5.75	5.67	4.70	8.43	4.87
Décennale	6.38	6.23	5.14	9.22	5.40
Vingtennale	7.02	6.79	5.59	10.02	5.94
Cinquantennale	7.87	7.53	6.17	11.08	6.65
Centennale	8.50	6.62	6.62	11.88	7.18

### 5.2. Les courants liés à la houle :

Contrairement aux courants généraux et les courants liés à la marée qui n'ont aucune influence sur la distribution sédimentaire infra - littorale, les courants induits par la houle sont seuls à agir sur le transit sédimentaire. Ce sont des courants qui prennent généralement naissance à partir d'une houle oblique. On citera également deux types de courants liés à la houle :

#### ➤ **Les courants de retour (courant perpendiculaire à la côte) :**

Le courant de retour correspond à une zone de flot de retour à partir du déferlement de la houle contre la ligne du rivage. Les eaux superficielles poussées vers la côte s'écoulent par le fond en créant le courant de retour ; ce dernier peut atteindre des vitesses suffisantes pour éroder le fond et transporter vers le large les particules mise en suspension par déferlement.

#### ➤ **Les courants de dérive littorale (courant parallèle à la côte) :**

Les courants parallèles à la côte créent de dérive littorale qui provoque le transit le long du rivage. Ces courants n'apparaissent que lorsque la houle atteint la cote avec une certaine obliquité par rapport au rivage.

La vitesse de ce type de courant dépend des paramètres de la houle. De l'obliquité de celle-ci et de la pente de la plage. Elle peut atteindre plusieurs nouds.

### 5.3. Les marées :

Le long des côtes algériennes, l'amplitude moyenne des marées astronomique et de l'ordre de 6cm. Les variations du plan d'eau sont soumises plus à l'effet des vents (phénomène de seiche) qu'à l'attraction luni-solaire. Les variations journalières observées sur les côtes algériennes sont inférieures à dix (10) cm. La différence entre valeur maximale et valeur minimale de la marée ne dépasse pas 50 cm. (LEM,1996).

**Chapitre II :**  
**MATERIELS ET METHODES**

Dans le présent chapitre on exposera la méthodologie utilisée pour récolter les données au niveau du laboratoire d'étude maritime (LEM), et les outils utilisés afin d'effectuer les études.

### 1. Mode du levé topographique :

Le levé topographique a été réalisé sur une surface de 60 Hectares. Ce levé a été effectué à l'aide de GPS en mode RTK/OTF. Le récepteur GPS cinématique en temps réel (RTK) permet de mesurer un point à quelque centimètre (cm) près. Ce récepteur mobile, porté par le topographe au moment du levé, fonctionne en mode RTK (Real TIME Kinematic), résolution des ambiguïtés en mode OTF. Il reçoit les données des satellites et de la station de référence simultanément et fournit instantanément la position tridimensionnelle du point à une précision inférieure à cinq centimètres (<5 cm).

Le transfert et le traitement de données sont réalisés sur logiciel TGO (Trimble Geomatic Office) (LEM, 2014).

### 2. Mode du levé bathymétrique :

Ce paramètre joue un rôle important dans la connaissance de la morphologie sous-marine, Le levé bathymétrique consiste à déterminer les coordonnées tridimensionnelles des points du fond marin dans le système géodésique WGS84 à l'aide d'un récepteur GPS et d'un échosondeur. (LEM, 2014).



**Figure n°II.01 :** Echosondeur ODOM HYDROTRAC I



**Figure n°II.02 :** Radio modem PACIFIC CREST

### 3. Sondage à la lance :

Afin de pouvoir apprécier la nature et l'épaisseur de la couche meuble superficielle (sable, vase, etc...). Les sondages sont réalisés par plongeurs, qui utilisent une lance (tube galvanisé) de trois (3) mètres de long, graduée en centimètres et reliée par un flexible à une bouteille de plongée. Sous l'effet de l'air comprimé, injecté par forte pression, les particules fines sont dégagées, permettant ainsi l'enfoncement de la lance jusqu'au refus. La lecture de la graduation correspondant à la partie enfoncée de la lance dans le fond marin renseigne sur l'épaisseur de la couche de matériaux meubles en place (LEM, 2014).

### 4. Etude sédimentologie :

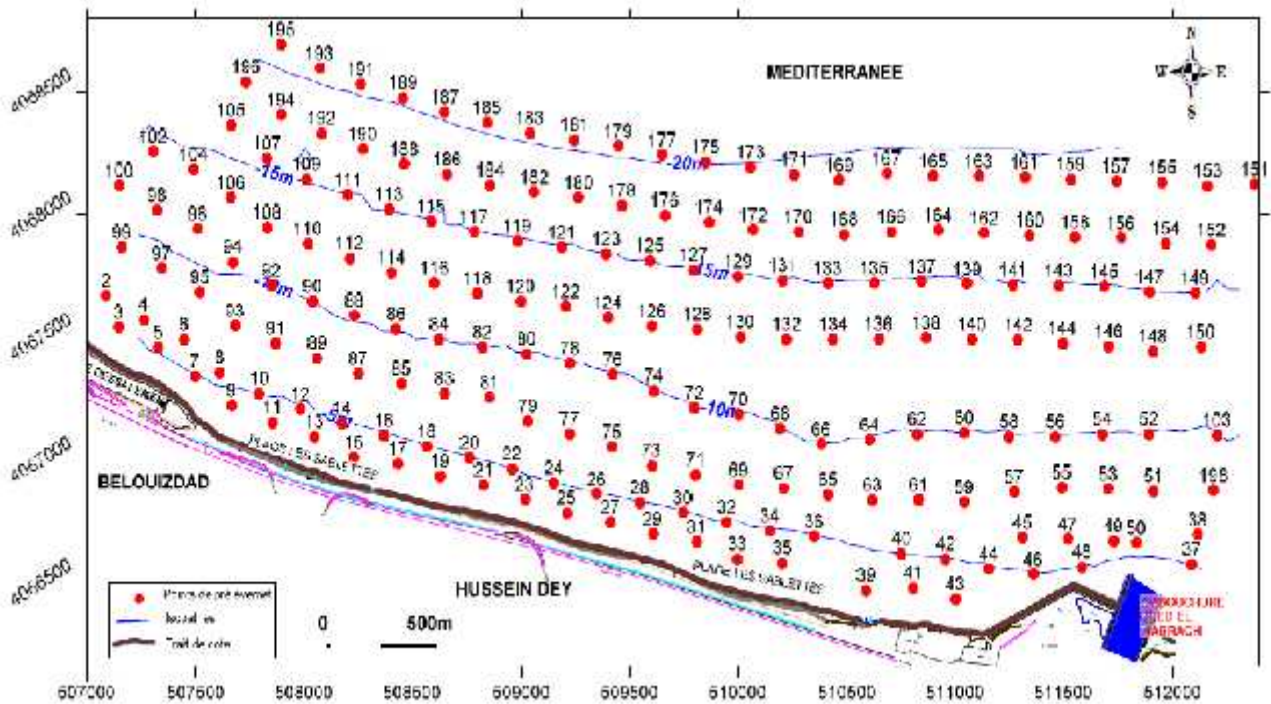
L'analyse sédimentologie consiste à définir les caractéristiques des sédiments superficielles, chaque type de dépôt peut être caractérisé par sa teneur en pélites (fraction < 50  $\mu\text{m}$ ) et en fraction grossier (fraction > 50  $\mu\text{m}$ ). Ces seuls éléments conduisent à une image des phénomènes permet de dégager les traits généraux des mouvements sédimentaires. Cette classification permettra de présenter sur une carte la répartition des sédiments. Cette distribution permet de définir les facteurs hydrodynamiques et ces caractères qui influent sur les différentes répartitions.

#### 4.1 Prélèvements d'échantillons :

Les prélèvements ont été effectués au niveau des sédiments superficiels, dans le but d'avoir une vision globale sur la distribution granulométrique dans notre zone d'étude. Le positionnement et l'endroit des points de prélèvement à réaliser sont obtenus à l'aide d'un GPS et la profondeur par un Echosondeur.

Le dispositif de prélèvement de sédiment est constitué de deux engins qui effectuent des prélèvements selon deux techniques différentes. Le premier est une benne de type « Van Veen » qui collecte le sédiment marin superficiel sur des coordonnées données. Le deuxième est un carottier de recherche doté d'un tube en PVC qui pénètre dans le sédiment en profondeur afin de prélever une carotte de sédiment. Il est nécessaire de connaître la profondeur de l'eau à chaque station avant de commencer l'échantillonnage à l'aide de la carte bathymétrique sur lequel sont inscrites les coordonnées de chaque station de prélèvement.

L'équipe chargée de l'étude au LEM a effectué deux cents (200) points de prélèvement d'échantillons de sédiments marins et qui ont été retenus et répartis sur l'ensemble de la zone d'étude de zéro jusqu'à -20m de profondeur (**Figure n°II.03**).

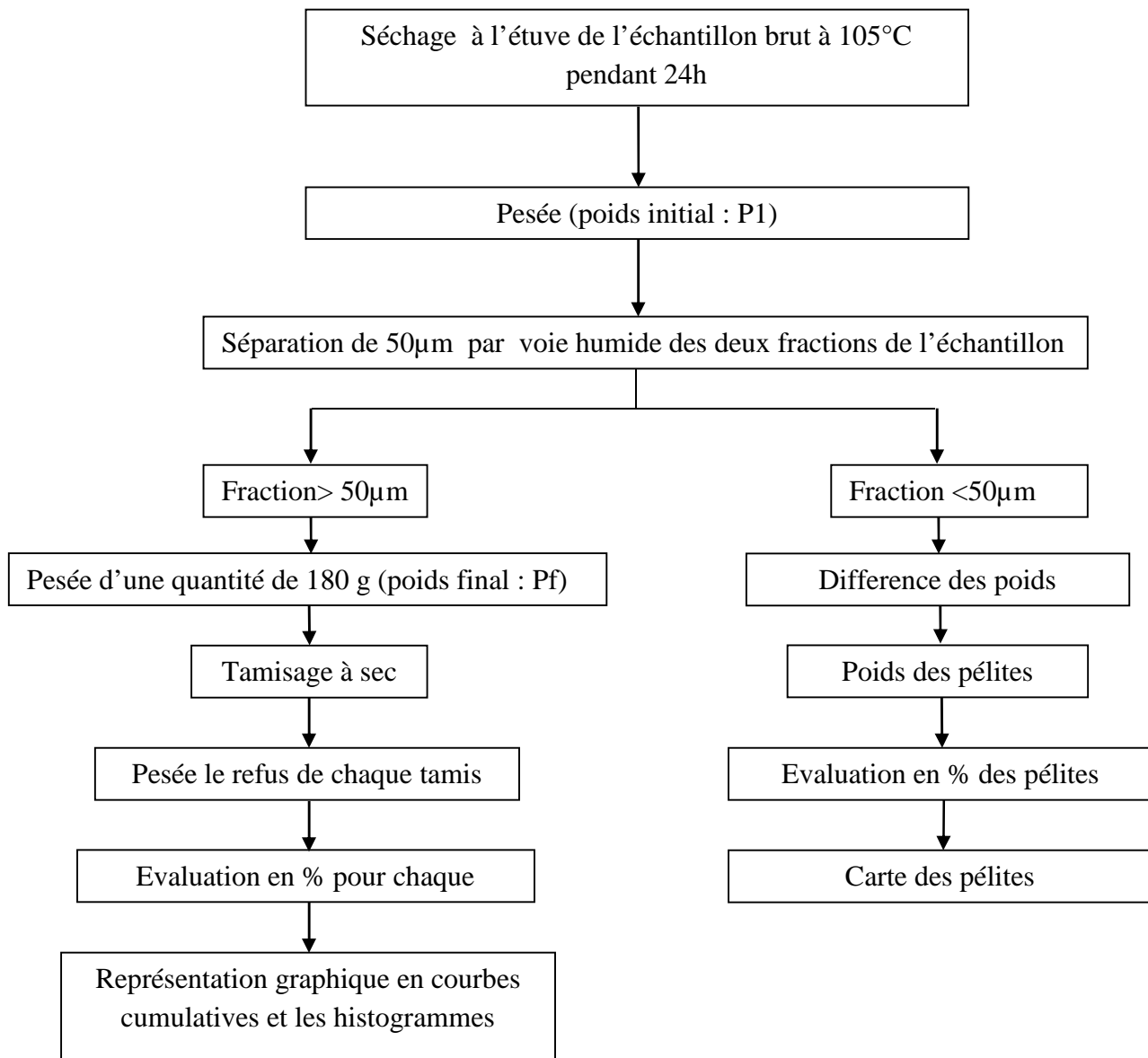


**Figure n°II.03 : carte de positionnement des points de prélèvement (LEM, 2014)**

### 4.2. Méthode d'analyse au laboratoire :

L'analyse granulométrique nous permet de connaître la constitution fréquentielle des différentes fractions qui composent le stock sédimentaire d'une part et de définir d'autre part, les paramètres de la dynamique (mouvement) des sédiments.

Chaque échantillon est mis dans le fond d'une boîte de pétri, et placé dans une étuve à 105°C pendant 24h. Une fois séchés, les échantillons sont passés sous un courant d'eau dans un tamis de 50µm de diamètre afin de soustraire les fractions fines. Les échantillons sont remis à l'étuve pendant 24h à 105°C. Une quantité de 180g de sédiment pour chaque station est tamisé par une tamiseuse de type AFNOR dont le diamètre des mailles en microns des tamis est dans l'ordre décroissant : 4000-3150-2500-2000-1600-1250-1000-800-630-500-400-315-250-200-160-125-100-80-63-50-40. Chaque tamisage dure 10 minutes et le refus de chaque tamis est pesé et le pourcentage pondéral est calculé pour chaque classe granulométrique.



### Exploitation des résultats :

- Cartes modales.
- Carte des médianes.
- Représentation des indices et des paramètres granulométriques.

**Figure n° 15:** Modalité d'analyse granulométrique.

### 4.3. Les fractions grossières :

La granulométrie est déterminée à l'aide des indices granulométriques

➤ **Indice de taille (médiane)  $Q_{50}$**

La taille moyenne des sédiments de diamètre supérieur ou égale à 50 $\mu$ m. cet indice correspond au diamètre du grain dont les ordonnées sont respectivement à 25 et 75% du poids du sédiment.

➤ **Indice des tailles maximales ( $P_{90}$ )**

Le  $D_{90}$  correspond au diamètre dont l'ordonnée est 90% du poids total du sédiment.

➤ **Indice de classement (Sorting de Trask)**

Cet indice représente la dispersion des tailles de part et d'autre de la médiane. Le paramètre qui a été adopté est celui de **Trask** noté  $S_0$ , qui est calculé par la formule suivante :

$$S_0 = \sqrt{\frac{Q_7}{Q_2}} \quad (1)$$

Les limites utilisées sont :

- $S_0 < 2$  le sédiment très bien classé
- $2 < S_0 < 2.6$  le sédiment moyennement classé
- $S_0 > 2.6$  le sédiment mal à très mal classé

➤ **Le coefficient d'asymétrie ( $S_k$  ; Skewness de Trask)**

L'asymétrie reflète d'avantage le milieu de dépôt (**Chamley H. ; 1987**), plus exactement la prépondérance ou non de fraction péltique ou grossière par rapport à la moyenne de l'échantillon. Il est défini par la relation suivante:

$$SK = \frac{Q_2 * Q_7}{(D_5)^2} \quad (2)$$

si  $S_k < 1$ , le classement est maximum vers les fines ;

si  $S_k = 1$ , la symétrie est parfaite ;

si  $S_k > 1$ , le classement est maximum vers les grossiers.

### ➤ Analyse modale

Le mode granulométrique ( $M_0$ ) correspond à la dimension la plus significative de la distribution granulométrique, c'est-à-dire la dimension la plus représentative des grains d'un sédiment.

#### 4.4. Les fractions fines :

La teneur en fraction fine (les pélites), particules de diamètre inférieur à  $50\mu\text{m}$ , a été déterminée pour l'ensemble des échantillons considérés. Cette teneur en fraction fine est estimée en pourcentage par rapport au poids initial de l'échantillon. A partir de ces pourcentages sont établies les cartes de la répartition spatiale des pélites.

### 5. Modélisation du transport sédimentaire :

Sous l'action des courants, des vents ou des houles, les particules solides qui forment les sédiments que l'on rencontre le long des littoraux, peuvent être arrachés des fonds, entraînées en suspension ou en charriage sur des distances plus ou moins grandes et déposées dans les zones calmes.

#### 5.1. Principe du modèle

Le modèle développé par McLaren (1981, 1985) est basé sur le principe suivant : les variations dans la répartition granulométrique d'un sédiment depuis sa source jusqu'au moment du dépôt dépendent de la dynamique hydrosédimentaire. Cette dynamique (érosion, transport, tri et dépôt sélectif) peut traduire les directions du transport résiduel. Ce modèle repose sur la comparaison entre les échantillons des trois paramètres sédimentologiques, le grain moyen ( $M_z$ ), l'indice de classement ( $S_0$ ) et l'indice d'asymétrie ( $S_k$ ) entre deux prélèvements. Par comparaison de ( $n$ ) paramètres,  $2n$  cas possibles peuvent apparaître entre deux échantillons. Théoriquement, les cas possibles sont au nombre de huit (**McLAREN et BOWLES, 1985**) :

Cas :	Définition des cas en unité phi					
1	Mz 1	Mz 2	S01	S02	Sk1	Sk2
2	Mz 1	Mz 2	S01	S02	Sk1	Sk2
3	Mz 1	Mz 2	S01	S02	Sk1	Sk2
4	Mz 1	Mz 2	S01	S02	Sk1	Sk2
5	Mz 1	Mz 2	S01	S02	Sk1	Sk2
6	Mz 1	Mz 2	S01	S02	Sk1	Sk2
7	Mz 1	Mz 2	S01	S02	Sk1	Sk2
8	Mz 1	Mz 2	S01	S02	Sk1	Sk2

Procéder à la comparaison des paramètres texturaux pour déterminer dans quel cas nous nous trouvons :

**Type1 :**  $Mz_2 > Mz_1, S0_2 < S0_1, Sk_2 < Sk_1$

Il y a mouvement potentiel du sédiment entre les deux stations

**Type2 :**  $Mz_2 < Mz_1, S0_2 < Sk_1, Sk_2 > Sk_1$



Dans les deux cas le tri s'améliore dans la direction du transport.

Quant aux autres types : 3, 4, 5, 6, 7 et 8 : le sédiment n'est pas en mouvement.

- **Choisir la distance critique (Dcr) :**

La distance critique notée Dcr est définie comme étant la distance séparant une station de sa voisine, ou bien c'est la distance en deçà de laquelle tout échantillon est compris dans ce périmètre. Le choix de la Dcr se base sur le principe que chaque échantillon doit avoir plusieurs voisins, et qu'il n'y ait pas d'échantillon se trouvant en dehors de ce périmètre. Le sens du transport sédimentaire est déterminé par le tri, les sédiments se déplacent vers la station où le tri est meilleur, c'est-à-dire le tri le plus faible. L'étape suivante consiste à tracer les vecteurs de transport et faire une somme vectorielle.

## 6. Application du Modèle SWAN :

Désirant un type d'ouvrage optimal et un bon endroit pour son installation et un meilleur dimensionnement des ouvrages maritimes, il est indispensable de connaître l'influence et l'énergie de la houle sur le littoral de notre zone d'étude. Et pour cela on va utiliser le logiciel SWAN pour effectuer cette simulation.

### 6.1. Description du modèle SWAN :

SWAN est un modèle numérique de troisième génération pour le calcul des vagues aléatoires et des crêtes courtes (Short-crested waves) dans la zone côtière et les courants ambiants (Simulating Waves Nearshore (SWAN)) a été développé et validé. Ce modèle est basé sur une formulation eulérienne de l'équilibre de densité d'action spectrale pour une propagation réfractive sur une bathymétrie arbitraire et des champs de courants (BOOIJ *et al*, 1999).

Le modèle est basé sur une équation dite WABE : "l'équation de balance d'action des vagues", défini par (STIVE *et al*, 2006) comme suit ;

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial c_x N}{\partial x} + \frac{\partial c_y N}{\partial y} + \frac{\partial c_\sigma N}{\partial \sigma} + \frac{\partial c_\theta N}{\partial \theta} = \frac{S}{\sigma} \dots\dots\dots(\text{II.08}).$$

Où:

$N(x, y, \sigma, \theta)$  = densité de l'action des vagues:

$T$  = temps [s]

$x$  = distance dans la direction  $x$  [m]

$y$  = distance dans la direction  $y$  [m]

$\sigma$  = fréquence relative [Hz] comme on l'observe dans un cadre de référence se déplaçant avec la vitesse du courant

$\theta$  = direction de la vague [degrés]

$c_x, c_y, c_\sigma, c_\theta$  = vitesses de propagations [m / s] pour respectivement  $x, y, \sigma$  et  $\theta$

$S$  = source / puits terme en termes de densité d'énergie (Génération par le vent, dissipation et non-linéaire onde interactions)

La densité de l'action  $N(x, y, \sigma, \theta)$  est égale à la densité d'énergie divisée par la fréquence relative:  $N(x, y, \sigma, \theta) = E(x, y, \sigma, \theta) / \sigma$ .

Le premier terme de l'équation représente le taux de variation locale de la densité avec le temps, le deuxième et le troisième terme représentent la surfabilité d'un **ASR** (Artificial Surf Reef) dans les propagations des vagues irrégulières de la densité dans l'espace d'action. Le quatrième terme représente le décalage de la fréquence relative due aux variations de la profondeur et les courants. Le cinquième terme représente le courant induit par la profondeur ainsi que la réfraction. Les expressions  $c_x$ ,  $y$ ,  $z$ , sont prises de la théorie de l'onde linéaire.

### **6.2. Le choix de la direction :**

Le secteur angulaire considéré correspond aux limites naturelles imposées d'une part, par la configuration géographique du site d'étude, et d'autre part, par le secteur d'intérêt des houles du large.

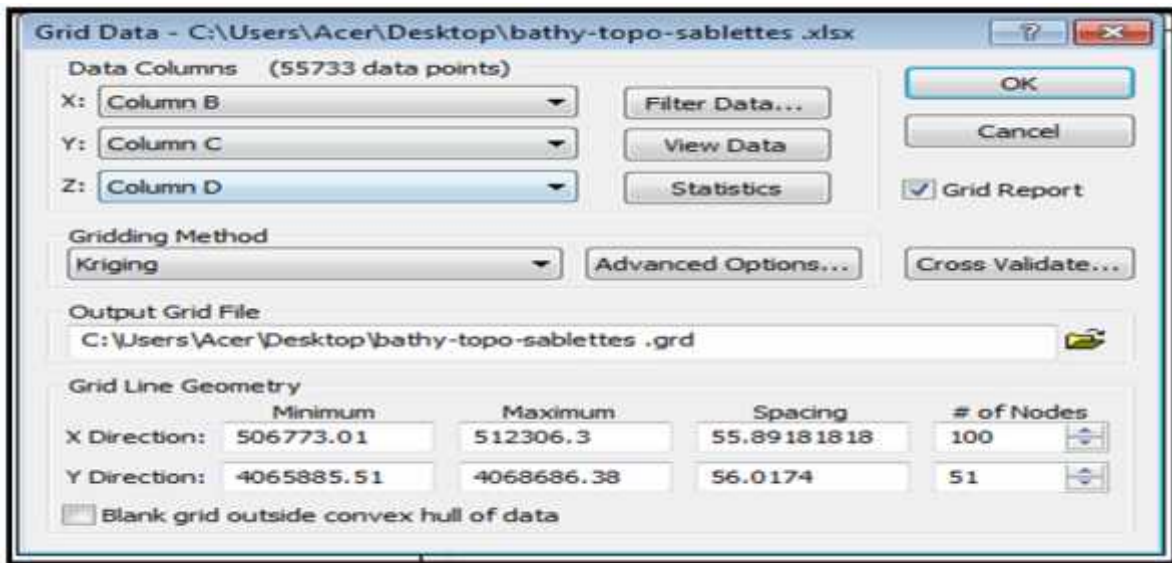
Le site Sablettes est soumis à des houles de provenance Nord et Nord-Est et à moindre degré celles issues du secteur Nord-Ouest. Ainsi trois (03) directions ont été retenues en tenant compte des tableaux de fréquence par direction des houles au large ainsi que l'incidence de ces houles par rapport à la zone d'étude, il s'agit de :

- La direction N315° (secteur Nord-Ouest).
- La direction N360° (secteur Nord).
- La direction N45° (secteur Nord-Est).

### **6.3. Etapes de la modélisation :**

#### **6.3.1. Préparation de la grille :**

- Acquisition de la bathymétrie en fichier Excel comprenant les coordonnées métriques ainsi que la profondeur.
- Créer la grille de la bathymétrie sur Surfer.



**Figure n°II.04 :** Introduction des données bathymétriques dans Surfer

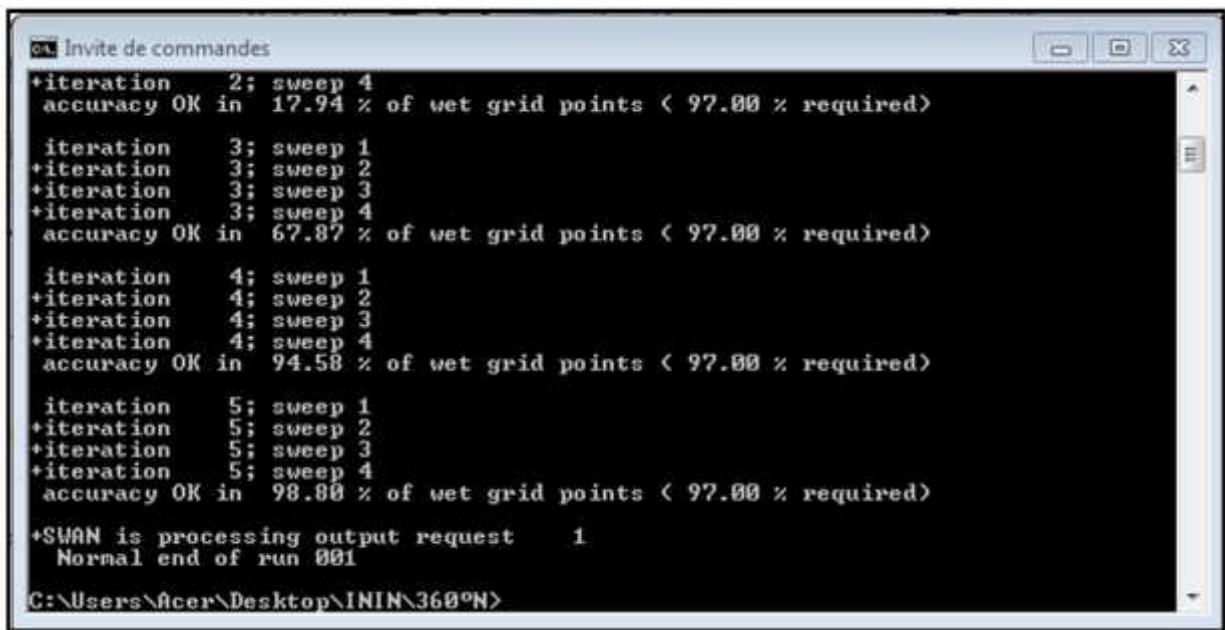
- Extraire la bathymétrie et la enregistré sur Bloc Note puis Excel, le fichier obtenue est le fichier input de la bathymétrie qu'on introduira dans le fichier de commande SWAN.

### 6.3.2. Exécution :

Après avoir remplir le fichier d'entrer SWAN qui contient des données de base qui sont :

- La délimitation de la zone d'étude.
- La hauteur de la houle.
- L'ange du vent.
- La période

On ouvre l'application SWAN, on insère le nom du fichier de commande qu'on a préparé pour commencer l'exécution.



```
Invite de commandes
+iteration 2; sweep 4
accuracy OK in 17.94 % of wet grid points < 97.00 % required>

iteration 3; sweep 1
+iteration 3; sweep 2
+iteration 3; sweep 3
+iteration 3; sweep 4
accuracy OK in 67.87 % of wet grid points < 97.00 % required>

iteration 4; sweep 1
+iteration 4; sweep 2
+iteration 4; sweep 3
+iteration 4; sweep 4
accuracy OK in 94.58 % of wet grid points < 97.00 % required>

iteration 5; sweep 1
+iteration 5; sweep 2
+iteration 5; sweep 3
+iteration 5; sweep 4
accuracy OK in 98.80 % of wet grid points < 97.00 % required>

+SWAN is processing output request 1
Normal end of run 001
C:\Users\Acer\Desktop\ININ\360°N>
```

Figure n°II.05 : Itération et conception du fichier «*Output*».

### 6.3.3. Le fichier de sortie :

Après itération y aura un fichier de sortir en .Txt, on l'ouvre par Excel et on choisit les deux paramètres qui nous intéressent à savoir :

- la hauteur significative  $H_s$ .
- La direction de propagation des vagues.

### 6.3.4. Aperçu du logiciel Surfer 11 :

A l'aide de logiciel Surfer 11, on a créé les couches suivantes : la Bathymétrie, la houle significative, la direction de propagation des vagues.

### 7. Evolution du trait de côte :

Le trait de côte est une ligne représentant l'intersection de la terre et de la mer. Le trait de côte n'étant régulier ni dans sa forme, ni dans sa structure pour son suivi dans notre zone d'étude ; nous avons utilisé des images satellitaires de Google Earth allant de 2001 à 2016 (2001 ; 2004 ; 2007 ; 2010 ; 2013 ; 2016) avec lesquelles on a pu digitaliser la ligne de côte pour les 6 années et ce utilisant Arc Gis.

#### 7.1. Manipulation :

- 1- Aller sur Google Earth cadrer notre zone d'étude en prenant le soin d'élargir un peu les limites.
- 2- Choisir 4 points sur la zone pour lesquels les coordonnées métriques.
- 3- Fixer l'échelle qui nous arrange.
- 4- Aller vers l'historique pour ressortir toutes les images existantes de notre zone d'étude tout en respectant l'échelle de départ.
- 5- Enregistrer l'image.
- 6- On ouvre l'Arc Catalog 10.2 on choisit « connect to folder » on crée un nouveau dossier.
- 7- On rentre dans le dossier ou on va cliquer sur le bouton droit pour choisir « Shape file » qu'on va nommer. exemple (trait de côte 2001..2016).
- 8- On ouvre Arc Map on clique sur « Add » ou on sélectionne les Shape file qu'on a créé ainsi que les images Google Earth.
- 9- On va vers layers on click droite on choisit « propriétés » après « coordonné system » on choisit « UTM » puis « Africa puis Nord Sahara 1959 UTM Zone 31 N »
- 10- On click « georeferencing » on sélectionne les 4 points marqués un à un, pour chacun d'eux on introduit le X et le Y.
- 11- Pour digitaliser le trait de côte on va vers l'icône « Editor » puis on choisit polyline ; puis on commence à digitaliser en suivant.

**Chapitre III:**  
**RESULTATS ET DISCUSSIONS**

### 1. Contexte bathymétrique

#### 1.1. La carte bathymétrique :

La carte bathymétrique constitue un document de base nécessaire pour la reconnaissance de la morphologie sous-marine (AOUDJ, 2014).

A partir des données fournies par le LEM (2014), la carte bathymétrique a été réalisée à l'aide du logiciel Surfer 11 (Figure n°III.01). Ce levé bathymétrique servira entre autre de bathymétrie d'approche entre 0 et -15 m à l'étude de la Réfraction de la houle.

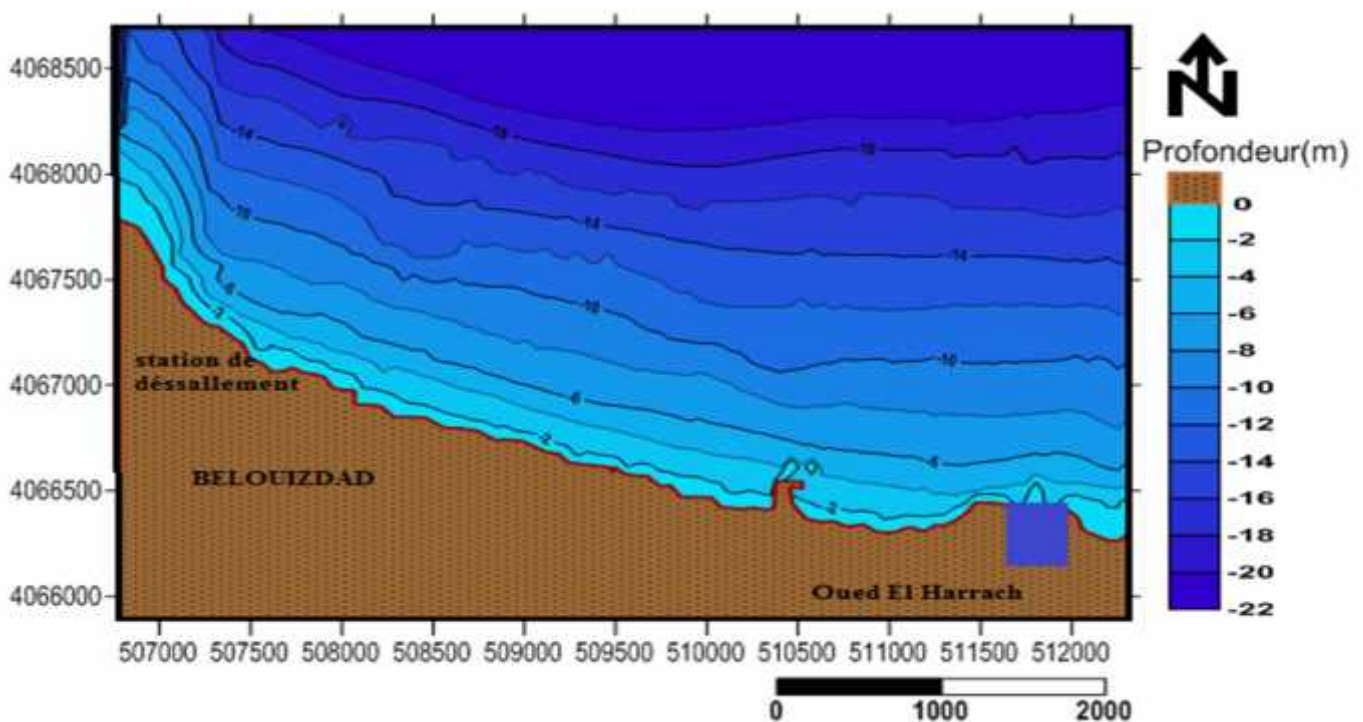


Figure n°III.01 : Levé bathymétrique de la plage des Sablettes

Au premier abord, la carte bathymétrique obtenue montre des isobathes plus au moins régulières et parallèles à la côte. Avec irrégularité à l'extrémité Ouest de la zone. Cette partie de la baie caractérisée par une morphologie sableuse avec une pente moyenne.

La Figure n°III.02 représente Carte topo-bathymétrique de la plage des Sablettes en 3 dimension, cette partie caractérisée par une rupture de pente de (-7m à -12m) met en évidence la présence de fosse.

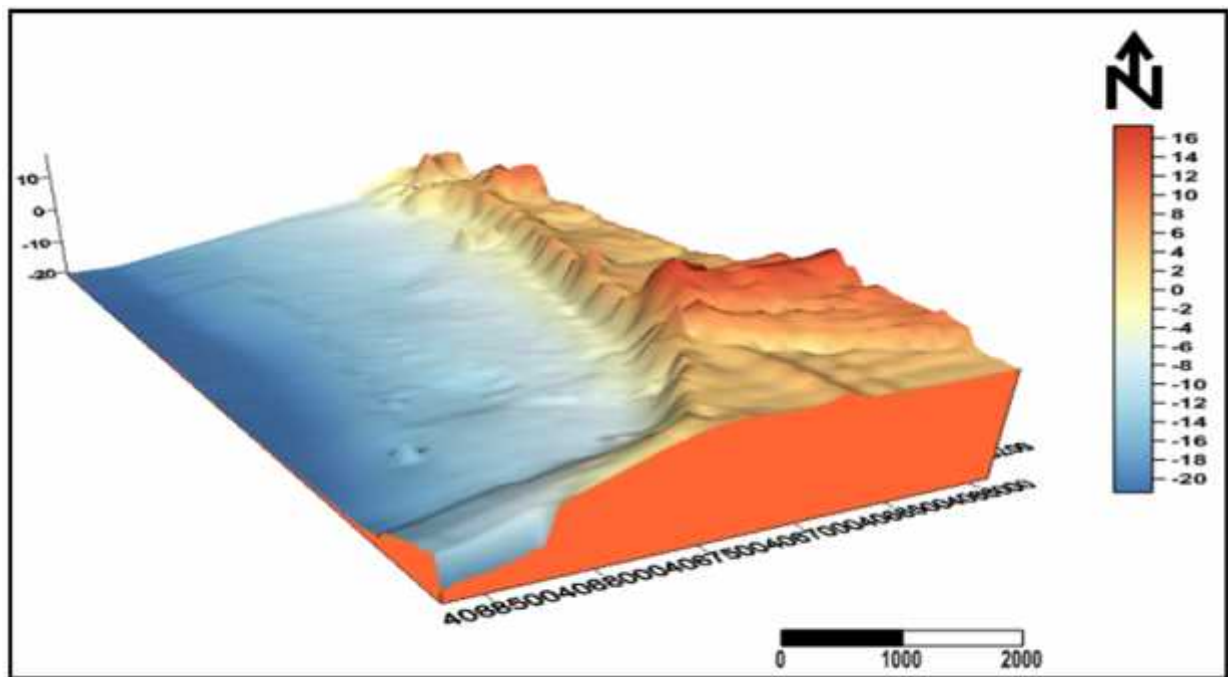


Figure n°III.02: Carte topo-bathymétrique de la plage des Sablettes en 3 dimension

### 1.2. Les profils transversaux :

Pour cerner la morphologie sous-marine et avoir des données plus concrètes à visualiser on a réalisé trois (03) profils perpendiculaires à la côte.

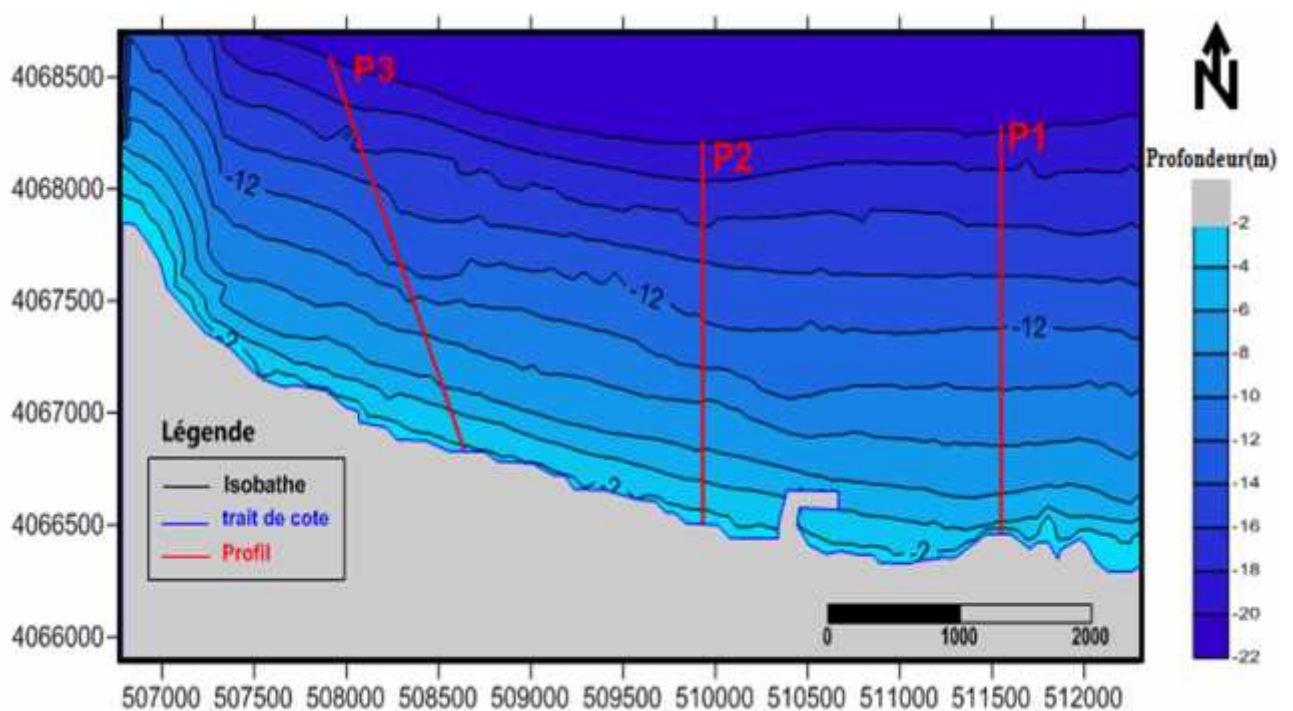
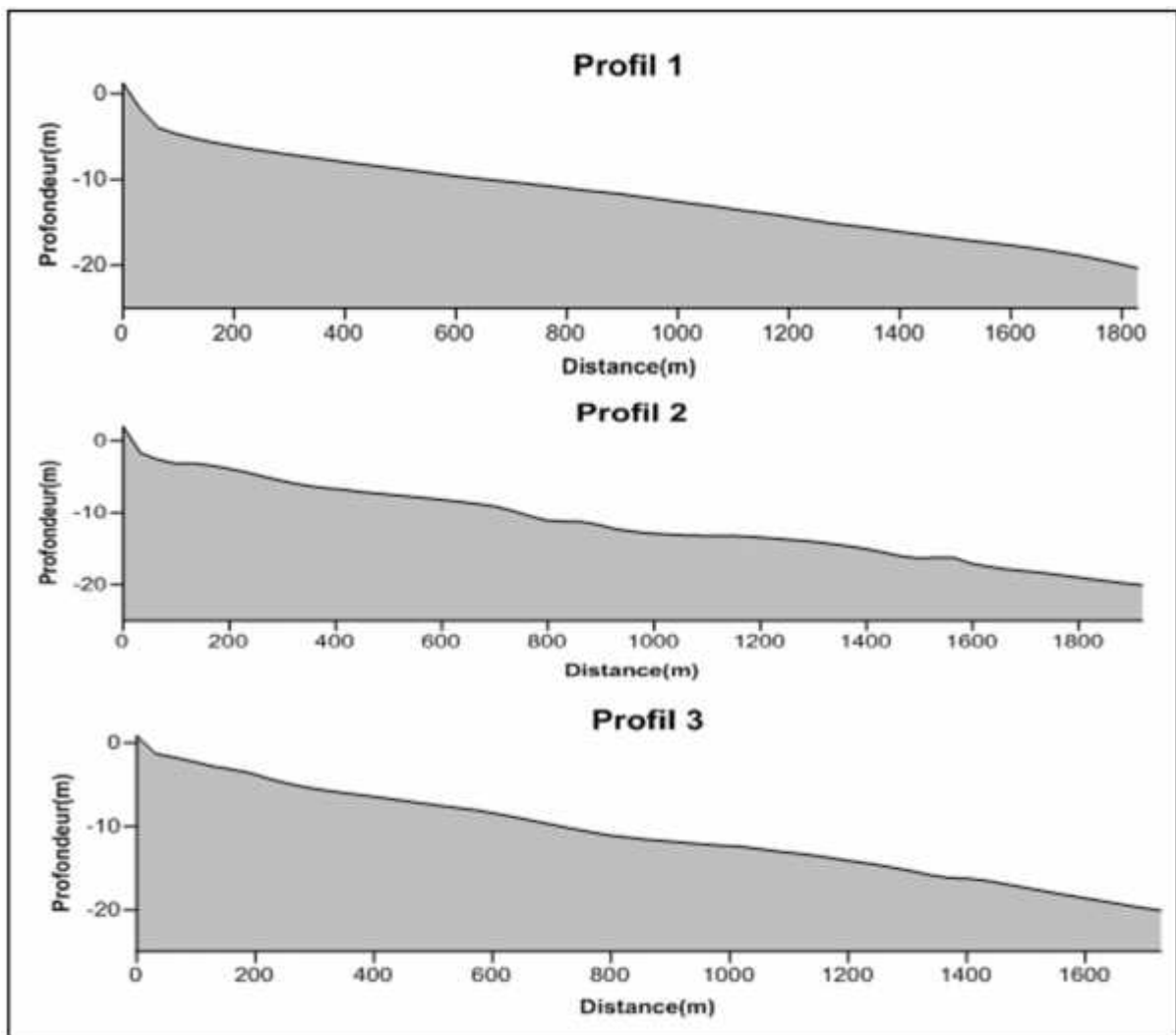


Figure n°III.03 : Carte bathymétrique des Sablettes (positionnement des profils bathymétriques).

### Interprétation des profils :

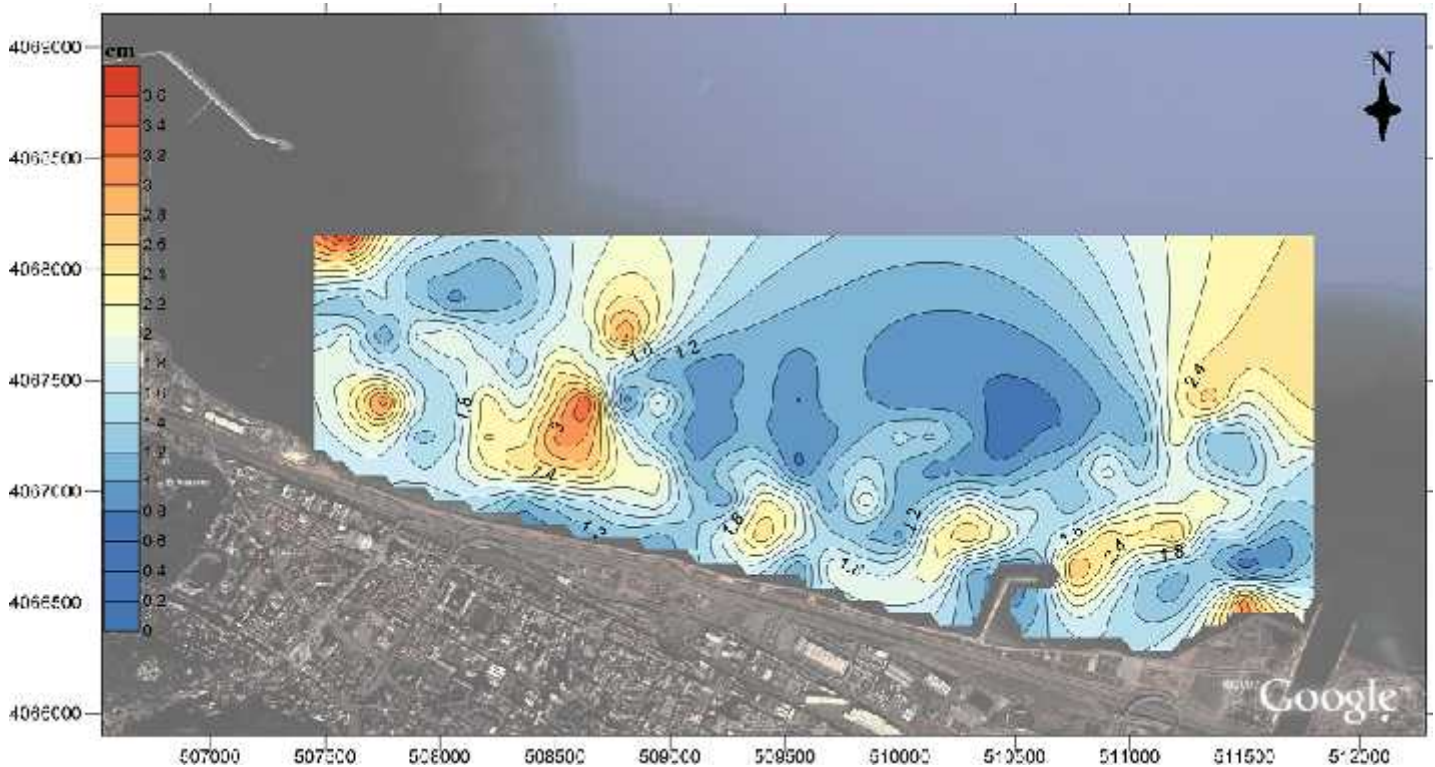
- ✓ L'analyse des profils bathymétriques **Figure n°III.04** confirme la morphologie régulière des fonds.
- ✓ Ces profils descendent en pente moyenne de **1%** de jusqu'à une profondeur de -20 m



**Figure n°III.04 : profils sous-marine de la plage des Sablettes**

### 2. couverture sédimentaire :

Suite au déferlement à la côte, la mobilisation des sédiments devient de plus en plus importante que ce soit par charriage ou par remise en suspension des matériaux par contre dans les zones les plus profondes, le faible hydrodynamisme va former des milieux homogènes dont la granulométrie est plus fine.



**Figure n°III.05 :** Couverte sédimentaire de la plage des Sablettes

La carte sédimentaire montre les différents types granulométriques des sédiments (Figure n°III.05).

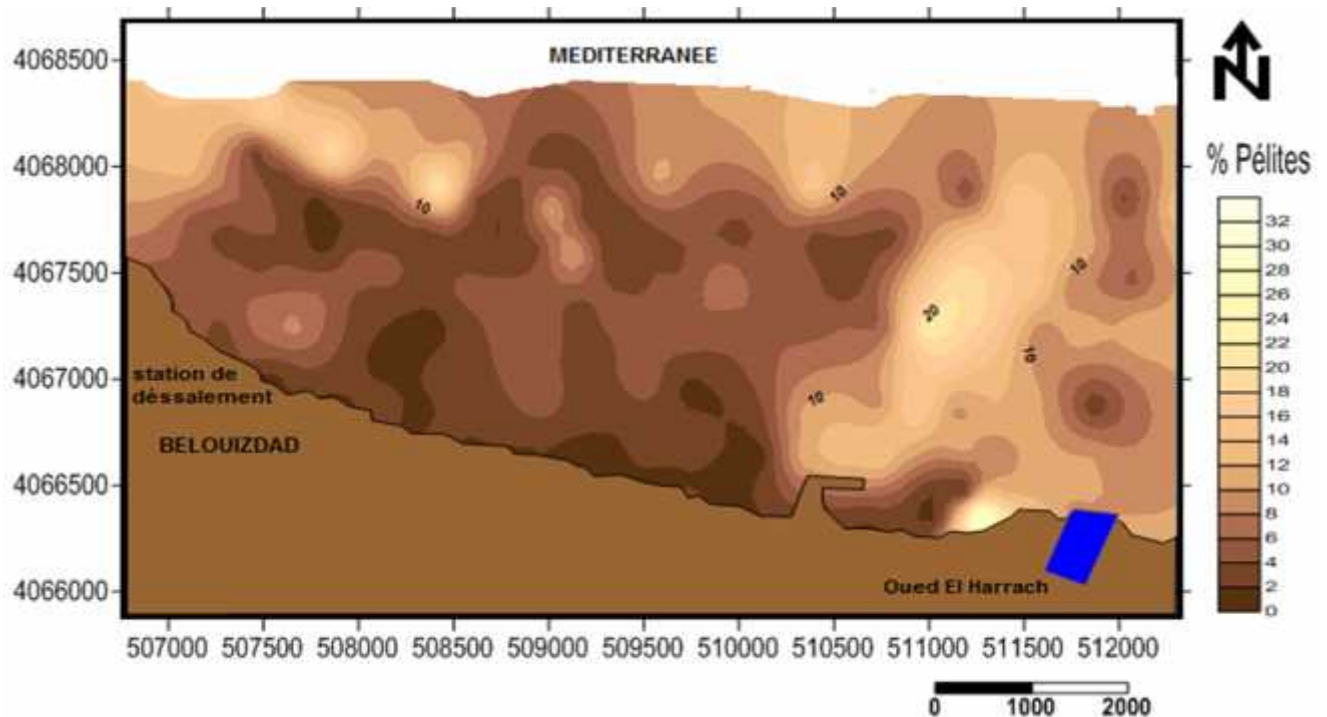
Les accumulations sédimentaires les plus importantes se situent au voisinage du trait de côte. Les faibles épaisseurs de sédiments se répartissent en générale vers le Nord du site c'est-à-dire vers le large. Ces accumulations côtières sont dues à l'influence de la dynamique littorale et les dunes hydraulique (barre sous-marine).

### 3. Analyse sédimentologie :

La cartographie de la distribution spatiale des paramètres granulométriques peut fournir Des informations sur la provenance des sédiments et les conditions de dépôt (**FRIEDMAN, 1979 ; BUI et al, 1990 in CORDIER, 2007**).

La carte « répartition de la fraction fine ou pélites » est établie à partir du pourcentage en pélites de chaque échantillon (**Figure n°III.06**).

#### 3.1. Analyse de la fraction fine :



**Figure n°III.06** : Carte de la répartition des pélites

Du point de vue géomorphologique, la région d'étude est un secteur de côte lié à une plaine littorale très réduite. Le pourcentage de la fraction fine ou pélites (<50 $\mu$ m) sont important et varient de 0% à 34% de la masse totale de chaque échantillon.

La carte d'isopélites (**Figure n°III.06**) d'une partie sous-marine du littoral du site Sablette, montre une Répartition spatiale des pélites qui augmente vers le large et dans la partie proche de Oued El Harrach, des valeurs de l'ordre de 0 jusqu'à 10 % proche de ligne du rivage.

### 3.2. Analyse de la fraction grossière :

#### 3.2.1. Les courbes granulométriques

- Aspect général des courbes cumulatives

Les sédiments prélevés présentent en générale des courbes cumulatives semi-logarithmique en forme S à forte pente, qui prouve l'homogénéité des stocks sédimentaire et les conditions d'énergie adaptées à la charge transportée.

#### - Courbes unimodales :

Indiquent la présence d'un seul stock sédimentaire, représenté par un seul mode granulométrique.

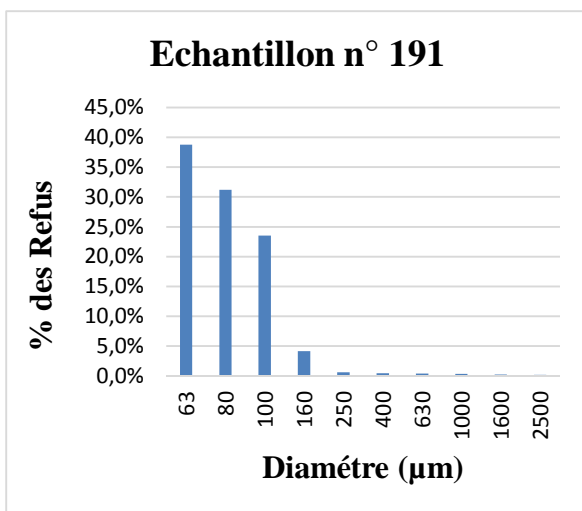


Figure n°III.07 : Histogramme unimodal

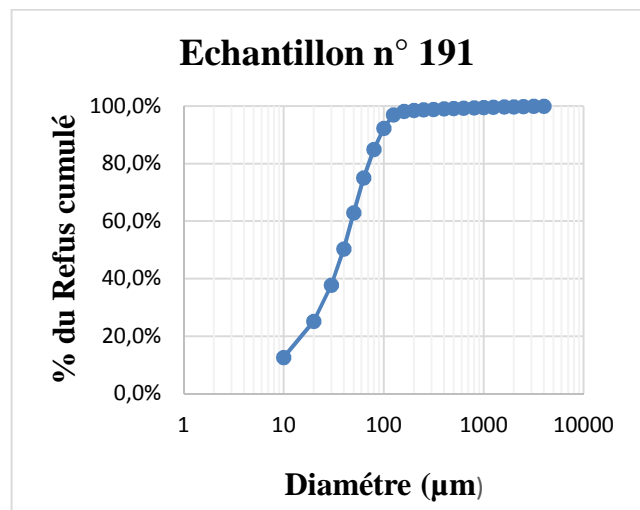


Figure n°III.08 : Courbe unimodale

### - Courbes bimodales:

Elles indiquent la présence de deux stocks sédimentaires dominants.

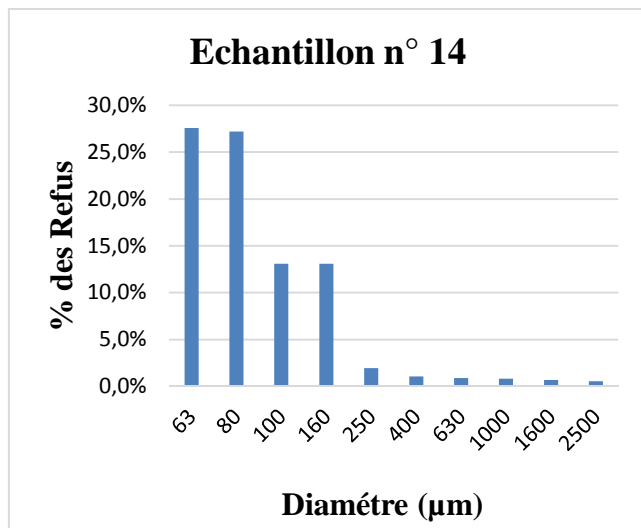


Figure n°III.09 : Histogramme bimodal

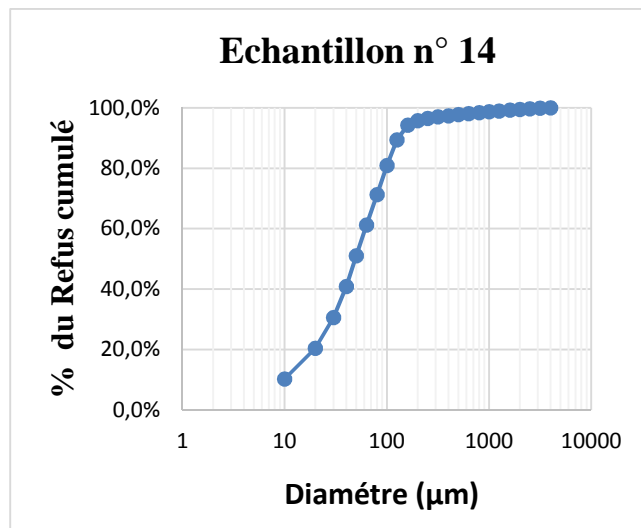
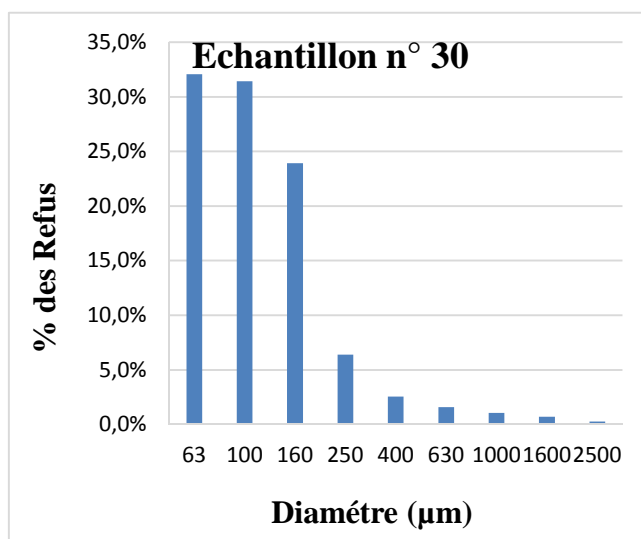


Figure n°III.10 : Courbe bimodale

### - Courbes plurimodales :

Elles marquent l'existence de plusieurs stocks sédimentaire au sein d'une même population dynamiques, elles sont surtout représentatives du sédiment grossier, ces courbes sont marquées par la présence de plusieurs modes granulométriques.



3. Figure n°III.11 : Histogramme plurimodal

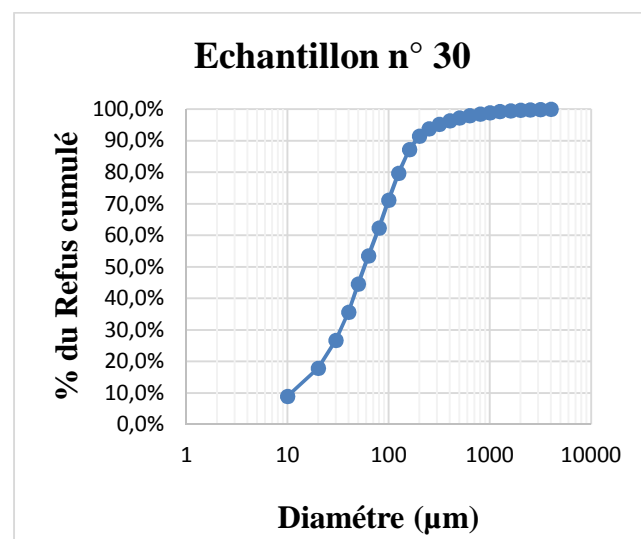


Figure n°III.12 : Courbe plurimodale

### a)- Le décile inférieur (D10) :

La répartition du décile inférieur dégage deux faciès principaux. Au large, avec une forte dominance des diamètres inférieurs à 140  $\mu\text{m}$ . Proche de Oued El Harrach les diamètres des sédiments varient entre 100 et 80  $\mu\text{m}$ .

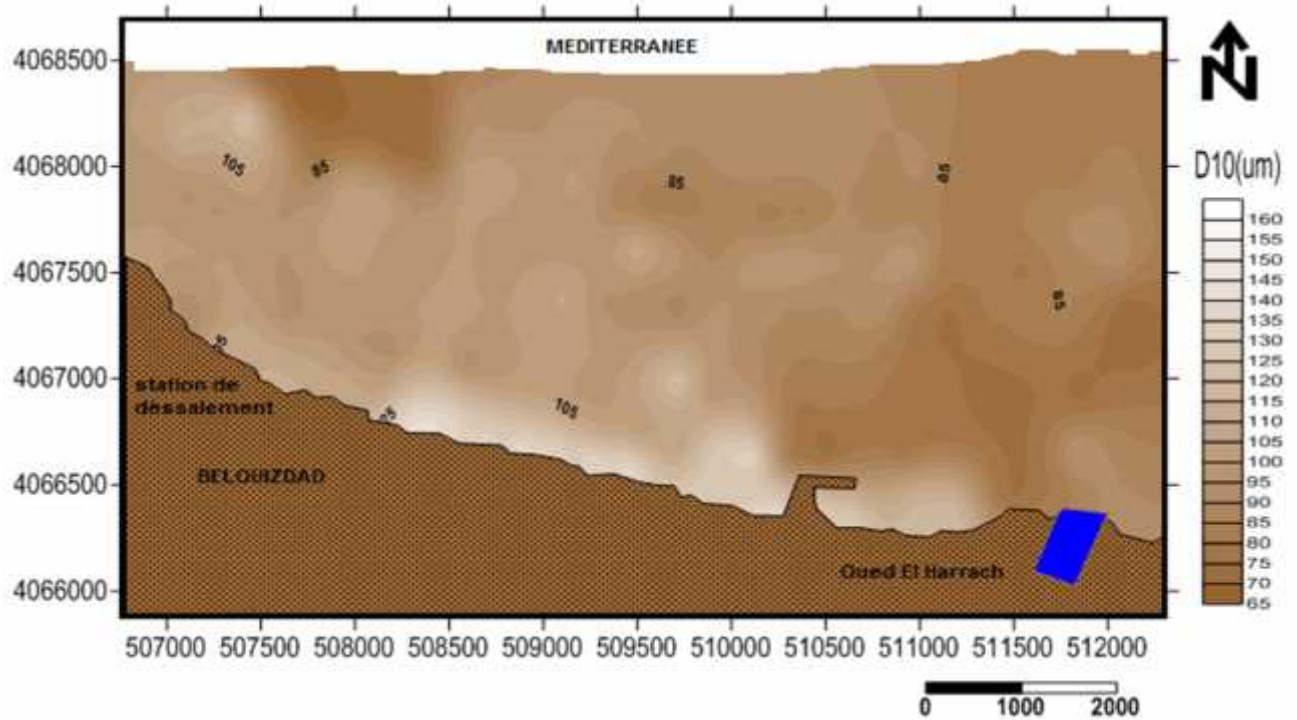


Figure n°III.13: Carte de la répartition du décile inférieur (D10)

### b)-Le quartile inférieur (Q25) :

La répartition du quartile inférieur (Q25) dégage deux faciès principaux. Au large, avec une forte dominance des diamètres inférieurs à 120  $\mu\text{m}$ . Proche de Oued El Harrach les diamètres des sédiments varient entre 120 et 80  $\mu\text{m}$ .

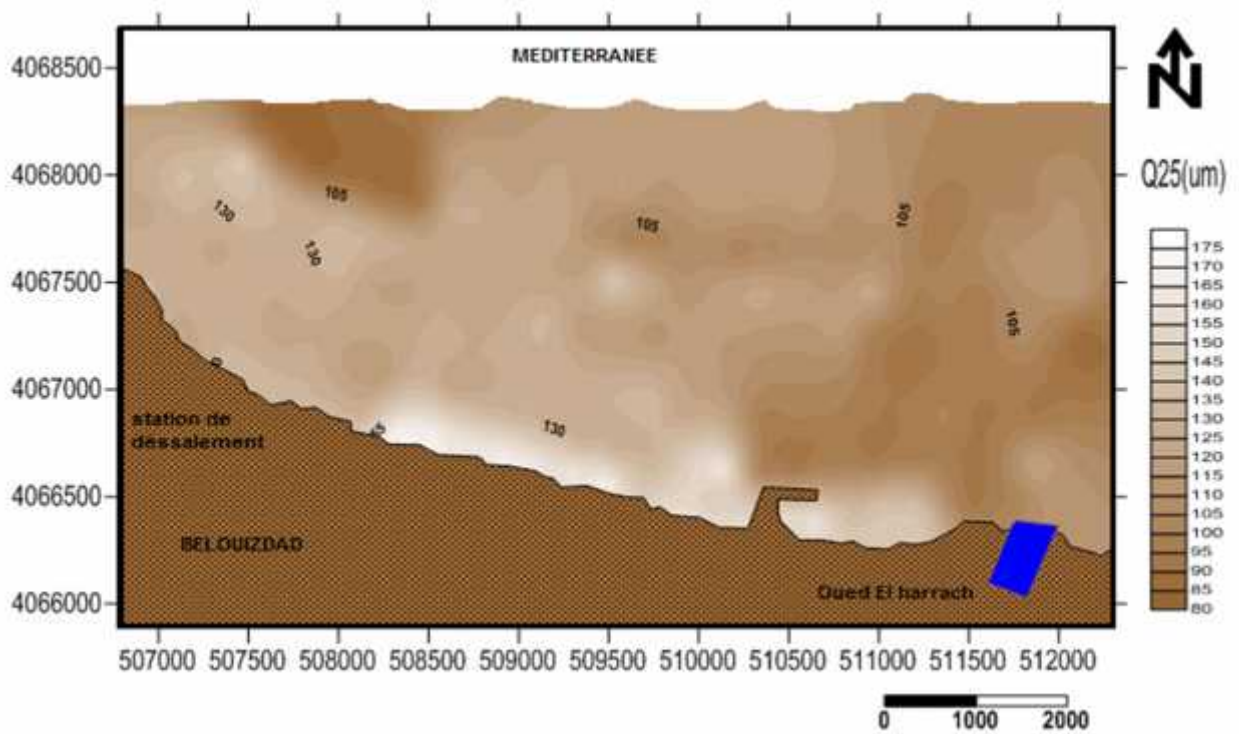


Figure n°III.14 : Carte de la répartition du quartile inférieur (Q25)

### c)- La médiane (Q50) :

Le schéma général décrit une diminution graduelle de la taille des particules dans le sens de la côte vers le large. Les particules dont le  $Q_{50} > 180 \mu\text{m}$  se situent près de la côte, et les particules dont le  $Q_{50}$  varie entre (120 et 180  $\mu\text{m}$ ) se situent au large.

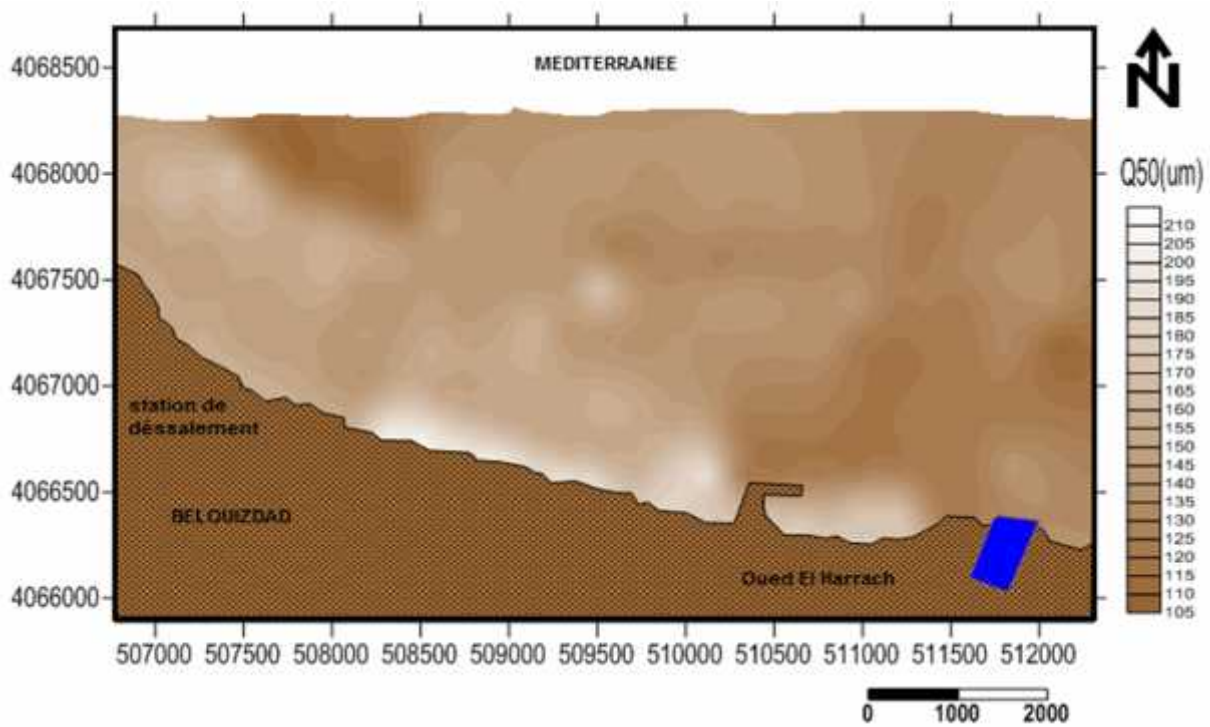


Figure n°III.15 : Catre de la répartition de la médiane (D50)

### d)- Le quartile supérieur (Q75) :

La distribution du quartile supérieur (Q75) Montre qu'il y a la dominance des diamètres 150  $\mu\text{m}$ , et 160  $\mu\text{m}$  qui couvre principalement les zones de large, vers la cote les diamètres sont au-delà de 200  $\mu\text{m}$  jusqu'à 280  $\mu\text{m}$ . Cela montre la décroissance graduelle de la taille des sédiments.

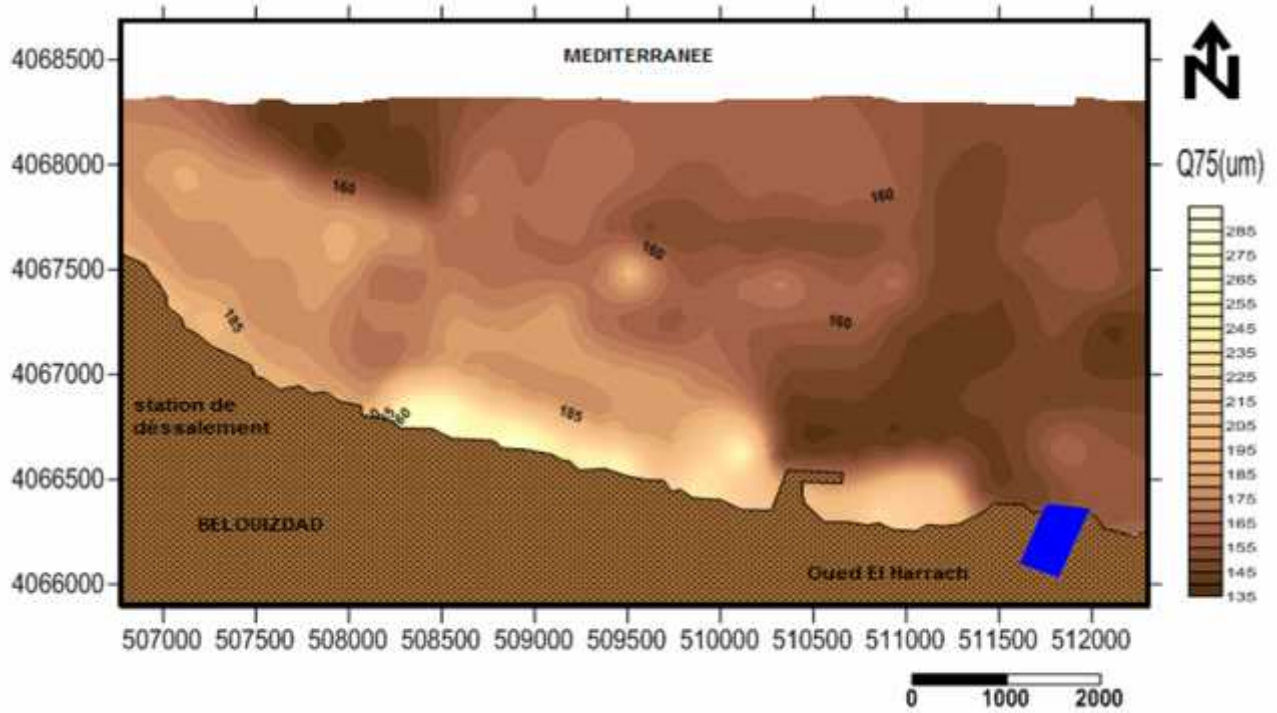


Figure n°III.16 : Carte de la répartition du quartile supérieur (Q75)

e)- Le décile supérieur (D90) :

La répartition du décile supérieure (D90) montre une graduation décroissante de la côte vers le large, les particules dont D90 varie entre 500 jusqu'à 1000µm se situent près de la côte et les particules dont le D90 varient de 100 µm jusqu'à 500µm se situent au large.

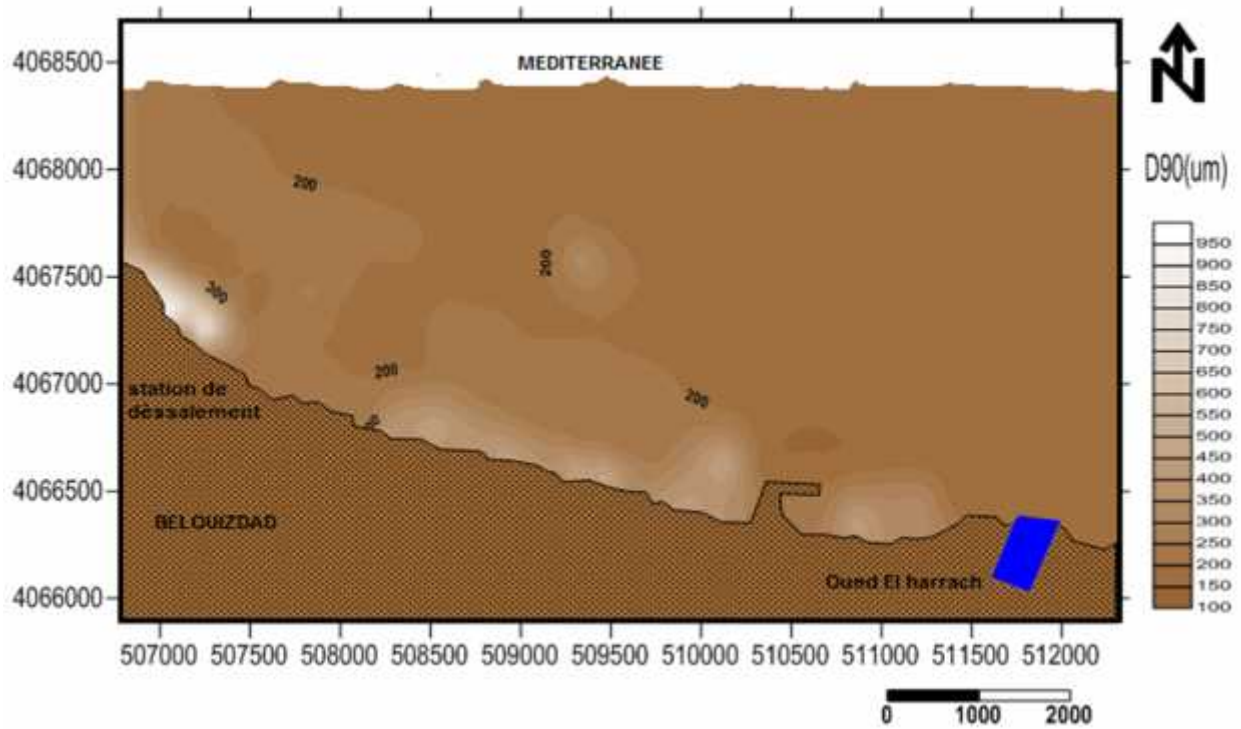


Figure n°III.17 : Carte de la répartition du décile supérieur (D90)

### 3.3. Les indices granulométriques :

#### 3.3.1. Indice de classement :

Les valeurs de  $S_0$  obtenus dans le site Sablettes varient entre 1 et 2. Donc les sédiments de la région sont *mal triés*.

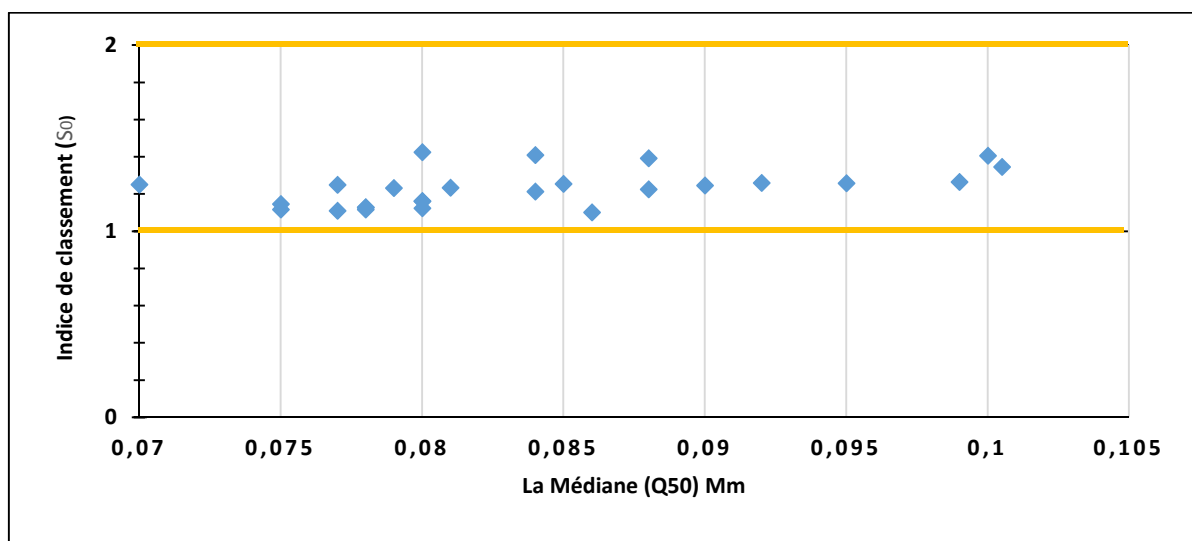


Figure n°III.18 : Relation entre l'indice de classement  $S_0$  et la médiane

### 3.3.2. Le coefficient d'asymétrie :

Les valeurs de l'indice d'asymétrie des échantillons prélevés varient autour entre 0.1 et 0.2, Donc cela traduit *asymétrie positif* dans notre zone d'étude.

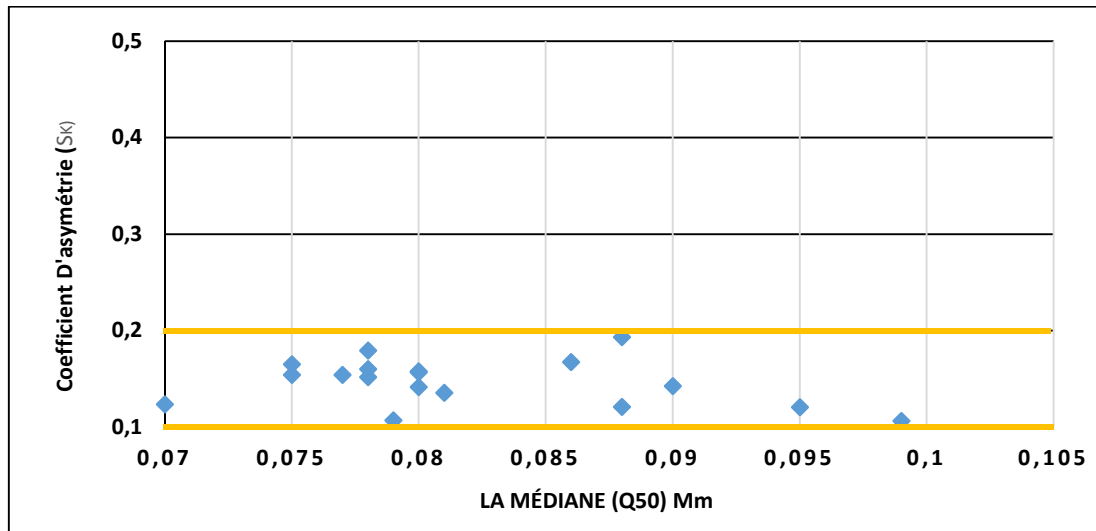


Figure n°III.19 : Relation entre l'indice de classement  $S_k$  et la médiane

### 3.4. Analyse modale :

#### 3.4.1. Le mode granulométrique :

Le mode 63 et 80 $\mu$ m est le plus largement représenté dans la zone d'étude avec plus de 20%.

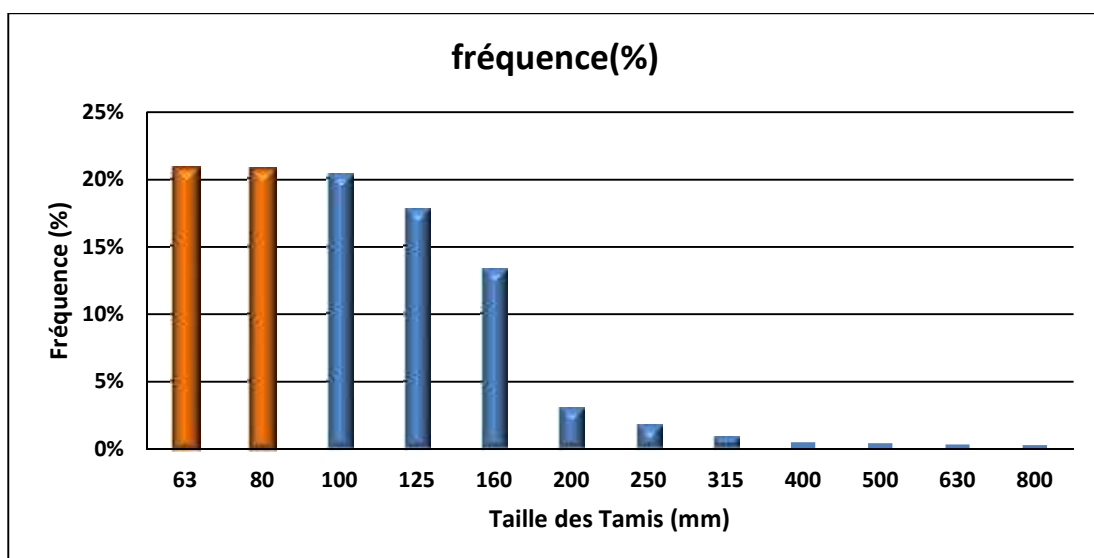
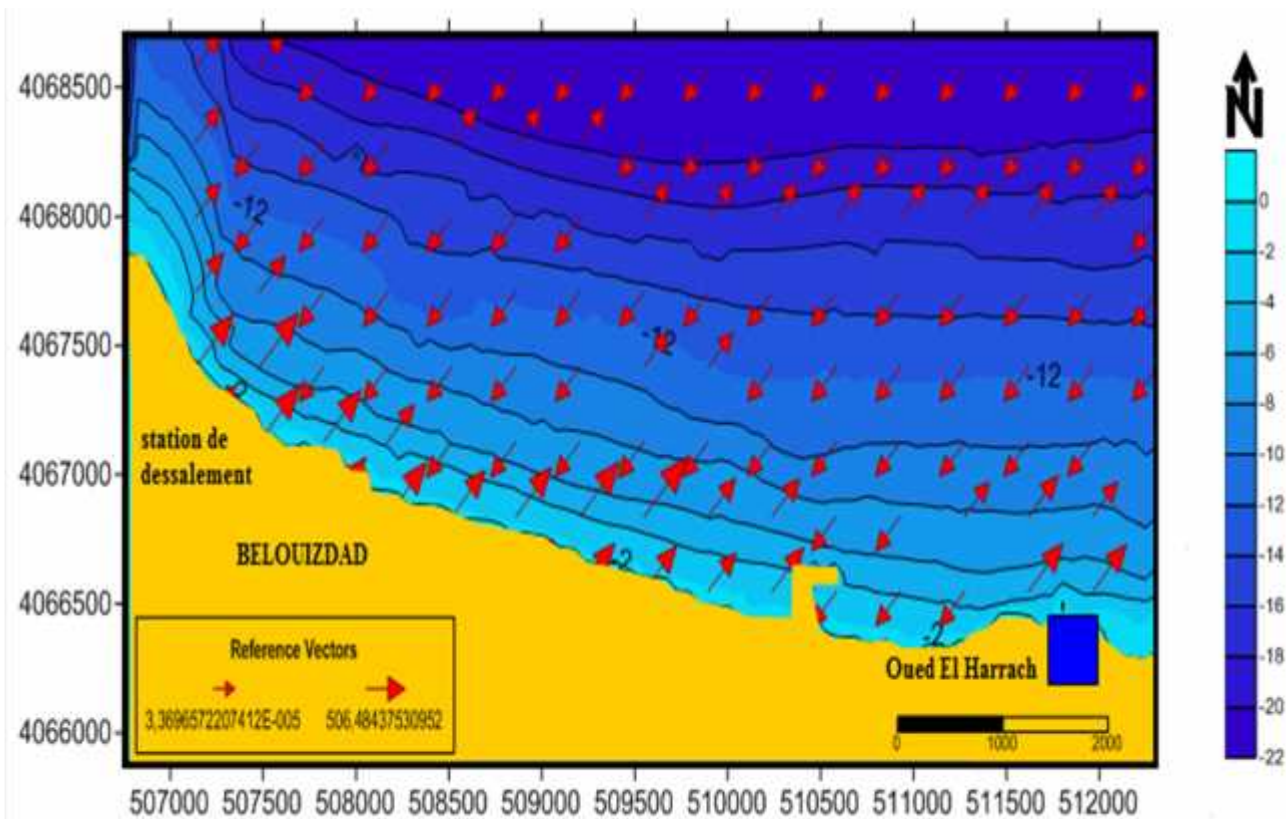


Figure n°III.20 : Fréquence d'apparition des modes.

### 4. Interprétation des résultats de GSTA :

Dans cette partie de l'étude, nous avons tenté de déterminer les trajectoires principales du transport sédimentaire par une approche basée sur la distribution spatiale et la comparaison des paramètres granulométriques usuels, la taille moyenne, le tri et l'asymétrie de la Distribution sédimentaire. La fiabilité des résultats dépend de la taille des vecteurs, plus le module est grand plus le résultat est fiable.

A partir des résultats obtenus de La modélisation du transport sédimentaire (**Figure n°III.21**) avec le modèle de GSTA, nous déduisons que les sédiments ramenés par la transite sédimentaire sont ensuite entraînés vers le large par le courant de retour qui explique le problème d'érosion côtier dans la plage des Sablettes.



**Figure n°III.21** : la modélisation du transport sédimentaire par le modèle GSTA

### 5. Interprétation de l'application du Modèle SWAN :

A l'aide de logiciel Surfer 11, on a créé les couches suivantes : la Bathymétrie, la houle significative, la direction de propagation des vagues. Ces couches qui vont être superposées pour arriver à cartographie six (06) cartes. Les caractéristiques de la houle avant déferlement pour chaque site sont données dans le tableau suivant :

**Tableau n° III.01 : hauteur et coefficients de réfraction à la profondeur -10m**

Direction(°)	Période en (s)	Hauteur de la houle au large Hs (m)	Hauteur de la houle (m) à (10m)	Coefficient de réfraction Kr à 10m	Angle d'arrivée(°)
<b>N315°</b>	6	1.1	0.58	0.53	N335°
	8	2.64	1.25	0.47	N341°
	10	4.53	2.23	0.49	N347°
<b>N360°</b>	6	1	0.91	0.91	N01°
	8	2.67	2.37	0.89	N01°
	10	4.92	4.2	0.85	N02°
<b>N45°</b>	6	1.09	0.87	0.80	N35°
	8	2.56	1.94	0.76	N30°
	10	5.05	3.76	0.74	N26°

#### 5.1.Action des houles de direction (N 360°) :

Les **Figures n°III.22 et n°III.23** représentent les résultats issus de l'application de la réfraction pour une houle de (360°), avec une période de (10 s). La propagation se fait de façon frontale avec un coefficient de réfraction Kr égale à 0.85, On remarque aussi que le coefficient de réfraction et d'autant moins important dans une période de (10s) et plus important dans les houles de période de (6 et 8s) égale respectivement à 0.91 et 0.89.ces houles atteignent le trait de côte sans qu'elles changent de direction.

Pour les houles significatives elles varient entre [0-5m] et se répartissent d'une décroissance du large à la côte.

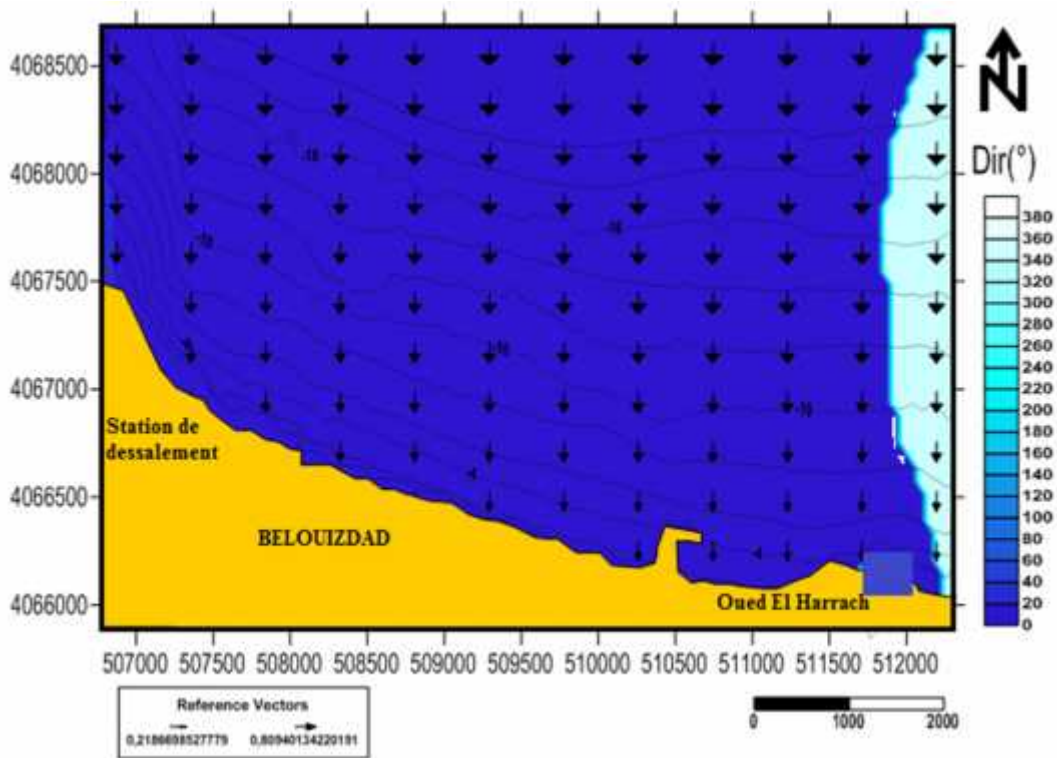


Figure n°III.22 : Propagation des houles du Nord (360°) vers la côte

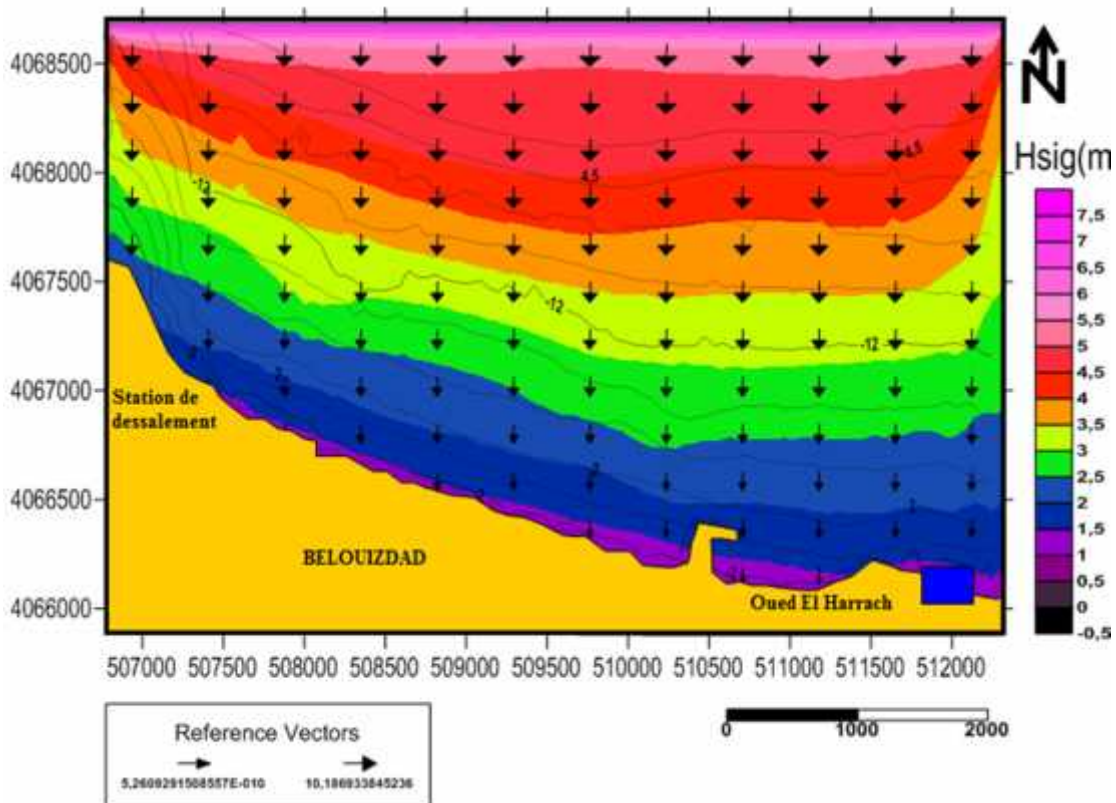
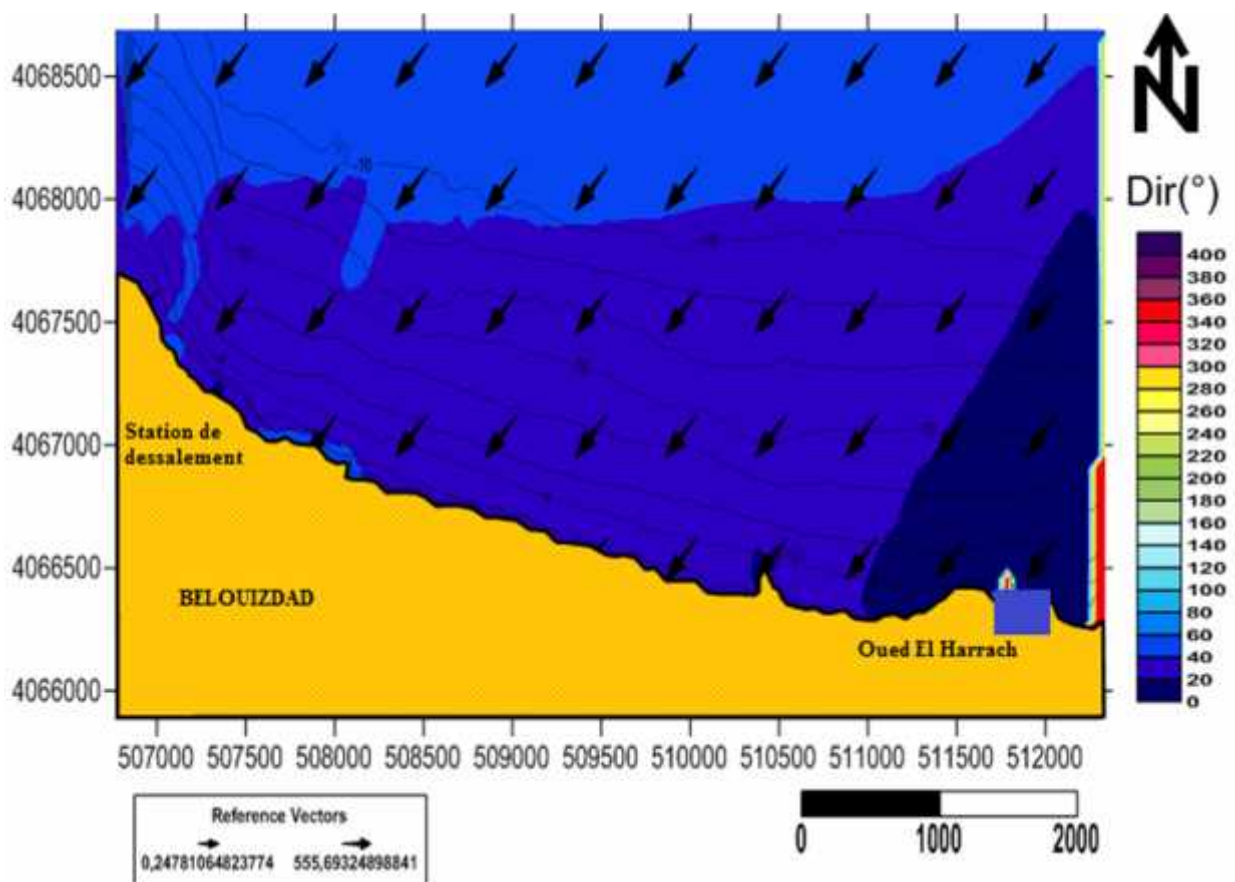


Figure n°III.23 : Estimation des houles significatives du Nord (360°) vers la côte

### 5.2. Action des houles de direction (N 45°) :

Les **Figure n°III.24 et n°III.25** représentent les résultats issus de l'application du programme SWAN pour une houle de (45°) avec une période de (10s), la propagation se fait de façon frontale avec un coefficient de réfraction en moyenne égale à 0.74, ces houles perdent une partie de leurs énergie, on remarque une diminution de l'énergie de la houle au fur et à mesure de l'évolution de la houle vers la côte.



**Figure n°III.24 :** Propagation des houles du Nord-Est (45°) vers la côte

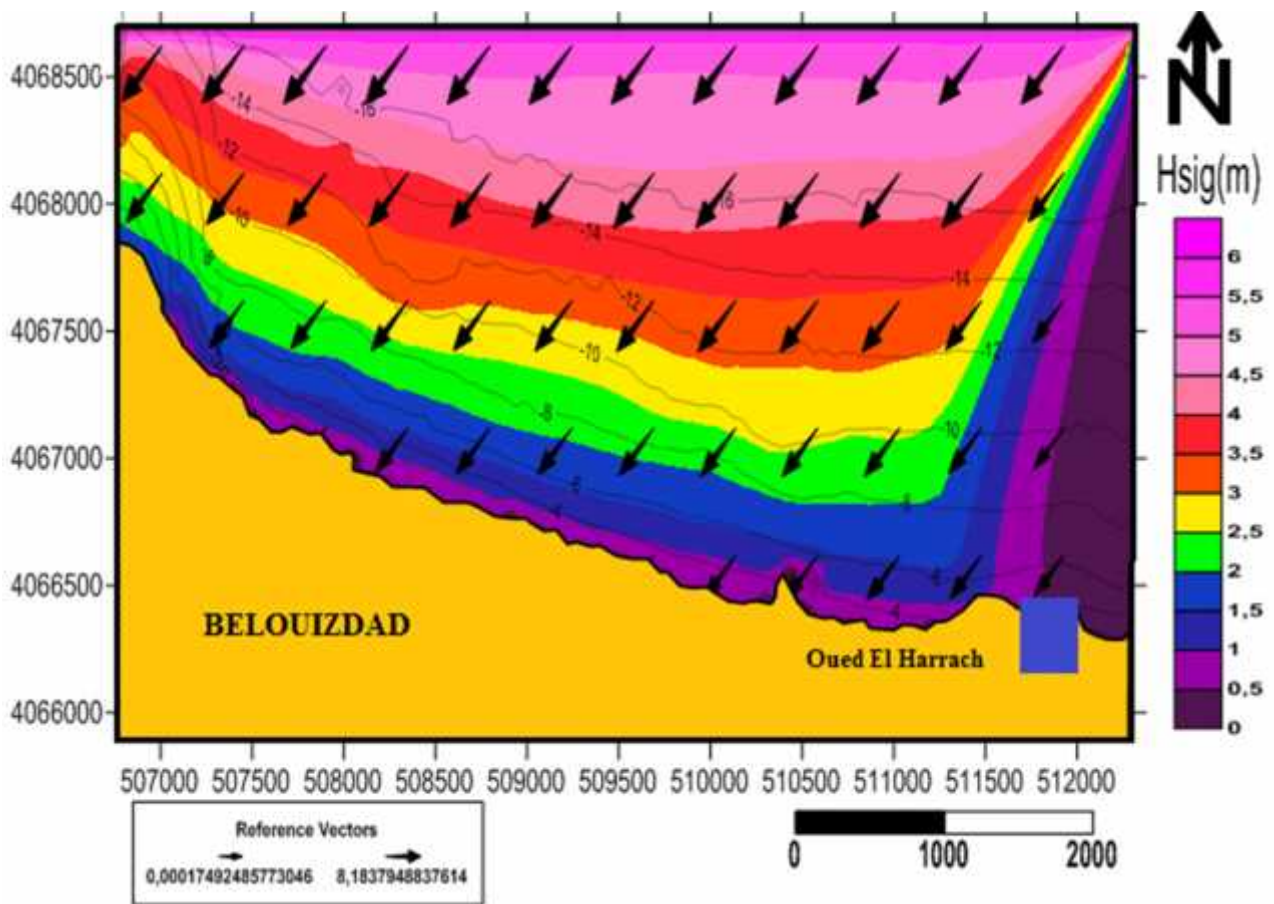
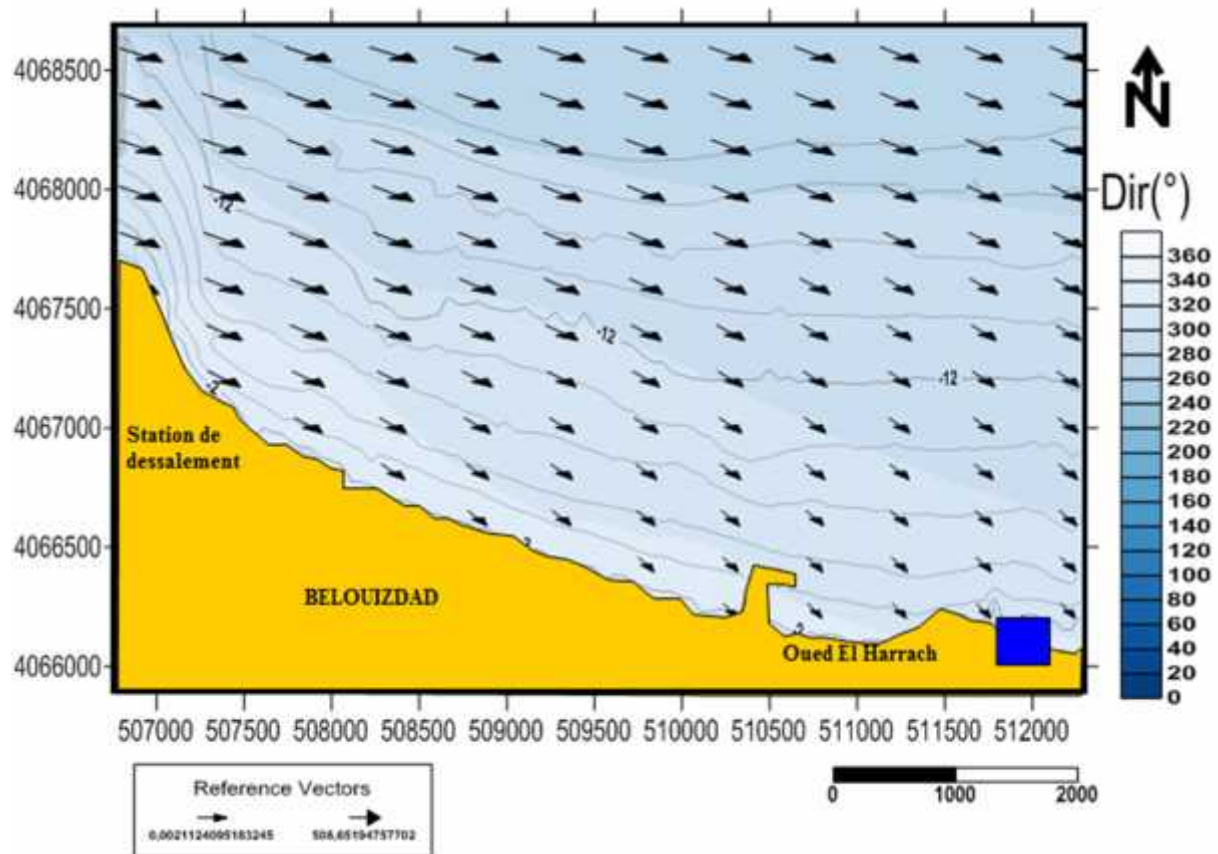


Figure n°III.25 : Estimation des houles significatives du Nord-Est ( $45^\circ$ ) vers la côte.

### 5.3. Action des houles de direction (N 315°) :

Les **Figure n°III.26** et **n°III.27** représentent les résultats issus de l'application du programme SWAN pour une houle de (315°) avec une période de (10s), les houles de cette direction sont les plus réfractées avec des coefficients de réfractions  $K_r$  qui varient entre **0.47** et **0.53**, ces houles perdent en moyenne 50% de leurs énergies au large.



**Figure n°III.26** : Propagation des houles du Nord-Ouest (315°) vers la côte

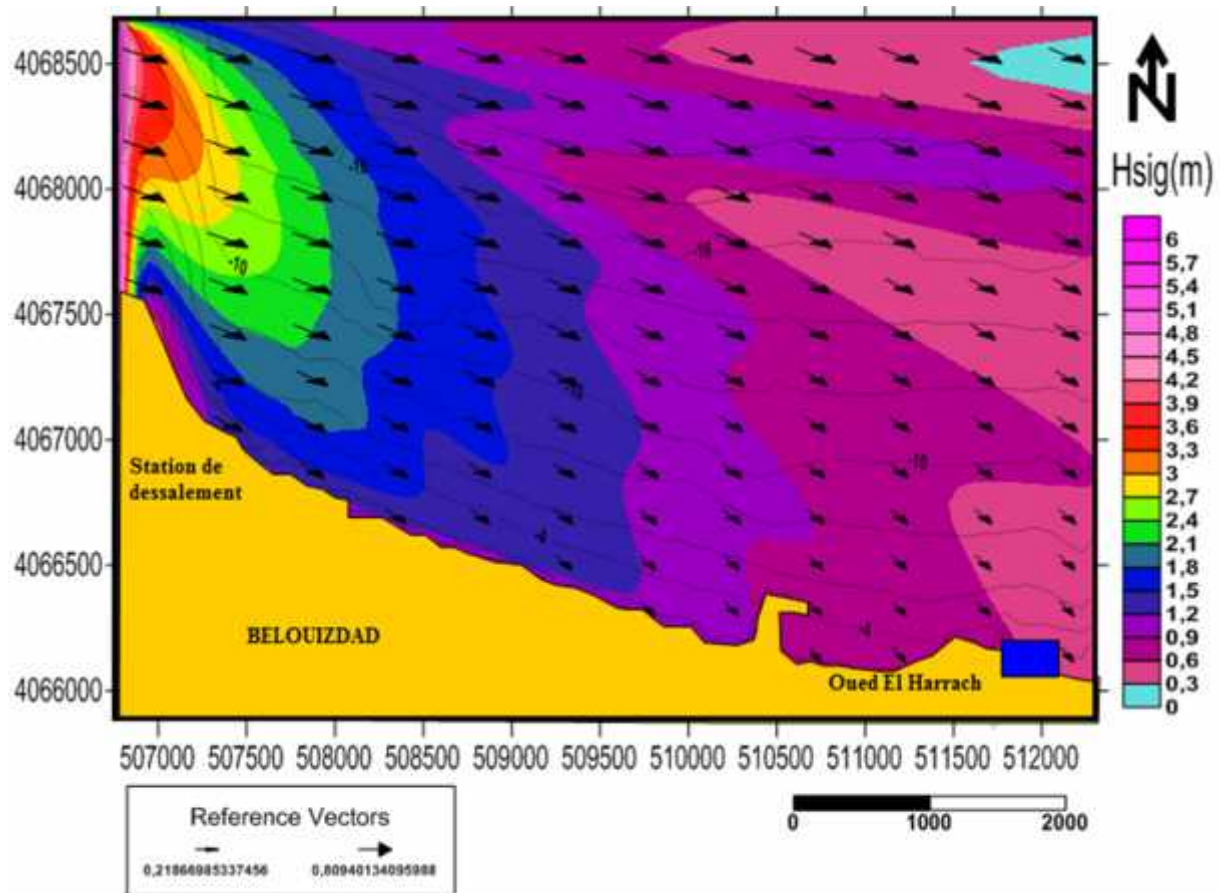


Figure n°III.27 : Estimation des houles significatives du Nord-Ouest (315°) vers la côte.

Les houles les plus énergétiques et qui peuvent influencer sur notre zone « les Sablettes » sont les houles de secteur Nord et Nord-Ouest, d'où il est nécessaire de les prendre en considération pour l'étude des phases de dimensionnement.

### 6. Analyse des variations historiques de la ligne de côte de la plage des Sablettes :

Le trait de côte, ou ligne de rivage, c'est une notion qui peut par exemple permettre de mesurer la longueur des côtes, de quantifier les conséquences des phénomènes de conflit entre la terre et la mer... Malgré son utilité, cette ligne est par essence même imprécise et mobile.

Le recul du trait de côte n'est pas un phénomène récent mais son ampleur s'est accrue au cours des dernières décennies. Ses conséquences sont souvent difficiles à observer dans les conditions dynamiques les plus habituelles, mais les tempêtes, en accélérant les processus érosifs de manière spectaculaire et en mettant en péril des espaces urbanisés ou naturels, viennent régulièrement nous rappeler la fragilité de l'espace littoral.

Les zones sableuses de la baie d'Alger y compris la plage des Sablettes ont subis d'importance variations, il y a eu un recul généralisé du trait de côte sableux dans la baie.



**Figure n°III.28 : évolution du trait de côte de la partie Est des Sablettes Google Earth (2001- 2016).**



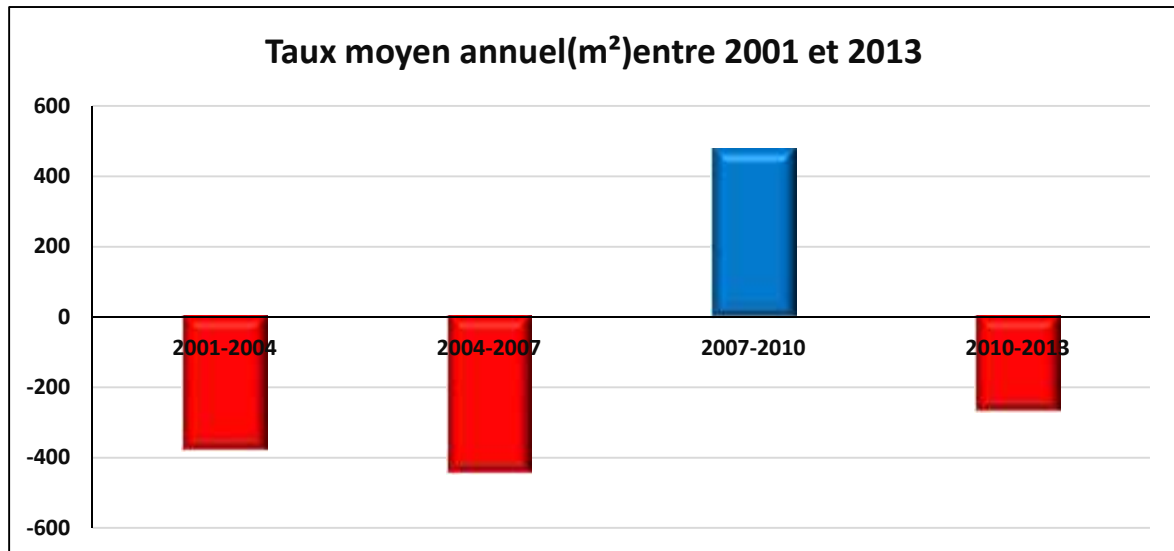
**Figure n°III.29** : évolution du trait de côte de la partie Ouest des Sablettes **Google Earth** (2001- 2016).

**Tableau n° III.02** : Bilan des taux de surface d'érosion et d'accumulation du trait de côte de Sablette entre 2001 et 2016

la période	taux d'accrétion	taux d'érosion	Moyenne (Accrétion-érosion) (m <sup>2</sup> )	Taux moyen annuel (m <sup>2</sup> )
2001-2004	(+) 193,59	(-) 1327,97	(-) 1134,37	(-) 378,12
2004-2007	(+) 134,28	(-) 1463,38	(-) 1329,09	(-) 443,03
2007-2010	(+) 1591,99	(-) 161,94	(+) 1430,04	(+) 476,68
2010-2013	(+) 51,92	(-) 854,95	(-) 803,02	(-) 267,67
2013-2016	(+) 28 199,49	(-) 0	(+) 28 199,49	(+) 9399,83
2001-2013	(+) 1971,80	(-) 3808,26	(-) 1836,45	(-) 612,15

D'après le tableau ci-dessus, le bilan général de l'état d'évolution des surfaces est estimé à une perte de **3808, 26 m<sup>2</sup>**, durant une période de 12 ans, soit **(-) 317,35 m<sup>2</sup>/an**.

L'analyse du **Tableau n° III.02** et de l'histogramme suivant montrent d'une façon synthétique, que dans notre zone d'étude l'érosion a pris l'avantage sur l'engraissement.



**Figure n°III.30** : Diagramme de l'évolution annuelle de la ligne de côte de site des Sablettes.

Le diagramme ci-dessus exprime les différents taux d'érosion interannuels estimés en moyenne, dont le taux minimum est de **(-267,67m²/an)** durant une période de trois ans (**2010-2013**) d'une part. D'autre part le taux maximum **(-443,03 m²/an)** s'étale sur une période de trois ans (**2004-2007**). citer un cas d'accumulation **(476,68 m²/an)** ayant lieu durant la période (**2007-2010**).

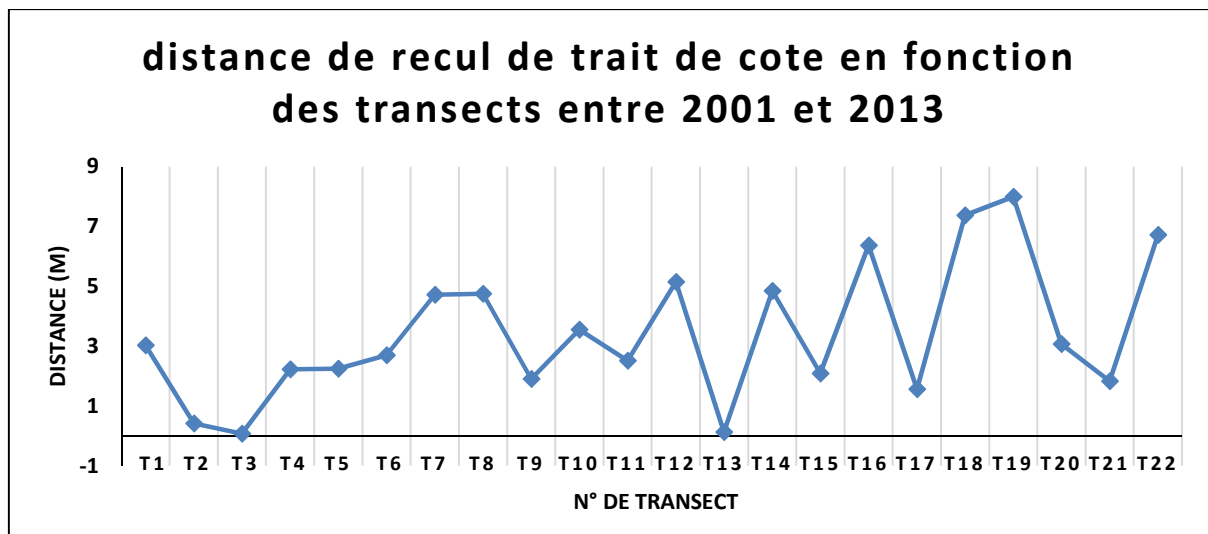


Figure n°III.31 : Carte de l'évolution du trait de côte de Sablottes entre 2001et 2016.

En effet, toute la plage des Sablettes présente une récession nettement supérieure comparée à l'accrétion, et pour bien montrer les différents points de calcul de ce recul, on a mesuré cette distance par rapport à chaque transect au nombre de 22 représentés dans le **tableau n° III.03**

**Tableau n° III.03** : Distance de recul de trait de côte entre 2001 et 2013 en fonction des transects.

N° transect	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
distance en (m)	(-) 3,02	(-) 0,41	(-) 0,07	(-) 2,22	(-) 2,24	(-) 2,69	(-) 4,71	(-) 4,75	(-) 1,90	(-) 3,55	(-) 2,51
N° transect	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22
distance en (m)	(-) 5,15	(-) 0,12	(-) 4,84	(-) 2,08	(-) 6,36	(-) 1,56	(-) 7,37	(-) 7,99	(-) 3,07	(-) 1,82	(-) 6,72



**Figure n°III.32** : Diagramme des Distances de recul par rapport à chaque Transect.

La figure précédente représente le diagramme des distances de recul par rapport à chaque transect. Le recul est élevé et atteint son maximum à (7,99m).

- **Interprétation :**

Dans notre zone les Sablettes, les variations historiques de trait de côte sont surtout liées au débit solide d'oued El Harrach celui même dépend de son bassin versant, ainsi les différents travaux d'aménagement et de dragage d'oued El Harrach.

- **2001- 2007 :** Durant cette période, l'action anthropique se trouve être la plus grande cause de l'érosion. Ce recul rectiligne (2001-2007) est dû à l'urbanisation, le piétinement, accentué par la construction de la route front de mer et l'arasement des dunes qui n'ont fait qu'empêcher et freiner les échanges, et ensuite aggraver la situation.
- **2007-2010 :** l'engraissement remarqué et approuvé par les images satellitaires est dû à l'augmentation de rapport solide ramené par oued el Harrach, et qui correspond au période de crue.
- **2010-2013 :** l'érosion reprenne après le prolongement des épis de l'embouchure d'oued el Harrach ce qui a diminué la quantité des sédiments qui alimentent la plage.
- **2013-2016 :** il y a une accrétion énorme grâce aux travaux de rechargement artificiel et d'aménagement de la promenade des Sablettes.

**Chapitre IV : Risque et vulnérabilité, aménagements adoptés, et  
prospection**

Le site des Sablettes est menacé par le phénomène d'érosion et de submersion dont on a confirmé par les résultats d'étude de l'évolution de trait de côte dans le chapitre précédent, dans ce chapitre on va expliquer ces risques, présenter les mesures de protection et d'aménagement adopté, et finalement développer une approche prospective pour pré estimer l'impact de ces aménagement en générale.

### **1. Les risques et la vulnérabilité de site des Sablettes :**

Le littoral est l'interface qui existe entre la terre et la mer, c'est une zone très mobile et évolutive directement soumise aux phénomènes marins, et particulièrement sensible aux Risques côtiers ou (littoraux) majeurs ainsi qu'à la submersion et l'érosion (**Achachi et Boudjemai., 2010 in Belabbas, K. (2015).**

Ces risques sont étroitement liés lors des tempêtes marines dues aux changements climatiques, à la surélévation du plan d'eau et à l'énergie des houles d'autre part le recul du littoral et la disparitions des cordons dunaires rendent les aménagements et la vie humaine plus vulnérable faces à la submersion marine.

À l'instar des perturbations atmosphériques d'Alger, notre zone d'étude subirait d'avantage des événements plus remarquables voir en principe la submersion et les tempêtes occasionnelles à mesure que les conséquences du changement climatique (alea) se feront sentir d'avantage.

Le risque résulte de la combinaison d'un aléa avec les enjeux "les Sablettes" est une zone à multiple enjeux qui sont l'ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par ce phénomène, elle représente à la fois une vulnérabilité institutionnelle et territoriale qui est les conséquences dommageables de cet aléa sur les enjeux.

On peut envisager les risques naturels suivants :

#### **1.1. les risques d'érosion et de la submersion :**

La frange côtière algéroise y compris notre zone d'étude (les Sablettes) représente un risque de submersion, ce dernier serait plus important dans les années à venir puisque ces événements hydriques occasionnels (tempêtes, surcote...) et l'élévation contemporaine du niveau de la mer seront plus accentués en raison des impacts générés par le changement climatique.



**Figure n° IV.01.**Risque de submersion en baie d'Alger, **source: BRGM., 2013 in Belabbas, K. (2015)**

D'après la projection sur l'Evolution de niveau de la mer, l'élévation de niveau de la mer accélère le phénomène de l'érosion et freine la reconstitution des plages après les tempêtes ; il est aussi possible capable de modifier la circulation sédimentaire et les courants littoraux qui affect par la suite l'alimentation des plages en sédiments.

**Tableau n° IV.01:**Linéaire de littoral de la wilaya d'Alger concerné par classe de risques (en%), **source: BRGM, 2013**

	Fort (Km)	Moyen (Km)	Faible (Km)
Risque d'érosion	22.4%	62.2%	15.4%
Risque de submersion	13.1%	73.6 %	13.3 %

**Tableau n° IV.02:**Linéaire de littoral à l'horizon 2030 de la wilaya d'Alger concerné par classe de risques (en %), **source: BRGM, 2013**

	Fort (Km)	Moyen (Km)	Faible (Km)
Risque d'érosion	29.5%	56.6%	13.9%
Risque de submersion	15.2%	71.5%	13.3%

Environ **22%** du linéaire côtier de la wilaya d'Alger est considéré en **risque fort d'érosion**, et **13%** en **risque fort de submersion**.

### 1.2. Les séismes et les tsunamis :

La côte algérienne est considérée comme une zone à forte sismicité. Il s'agit des séismes relativement superficiels (profondeur > 20 km).

Plusieurs scénarios ont été élaborés sur les principales failles actives proches de la wilaya d'Alger, Séisme maximal possible :

- séisme de période de retour 475 ans (soit 10% de probabilité de dépassement sur 50ans).
- Séisme de période de retour 75 ans (50% de probabilité de dépassement sur 50 ans).

L'activité sismique provoque également les tsunamis. D'après les événements historiques connus la hauteur d'eau de rivage va atteindre 2 m avec une survenance de quelques décennies à 100 ans. (EGIS EAU/ IAU-IDF/BRGM 2013) in Belabbas, K. (2015)

### 1.3. Les glissements des terrains :

La région algérienne présente une certaine instabilité des terrains naturels :

- Les glissements de terrain superficiel, à cinétique rapide.
- Les glissements de terrain à cinétique lente.
- Les chutes de pierres et de blocs.

### 1.4. Les inondations :

Notre zone d'étude est proche de deux oueds permanents, ce qui présente des risques d'inondation :

- **Oued El Harrach** : débordement pour une période de retour de **10 ans**, forte incidence sur les crues (voies ferrées, rocade, RN5, autoroutes)
- **Oued El Hamiz** : débordement pour une période de retour de **5 ans**, faible incidence sur les crues.

### 2. Projet d'aménagement de la promenade des Sablettes :

Dans le cadre de la consultation internationale d'urbanisme portant sur le plan d'aménagement et de développement de la baie d'Alger, le groupe Arte Charpentier Architectes, déclaré lauréat, a eu la charge d'établir un plan de cohérence urbaine sur le long terme à l'échelle de la baie 50Km de longueur sur 500 mètres de profondeur

Le premier axe du plan de cohérence c'est l'Eco-urbain mettant en relief des projets prioritaires pour revaloriser la façade maritime et requalifier l'espace : restitution du centre historique, connexions de la ville à la mer, accès aux plages

La réhabilitation de la grande promenade de la baie, qui s'étend de 43 Km constitue plusieurs séquences. Elle a pour but de garantir la stabilité du trait de côte d'une part et de renouer le lien ville-mer d'autre part, en réfléchissant sur des solutions qui permettront un développement durable et harmonieux avec l'activité touristique (**Figure IV.02**).

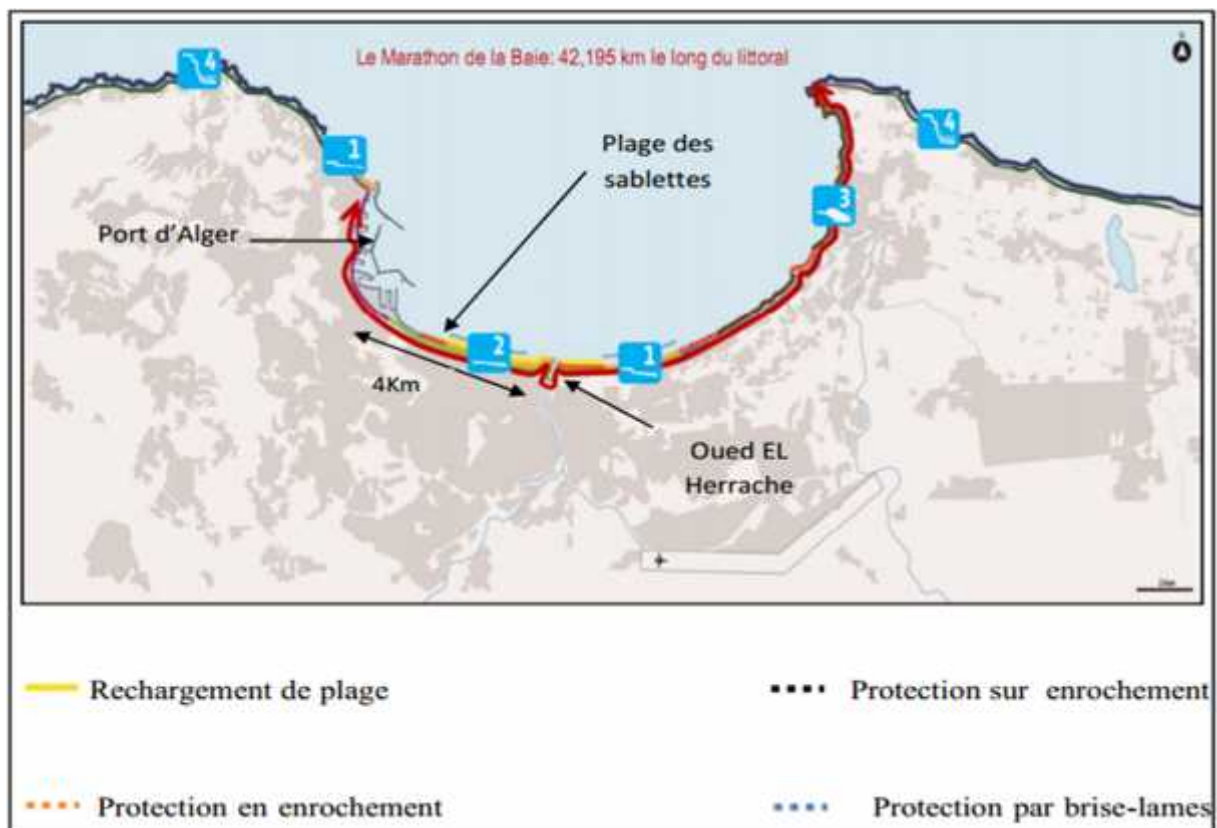


Figure IV.02: l'aménagement de la grande promenade de la baie (LEM ;2013).

La plage dite « les Sablettes » fait partie des sites retenus sur la baie d'Alger par le grand projet urbain 2009-2029. Cette opération consiste en une action de valorisation et de protection de la plage, dans l'esprit du grand projet de la baie d'Alger. La plage est située entre le port d'Alger à l'Ouest et l'embouchure d'Oued El Harrach à l'Est sur une longueur de 4 Km (**Figure IV.02**).

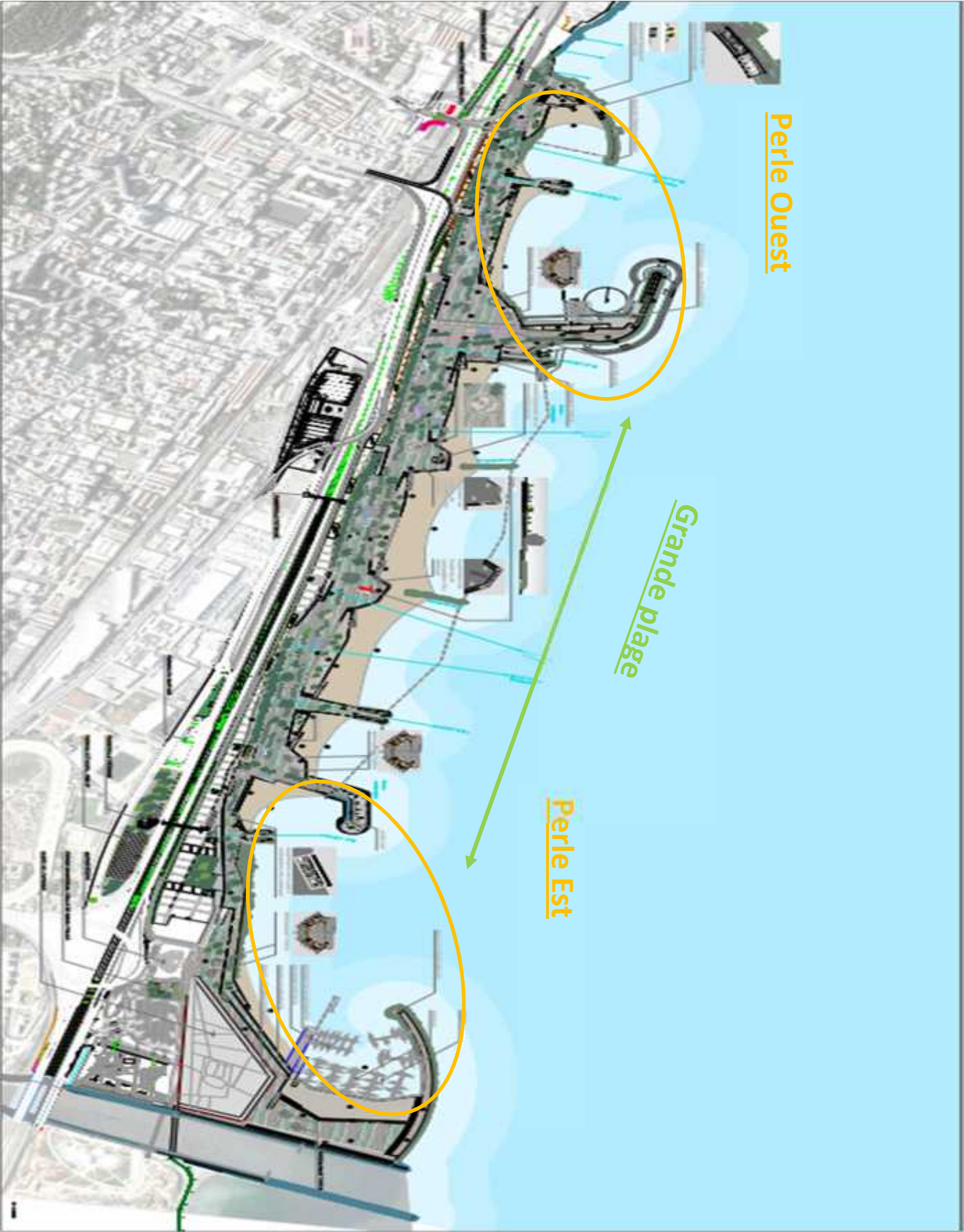


Figure n° IV.03 : plan de masse de projet des Sablettes (LEM, 2014)

### 2.1. Les ouvrages d'aménagement:

#### 2.1.1. L'épi en L coté Est :

Cet épi, long de 400m en forme de L, est implanté à environ 1360m à l'ouest de l'embouchure d'Oued El Harrach et devra abriter un quai accostable de 100m pour l'activité de plaisance, il est orienter vers l'Est.

#### Description de la variante définitive :

L'ouvrage construit doit être complété par :

- La surélévation du chemin de roulement à +3.50m.
- introduction d'un muret du coté extérieur arasé à +4.5m.
- rehaussement de la carapace à cette même cote.
- Mettre en place un tapis anti affouillement à partir du coude jusqu'au musoir (profil D, E, F, G et H).
- Mettre en place une contre butée en enrochement (0.5-1t) sur le même tronçon (profils D, E, F, G, et H).

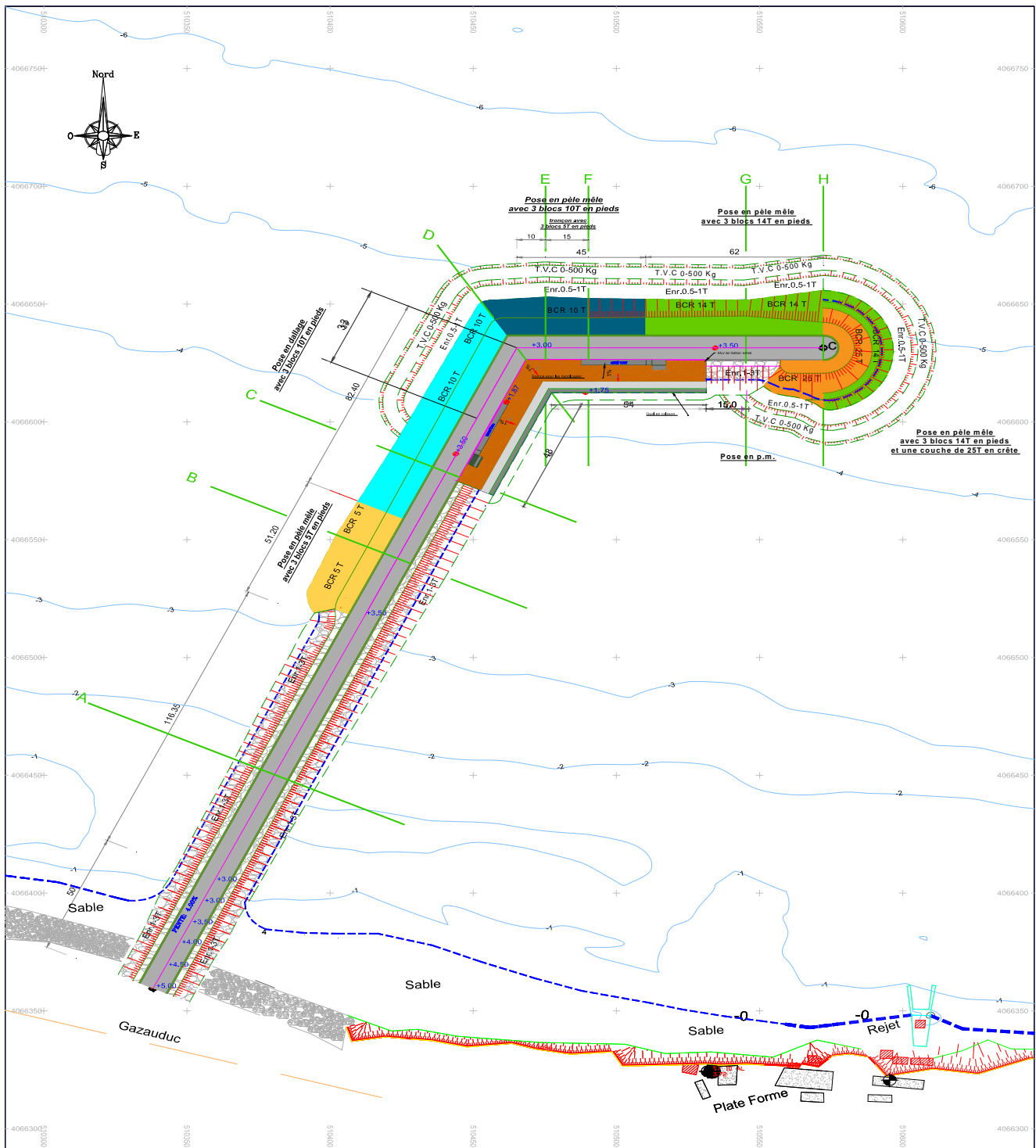


Figure n° IV.04 : le plan de masse de l'épi en L. (LEM, 2014)

### 2.1.2 La jetée ouest :

Pour les paramètres d'implantation, il est pris en considération les orientations fixées pour l'aménagement du site dans le cadre du projet de la baie d'Alger (gain de terre sur la mer, de 80 à 100 m), les exigences sont principalement de prévoir une jetée accostable pour le transport urbain maritime.

L'ouvrage retenu aura une forme de L, compte tenu du régime de houles et du transit sédimentaire dominant (Est – Ouest), et contrairement au premier ouvrage, la présente jetée sera orientée vers l'Ouest. Cette orientation permet d'avoir, à priori, des zones calmes en tête en vue de la création d'un quai accostable pour les besoins du transport urbain maritime.

Ainsi, la 2<sup>ème</sup> jetée est implantée à environ 1200 ml à l'Ouest de la première jetée. Sa longueur totale, ne prenant pas en considération la bande de 100m relative à la largeur des terres pleins, est de 600 ml dont un tronçon d'environ 200 ml est orienté parallèlement à la ligne du rivage. Le pied de la jetée du côté intérieur, éventuellement accostable, se situera à la profondeur moyenne de - 7.00m.

#### Bases du calcul

- longueur totale de la jetée : **600 ml** (hors largeur de la bande des 100m)
- linéaire total de quai : **165 ml**
- surface totale du quai : **4270 m<sup>2</sup>**
- surface totale du Terre-Plein Central (TPC): **22500 m<sup>2</sup>**
- longueur de l'appontement : **80 ml**
- poids volumique moyen du TVC : **2.1 t/m<sup>3</sup>**
- poids volumique moyen des enrochements : **1.85 t/m<sup>3</sup>**
- indice des vides des couches de BCR : **0.47**

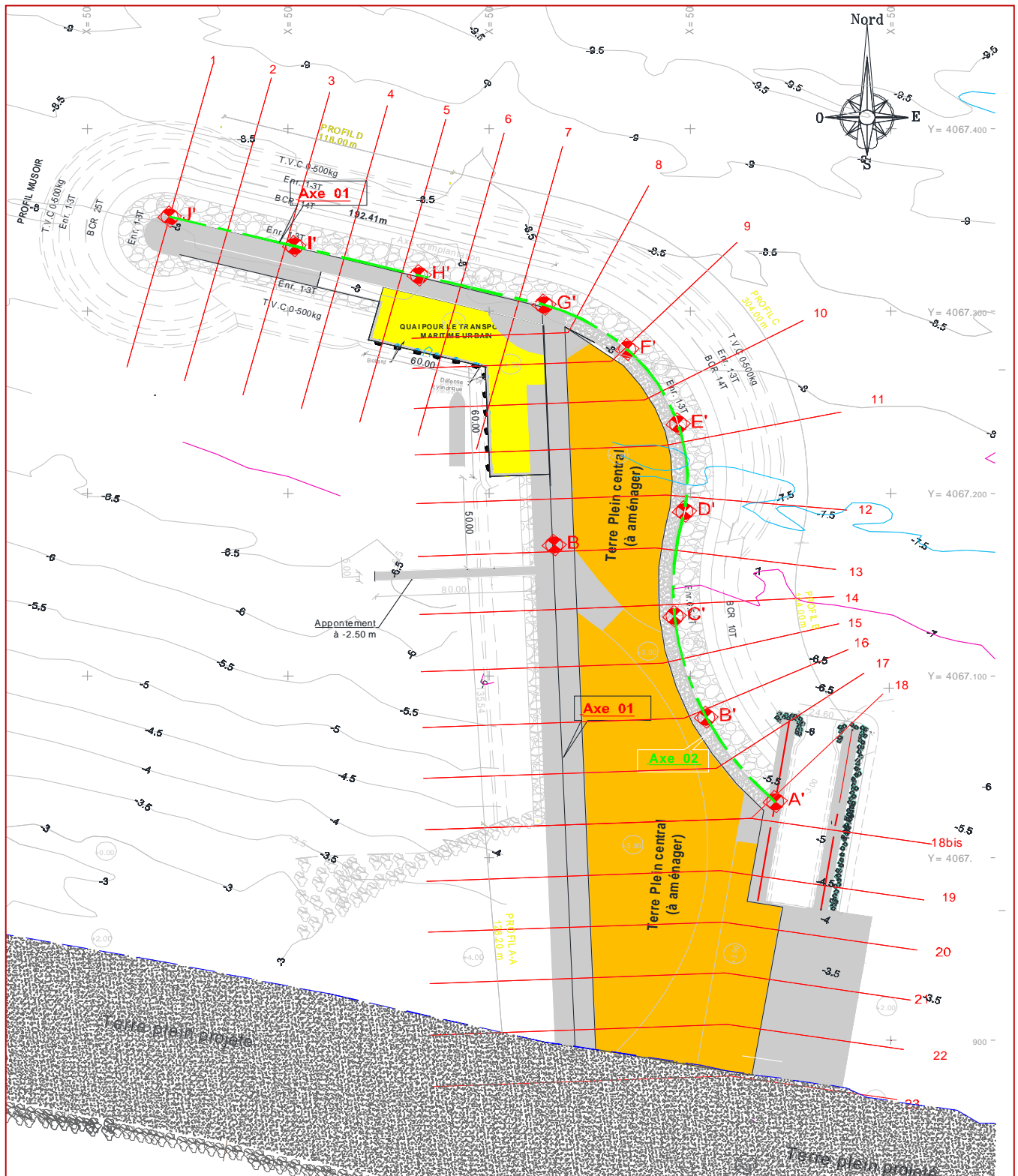


Figure n° IV.05 : le plan de masse de la jetée Ouest. (LEM, 2014)

### 2.2 Les aménagements de protection :

Les méthodes de défenses envisagées pour le site des Sablettes visent à limiter le franchissement et faire face contre les risques des submersions.

#### 2.2.1. Les ouvrages de haute plage :

Ils sont réalisés entre le haut de plage et les infrastructures situées immédiatement au-dessus. Ce type d'ouvrage (digue, perré, enrochement), bien qu'il assure une protection immédiate des infrastructures côtières, ça permettrait de gagner largeur de plage sèche en diminuant le volume de sable nécessaire. Il aurait comme effet additionnel celui de contrôler la position de la zone de déferlage de la houle (agissent comme une barre fixe), et refléterait une partie de l'énergie de la houle qui lui arrive, en diminuant l'énergie qui arrive à la plage. Ils n'assurent ni la protection des zones voisines à l'amont ou à l'aval du transport littoral, ni l'arrêt du recul du rivage au droit de leur implantation ou des zones voisines. L'érosion au droit de l'ouvrage est masquée par le maintien de la ligne de cote mais la plage et les petits fonds continuent leur régression.

#### 2.2.2 Rechargement artificiel:

La création d'une dune bordière et l'alimentation artificielle des plages sont proposées comme des solutions environnementales intéressantes contre l'érosion et le recul du littoral sableux (PASKOFF.R, 1993). Cette solution convient au contexte et à l'esprit même du « grand projet de la baie d'Alger » dans lequel le site 'les Sablettes' est partie prenante. Il s'agit par conséquent d'étudier son rechargement artificiel en vue de sa réhabilitation comme une zone balnéaire.

Le rechargement constitue une solution de protection du littoral, son intérêt principale est de recharger la zone érodée pour élargir le haut estran afin de créer une plage à utilisation balnéaire, c'est -à-dire non recouverte par les pleines mers, plus étendue. Ceci dans le but de veiller à la sécurité des ouvrages de bordure de mer et de rendre à la plage son rôle de défense contre la mer. Un rapport de sable sur une plage a pour objectifs d'augmenter la superficie de la plage et de limiter l'énergie de la houle en haut de plage compenser l'effet des phénomènes naturels et donc de stabiliser la plage.

Un rechargement en sable nécessite au préalable de rechercher des gisements potentiels et de s'assurer de l'adéquation du sable apporté avec celui de la plage (granulométrie, couleur).

Deux solutions sont envisageables :

- L'extraction en mer plus lointaine, dans des zones où le gisement est présent.
- L'extraction en carrière.

### 2.2.2.1. Le Principe de rechargement :

L'établissement et la méthodologie de conception d'un projet de rechargement de plage par alimentation artificielle requiert les études suivantes :

- Détermination du régime sédimentaire sur le site du projet et les sites adjacents et du déficit de l'alimentation en matériaux de la zone concernée.
- Choix des matériaux d'emprunts pour le remblaiement initial de la plage, son alimentation périodique ultérieure, la détermination de l'excédent des matériaux d'emprunts à mettre en place sur la base de la comparaison entre le sable naturel de la plage et le matériau d'emprunt.

Le rechargement artificiel de la plage avec un sable de carrière afin d'augmenter la largeur de la plage protégeant ainsi les aménagements qui longent la côte.

### 2.2.2.2 Les étapes de rechargement

Dans le cadre de notre étude, l'opération de rechargement artificiel de la plage « les Sablettes » se fera selon les étapes suivantes selon les recommandations des guides français **LCHF** et américains **SPM** de protection :

- Etude des profils : les résultats des profils concernant le site, nous font observer que des profils à la côte sont presque tous similaires avec une pente de l'ordre de 1%.  
Donc cette plage se caractérise par une pente douce, presque régulière.
- Etude granulométrique : il est important de faire l'étude de la distribution granulométrique des matériaux d'emprunts et celle des sédiments in-situ de la plage naturelle (en évitant que les éléments fins de l'apport ne soient introduits).

Dans le cas de ce projet on n'a pas pu faire cette comparaison en raison de l'insuffisance de sédiment in-situ.

- Largeur de la plage : il convient de déterminer la largeur de la plage au-dessus des plus hautes eaux qui doit avoir une largeur minimale, lui permettant d'assurer son rôle de protection de l'arrière plage contre l'effet de la houle. **L>15 m**
- zone d'accueil des baigneurs : déterminer la surface (S) de la plage émergente qui permet d'accueillir le nombre N de touristes prévu : **S >N**

La surface de la plage aérienne= **640.000 m<sup>2</sup>**

Avec une surface individuelle minimale comprise entre 4 et 6 m<sup>2</sup> par personne en zone urbaine, en Algérie on prend 4 m<sup>2</sup> pour chaque individu. Donc les superficies ainsi aménagées répondraient à l'achalandage de 160.000 baigneurs sur cette nouvelle plage

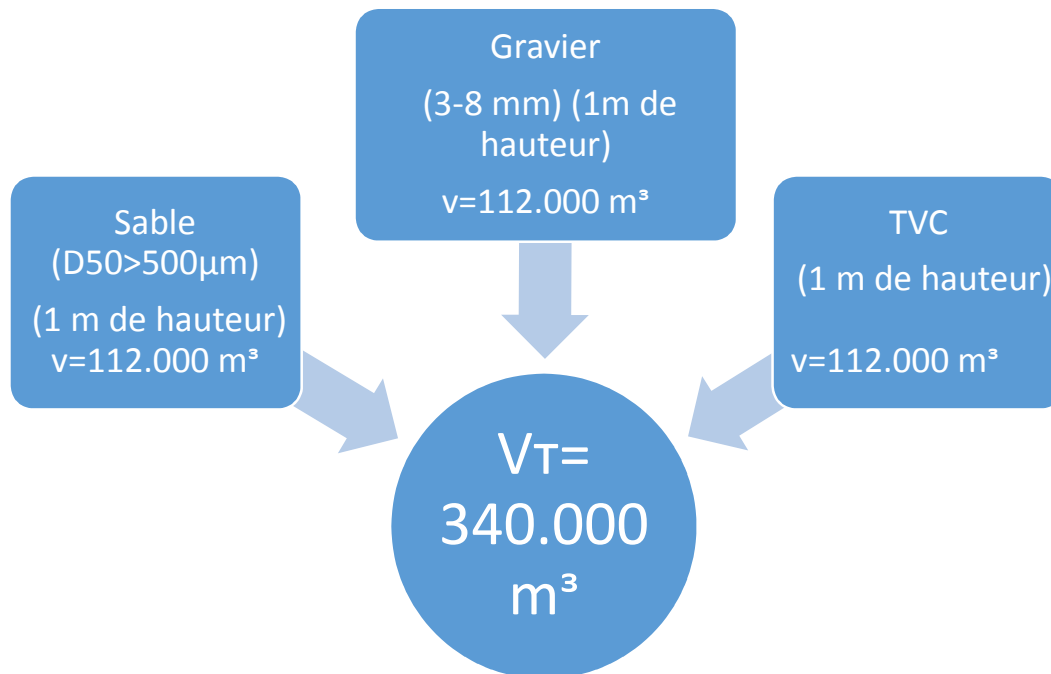
- estimation du volume de matériaux nécessaire. Cette estimation est effectuée à l'aide du logiciel AUTO CAD.

### 2.2.2.3. Les paramètres de rechargement

Le rechargement de cette plage sera réalisé selon les critères suivants :

- Mise en place d'un rechargement avec un sable de carrière de grain grossier (D50 > 500 µm), gravier (3-8 mm) et TVC en noyau.
- Largeur de la plage : 4 Km.
- Hauteur moyenne du rechargement : 3 m.
- Largeur de la berme : 280 m

- Le volume des sédiments de rechargement :



### 3. Approche prospective :

#### 3.1. Aspect environnemental :

Le littoral est l'espace de rencontre entre la terre, la mer et l'atmosphère. Ce lieu de convergence et de compétition entre de nombreuses activités humaines, quelquefois concurrentes (industrie, agriculture, transport, tourisme), constitue aussi un patrimoine biologique et paysager de première importance où les équilibres écologiques sont sans cesse fragilisés par les aléas naturels mais également par l'Homme.

La baie d'Alger est soumise à diverses sources et formes d'agressions. Elle est affectée par quatre problèmes environnementaux majeurs :

L'urbanisation doublée d'un caractère anarchique ; la pollution marine sous ses diverses manifestations (chimique, physique, organique et microbiologique) ; l'érosion côtière et la

disparition des cordons dunaires ; la déficience du système d'épuration des eaux et la mauvaise gestion des sites culturels côtiers.

Les conséquences sur le milieu et ses ressources sont nombreuses, et par certains aspects irréversible. Ces conséquences nécessiteront des efforts soutenus pour restaurer des situations compromises. Parmi les répercussions les plus négatives : il y'a lieu de noter la dégradation et la dénaturation des écosystèmes en général et des habitats spécifiques et remarquable en particulier (aires de ponte, zone de pêche, pôles de biodiversité...), la raréfaction des espèces les plus fragiles et les plus vulnérable, L'acidification de l'eau de mer et son impact sur la construction de coquilles ou de squelettes d'organismes marins.

La prolifération d'espèces résistantes à l'enrichissement du milieu en matière organique au détriment d'espèces pivots dans le fonctionnement de l'écosystème marin côtier algérois, la perte de la productivité et, enfin la perturbation des processus biologique et la chute de certains stocks halieutiques.

Ces effets ne manquent pas d'incidences socio-économiques notamment sur les activités de tourisme balnéaire, la pêche et l'activité aquacole, les loisirs et récréation. (**Khedimi, abderrahmani, 2008) in Bouchareb et Kamouche, 2013)**

### **3.2. Aspect morpho dynamique :**

De nos jours, les littoraux, et les plages en particulier, reculent. Entre les pressions économiques et environnementales, la préservation du trait de côte est devenue un enjeu essentiel de ces prochaines années. Il faut pour cela avoir une meilleure compréhension des processus d'érosion. A grande échelle, le recul des plages peut s'expliquer en effectuant un bilan sédimentaire global. Les fleuves charrient un volume important de sédiments. Ces sédiments sont arrachés et transportés par les courants puis déposés le long de la côte. Mais depuis plusieurs dizaines d'années, la construction de barrages et de digues le long des fleuves a considérablement réduit les apports sédimentaires. A cela s'ajoute une lente montée des eaux. A moyenne échelle, certaines côtes sableuses sont plus affectées par l'érosion. En Algérie par exemple 80% des plages reculent, à différentes vitesses. Depuis quelques années la situation devient inquiétante sur les plages sableuses d'Alger, Boumerdes, ... . A une plus petite échelle, on peut observer la présence de pics d'érosion sur certaines côtes sableuses.

Cette érosion locale n'est souvent que de l'ordre de quelques mètres. La plupart du temps, elle est observée à proximité d'ouvrages côtiers. En effet la présence d'ouvrages maritimes en dur (jetées, cordons d'enrochement) a au fil des années une influence négative sur l'environnement : en plus de la "pollution visuelle", ces ouvrages ne font que déplacer les problèmes d'érosion de quelques centaines de mètres. Un exemple classique est celui des digues ou des enrochements parallèles à la côte (qui provoquent généralement la formation d'un tombolo) et qui bloquent la dérive littorale et induisent ainsi un déficit d'apport en sédiments en aval de l'ouvrage et donc une érosion locale.

Cette érosion locale peut également être observée en l'absence d'ouvrages en dur. Sur la côte des Sablettes par exemple des petits pics d'érosion sont observés le long de la côte (avant 2007). On pense qu'ils peuvent être dus à la fois au développement et à la propagation d'instabilités du trait de côte mais aussi à des irrégularités de la morphologie des barres pré-littorales.

La compréhension de l'hydrodynamique littorale, associée à une meilleure compréhension des processus de types petites échelles (physiques, biogéochimiques) et des transports particuliers et sédimentaires associés, permettra par la suite de développer des modèles longs termes de comportement, qui ont pour but le suivi de la morphologie du fond et de la position de la ligne de côte.

Cette méthode permettra de déterminer l'impact de l'aménagement projeté sur le régime hydro sédimentaire de la zone d'étude et déterminera par conséquent la nécessité ou non de l'introduction d'ouvrage de protection pour parer à d'éventuels problèmes de protection contre l'érosion et/ou l'ensablement.

## **Conclusion Générale**

### **Conclusion :**

Le site « des Sablettes » qui a une longueur de 4 km fait partie du projet d'aménagement de la grande promenade de la baie d'Alger, le projet comprend la protection et l'aménagement du linier côtier contre les risques d'érosion et de submersion.

Notre étude nous a permis de constater que l'érosion côtière dans la zone des Sablettes résulte d'une combinaison de plusieurs facteurs à la fois d'origine naturelle et humaine, opérant à plusieurs échelles de temps et d'espace. Ce sont les tempêtes, les courants littoraux, les variations du niveau de la mer à terme plus au moins long, qui seraient à l'origine de cette érosion.

Donc premièrement on a étudié les phénomènes de réfraction de la houle, et de transport sédimentaire en utilisant (Swan, Surfer, GSTA), pour évaluer l'état actuel de notre zone.

La modélisation numérique de la réfraction de la houle démontre que la houle de secteur Nord est la plus menaçante sur la zone, et elle est prise dans le dimensionnement des ouvrages de protection.

La modélisation du transport sédimentaire par le model GSTA « Grain Size Trend Analysis» dans la zone a donné des résultats satisfaisants, qui semblent concorder avec les résultats obtenus au cours de notre étude notamment la réfraction de la houle.

Deuxièmement on a étudié les variations historiques de la ligne de côte en utilisant les images satellitaires et Arc gis pour calculer le taux de recule ou d'engraissement de toute la ligne de côte, le trait de côte recule d'environ 0.30 m /an. Ca serre à établir des scénarios sur l'évolution futur de la ligne de rivage.

Dernièrement on a constaté que la zone des Sablettes est en risque fort d'érosion et de submersion.

Les mesures de précaution et de protection (les aménagements de protection) projetés pour contrarier à ces risques se présente principalement au rechargement artificiel couplé avec un ouvrage de protection frontal (les enrochements) ces deux sont complémentaires.

## Conclusion

On a essayé de développer une vue prospective de l'impact de ces aménagements sur l'environnement et la morpho dynamique de la zone d'étude.

La présence d'ouvrages maritimes en dur (jetées, cordons d'enrochement) a au fil des années une influence négative sur l'environnement: en plus de la "pollution visuelle", ces ouvrages ne font que déplacer les problèmes d'érosion.

Ces résultats préliminaires permettent de souligner les difficultés et la complexité de l'aménagement de ce type de plages.

L'élaboration de ce travail nous a permis, d'une part, d'approfondir nos connaissances et le savoir-faire acquis durant les cinq ans années de notre formation à l'ENSSMAL, et d'autre part, de préparer notre intégration à la recherche scientifique dans le domaine de l'aménagement du littoral.

# **ANNEXES**

## ANNEXES :

**Tableau:** Récapitulatif des paramètres et indices granulométriques de la partie sous-marine de la plage des Sablettes

Echantillon	x	y	D 10	Q25	Q50	Q75	D90	SK	SO	AS
1	506963,77	4067625,885	99,2	128,4	157,5	194,5	695,9	1	1,2	1,5
2	507086,295	4067668,459	102,5	133,4	166,2	197,5	918	1	1,2	1,5
3	507145,404	4067540,516	97,7	128,5	162	193,7	660,2	0,9	1,2	1,5
4	507263,055	4067569,983	94,6	124,5	153,6	194,4	959,3	1	1,2	1,6
5	507327,824	4067457,26	89,1	116,9	146,5	181,4	242,2	1	1,2	1,6
6	507446,057	4067488,292	97,1	128,6	159,4	197	892,6	1	1,2	1,5
7	507497,617	4067340,052	105,3	129,4	152,6	183,1	219,1	1	1,2	1,4
8	507609,571	4067354,2	110,5	133,3	159,3	189,4	257,7	1	1,2	1,4
9	507666,45	4067220,261	108,6	132,3	157,3	186,3	223,7	1	1,2	1,4
10	507790,933	4067268,098	109,6	133,1	159,7	186,3	220	1	1,2	1,4
11	507853,968	4067150,713	111,7	134,5	161	189,1	231,2	1	1,2	1,4
12	507981,159	4067205,831	109,4	132,8	158,2	185,7	218,6	1	1,2	1,4
13	508045,737	4067092,594	106,1	130,5	155,9	185,7	223,6	1	1,2	1,4
14	508172,448	4067146,421	109,4	132,4	157	186,6	230,3	1	1,2	1,4
15	508227,512	4067007,603	112,1	135	161,9	188,7	229,5	1	1,2	1,4
16	508367,734	4067097,759	106,4	131,2	156,2	185,2	219,9	1	1,2	1,4
17	508431,793	4066983,128	132,8	165,5	200,4	258,3	367	1,1	1,2	1,6
18	508564,579	4067053,517	134,4	166,8	201,6	272	389,7	1,1	1,3	1,6
19	508626,012	4066931,597	147,1	172,4	202,4	267,1	374,9	1,1	1,2	1,5
20	508761,086	4067007,911	137,7	169,5	208,7	291,4	464,5	1,1	1,3	1,7
21	508826,241	4066896,226	130,9	163,3	196,2	248,8	338,2	1,1	1,2	1,5
22	508957,36	4066961,906	131	163,7	199	259,3	382,9	1,1	1,3	1,6
23	509018,066	4066838,257	129	161,5	193,3	248,2	338,3	1,1	1,2	1,5
24	509149,041	4066903,551	135,6	168,5	206,2	284,4	437	1,1	1,3	1,7
25	509210,093	4066780,825	139,3	170,2	205,5	284,8	434,7	1,1	1,3	1,7
26	509346,362	4066860,362	134	165,4	195,9	254,6	355,9	1,1	1,2	1,5
27	509410,363	4066745,573	127,4	149,4	178,1	217,6	341,5	1	1,2	1,5
28	509546,106	4066823,687	135,4	164,7	194,4	252,3	438,1	1,1	1,2	1,5

## ANNEXES :

<b>29</b>	509605,646	4066696,901	128,6	155,2	184,9	237,1	393,5	1,1	1,2	1,5
<b>30</b>	509744,831	4066784,27	140,5	168,8	197,4	258	491	1,1	1,2	1,5
<b>31</b>	509807,278	4066665,303	130,1	158,8	185,6	234,5	343,9	1,1	1,2	1,5
<b>32</b>	509943,43	4066744,517	119,6	139,8	170	203,6	302,9	1	1,2	1,5
<b>33</b>	509994,044	4066593,733	129,6	157,3	182,1	227,3	381,5	1,1	1,2	1,4
<b>34</b>	510144,102	4066710,337	128,2	151,1	181,4	230,1	385,8	1,1	1,2	1,5
<b>35</b>	510201,335	4066577,351	131,6	161	187	240,8	460,9	1,1	1,2	1,5
<b>36</b>	510348,8	4066686,984	124	143	173,9	214,2	359,2	1	1,2	1,5
<b>37</b>	512086,405	4066572,662	85,8	105,9	129	149,4	170,5	1	1,2	1,4
<b>38</b>	512116,397	4066694,006	81	102,2	128,7	149,8	173,2	0,9	1,2	1,5
<b>39</b>	510586,901	4066466,567	159,5	168,9	185,1	210,3	269,5	1	1,1	1,2
<b>40</b>	510749,262	4066616,253	132,2	156,2	178,8	205	251,2	1	1,1	1,3
<b>41</b>	510803,379	4066474,887	130,9	150,5	175,2	198,2	248,4	1	1,1	1,3
<b>42</b>	510953,915	4066592,775	126,8	161	178,2	197,3	241,4	1	1,1	1,2
<b>43</b>	511000,973	4066432,342	126,8	144,7	172	196,7	244,5	1	1,2	1,4
<b>44</b>	511153,069	4066554,514	113,9	139,5	173,4	223,9	455,4	1	1,3	1,6
<b>45</b>	511307,377	4066682,548	112,6	137,3	169,4	207	302,3	1	1,2	1,5
<b>46</b>	511358,968	4066533,523	118,9	142,2	174,2	213,5	320,4	1	1,2	1,5
<b>47</b>	511518,484	4066676,424	113	137,5	169,5	205,9	321,1	1	1,2	1,5
<b>48</b>	511582,063	4066560,501	114,4	138,3	169,7	202,8	304,8	1	1,2	1,5
<b>49</b>	511728,753	4066668,051	82,2	102,9	128,7	148,9	168,7	0,9	1,2	1,4
<b>50</b>	511832,607	4066660,418	74,2	93,5	120,7	145	163,2	0,9	1,2	1,6
<b>51</b>	511910,989	4066871,176	74,5	94,2	121,8	146,3	167,9	0,9	1,2	1,6
<b>52</b>	511889,512	4067103,126	73,6	93,3	122,6	146,9	169,5	0,9	1,3	1,6
<b>53</b>	511701,374	4066881,308	77,4	96,2	121	144,5	160,5	0,9	1,2	1,5
<b>54</b>	511675,797	4067102,238	72,1	102,3	125,2	146,5	163,8	1	1,2	1,4
<b>55</b>	511490,016	4066886,756	80,5	98	121,2	144	159,1	1	1,2	1,5
<b>56</b>	511459,097	4067093,32	78,7	95,9	119,9	143,3	158,8	1	1,2	1,5
<b>57</b>	511269,813	4066868,421	76,5	94,9	118,8	142,4	158	1	1,2	1,5

## ANNEXES :

<b>58</b>	511245,577	4067091,391	76,3	95,8	119	142,6	158,5	1	1,2	1,5
<b>59</b>	511040,402	4066826,587	83,3	102,1	124,9	145,8	159,9	1	1,2	1,4
<b>60</b>	511039,069	4067109,856	81,4	100,3	124,3	145,5	159,8	0,9	1,2	1,5
<b>61</b>	510830,382	4066836,271	74	93,7	120,2	143,5	158,6	0,9	1,2	1,5
<b>62</b>	510823,576	4067103,564	83,6	101,9	124,3	145,1	159,2	1	1,2	1,4
<b>63</b>	510616,913	4066834,139	79,1	98,5	121,3	144,2	159,5	1	1,2	1,5
<b>64</b>	510602,888	4067080,33	81	98,9	124,1	146,1	163,9	0,9	1,2	1,5
<b>65</b>	510411,828	4066856,454	135,2	164,6	193,8	255,1	478,6	1,1	1,2	1,5
<b>66</b>	510382,19	4067063,639	103,3	128,9	154,8	183,1	209,1	1	1,2	1,4
<b>67</b>	510208,14	4066882,524	126,5	147,5	176,3	210	308,3	1	1,2	1,4
<b>68</b>	510191,954	4067125,88	94,8	120,3	146,8	178,1	205,2	1	1,2	1,5
<b>69</b>	509999,443	4066896,388	103,4	129,3	155,2	183,8	214,3	1	1,2	1,4
<b>70</b>	510000,343	4067184,423	123,3	135,5	155,2	183,9	220,6	1	1,2	1,4
<b>71</b>	509801,688	4066937,149	103,5	128,3	154,9	183,7	215	1	1,2	1,4
<b>72</b>	509796,216	4067210,259	104,1	131	160,3	185,7	215,7	0,9	1,2	1,4
<b>73</b>	509601,315	4066973,395	102,7	128,8	154,4	183,5	213,5	1	1,2	1,4
<b>74</b>	509609,822	4067280,236	98,7	127	151,7	183,3	223,6	1	1,2	1,4
<b>75</b>	509417,464	4067052,307	101,8	127	151,6	181,5	210,2	1	1,2	1,4
<b>76</b>	509420,501	4067346,585	104,2	129,4	155,8	184,7	219,9	1	1,2	1,4
<b>77</b>	509223,21	4067104,24	104,6	130	154,5	183	212,4	1	1,2	1,4
<b>78</b>	509224,136	4067392,346	102,6	128,7	154,3	183,4	212,5	1	1,2	1,4
<b>79</b>	509029,247	4067156,461	101,5	127,7	154	186,1	236,9	1	1,2	1,5
<b>80</b>	509024,463	4067429,943	99,4	125,3	150,6	181,8	215,2	1	1,2	1,5
<b>81</b>	508853,518	4067254,192	92	119,7	148,3	181,5	224,7	1	1,2	1,5
<b>82</b>	508821,419	4067457,014	102,9	129	158,2	185,3	218,3	1	1,2	1,4
<b>83</b>	508645,945	4067269,815	105,4	130,9	159	181,7	196,6	0,9	1,2	1,4
<b>84</b>	508619,958	4067489,071	100,8	124,7	145,6	172,3	193,3	1	1,2	1,4
<b>85</b>	508447,36	4067309,607	92,7	113,6	138,6	164,1	191,4	1	1,2	1,4
<b>86</b>	508422,448	4067531,754	100,2	122,6	146,6	175,2	196	1	1,2	1,4

## ANNEXES :

<b>87</b>	508248,985	4067349,963	94,7	118,6	142,1	169,3	197	1	1,2	1,4
<b>88</b>	508230,034	4067587,426	99	123,5	143,7	169,7	195,1	1	1,2	1,4
<b>89</b>	508058,903	4067412,619	98,7	125,8	148,1	177,1	198,9	1	1,2	1,4
<b>90</b>	508037,726	4067644,809	97,7	126,2	149,6	183,9	264,1	1	1,2	1,5
<b>91</b>	507868,382	4067474,093	92,2	122,9	146,4	177,6	228,1	1	1,2	1,4
<b>92</b>	507848,493	4067709,745	94,2	125,1	146,7	176,3	201,5	1	1,2	1,4
<b>93</b>	507681,942	4067546,54	100,2	126,2	148,1	177,2	199,5	1	1,2	1,4
<b>94</b>	507670,273	4067804,295	97	126,8	150,3	179,9	207,6	1	1,2	1,4
<b>95</b>	507519,314	4067683,013	101,1	127,4	150,9	181	219,1	1	1,2	1,4
<b>96</b>	507507,751	4067941,053	93,9	122,8	146,3	176,4	203	1	1,2	1,4
<b>97</b>	507342,473	4067780,657	100,8	126,4	147,8	176,5	199,1	1	1,2	1,4
<b>98</b>	507322,476	4068016,634	93,9	128,6	151,1	179,6	199,9	1	1,2	1,4
<b>99</b>	507160,722	4067866,326	100,6	128	150,8	181,4	226,5	1	1,2	1,4
<b>100</b>	507148,097	4068119,258	95,5	123,3	146,8	177,5	210,5	1	1,2	1,4
<b>101</b>	512412,711	4067714,914	92,6	114,6	137,8	158,7	186,9	1	1,2	1,4
<b>102</b>	507304,728	4068257,749	111,8	137,5	166,8	188,5	224,2	0,9	1,2	1,4
<b>103</b>	512205,349	4067099,635	73,4	94,2	123,6	147	169	0,9	1,2	1,6
<b>104</b>	507491,409	4068183,989	102,9	129,6	154	183,4	219	1	1,2	1,4
<b>105</b>	507664,369	4068362,174	123,7	144,9	170,8	170,4	231,9	0,9	1,1	1,3
<b>106</b>	507661,896	4068068,648	104,3	131,3	156,8	184,5	219,7	1	1,2	1,4
<b>107</b>	507827,797	4068227,851	97,2	129,1	156,2	183,1	206,1	1	1,2	1,4
<b>108</b>	507829,956	4067946,779	94,5	127,2	151,9	182	216,4	1	1,2	1,4
<b>109</b>	508008,955	4068141,202	79,4	125,4	148,7	178,9	207,2	1	1,2	1,4
<b>110</b>	508017,913	4067878,603	99,3	128,2	152,6	182,7	220,8	1	1,2	1,4
<b>111</b>	508199,149	4068078,849	101,2	128,7	154,4	183,2	217,7	1	1,2	1,4
<b>112</b>	508209,401	4067819,536	105,4	131,9	157,9	185,7	225,6	1	1,2	1,4
<b>113</b>	508390,53	4068019,686	102,6	129,8	154,1	183,5	223,7	1	1,2	1,4
<b>114</b>	508401,063	4067761,323	97,4	119,4	141	164	189,6	1	1,2	1,4
<b>115</b>	508585,649	4067970,576	93,7	125,7	151	181,9	220,7	1	1,2	1,4

## ANNEXES :

<b>116</b>	508599,05	4067719,732	97	117,6	141,2	167,2	192,9	1	1,2	1,4
<b>117</b>	508784,081	4067930,371	100,3	123	142	164	189	1	1,2	1,3
<b>118</b>	508796,658	4067677,313	101	124,8	147,4	175,4	195,6	1	1,2	1,4
<b>119</b>	508982,784	4067890,872	99,3	120,7	142,2	166,9	191,5	1	1,2	1,4
<b>120</b>	508997,796	4067644,387	98,2	120	143,1	170,4	195	1	1,2	1,4
<b>121</b>	509186,72	4067865,494	97,7	121,3	141,8	164,8	190,5	1	1,2	1,4
<b>122</b>	509204,096	4067625,34	101,4	125,2	146,5	174,1	195,3	1	1,2	1,4
<b>123</b>	509389,798	4067837,784	94,7	119,5	140,7	162,5	188,9	1	1,2	1,4
<b>124</b>	509399,977	4067578,277	106,2	132,5	162,3	182,7	169,1	0,9	1,2	1,4
<b>125</b>	509593,075	4067810,61	96,6	118,3	141,2	166,2	342,5	1	1,2	1,4
<b>126</b>	509600,51	4067543,724	94,3	115,5	139,5	163,8	191,3	1	1,2	1,4
<b>127</b>	509792,73	4067772,404	110,7	144,5	174,9	197,8	232,3	0,9	1,2	1,4
<b>128</b>	509808,954	4067530,441	89,6	114,4	138,4	159,3	190,1	1	1,2	1,4
<b>129</b>	509995,865	4067746,138	97,4	123,8	142,3	164,4	189,3	1	1,2	1,3
<b>130</b>	510010,616	4067498,923	87	111,4	136,3	156,5	183,8	0,9	1,2	1,4
<b>131</b>	510202,732	4067728,615	89,2	110,7	136	159,4	187,6	1	1,2	1,4
<b>132</b>	510220,472	4067489,438	96,5	118,5	141,1	165,4	189,5	1	1,2	1,4
<b>133</b>	510412,436	4067718,721	97,8	119,6	141,6	166,5	193,2	1	1,2	1,4
<b>134</b>	510434,007	4067490,038	92,1	114,9	138,5	160,1	188,5	1	1,2	1,4
<b>135</b>	510626,08	4067719,42	100,4	124	146,1	173,1	193,3	1	1,2	1,4
<b>136</b>	510648,011	4067491,512	89,1	112,2	137	158,7	187,3	0,9	1,2	1,4
<b>137</b>	510842,183	4067726,732	96,1	117,9	140	162,2	189,5	1	1,2	1,4
<b>138</b>	510863,447	4067497,03	89,2	112	137,1	159	189,3	0,9	1,2	1,4
<b>139</b>	511052,311	4067717,979	93,9	114,6	138	159,5	188,5	1	1,2	1,4
<b>140</b>	511074,194	4067489,94	94,6	116,1	139	160,3	189,5	1	1,2	1,4
<b>141</b>	511262,683	4067710,073	101,2	125,1	144,1	168,9	191,1	1	1,2	1,4
<b>142</b>	511286,761	4067487,746	80,2	97	121,9	146,2	168,6	1	1,2	1,5
<b>143</b>	511475,152	4067707,673	82,4	100,3	125,4	147	166,3	0,9	1,2	1,5
<b>144</b>	511494,455	4067472,445	73,7	90,9	117,6	143,9	164,1	0,9	1,3	1,6

## ANNEXES :

<b>145</b>	511685,715	4067705,349	83,5	102,5	126,7	147,8	167,9	0,9	1,2	1,4
<b>146</b>	511703,549	4067460,91	80,5	96,6	120,6	144,4	161,2	1	1,2	1,5
<b>147</b>	511892,786	4067682,862	78,6	95,7	121,8	144,9	160,4	0,9	1,2	1,5
<b>148</b>	511909,52	4067440,979	82,1	97,8	120,2	144,2	161,7	1	1,2	1,5
<b>149</b>	512103,969	4067679,822	86	107,4	132,3	153,9	182,4	0,9	1,2	1,4
<b>150</b>	512129,784	4067459,478	85,5	106,7	132,1	151,4	182,9	0,9	1,2	1,4
<b>151</b>	512376,53	4068123,024	88,4	112,1	135,8	155,4	183,4	0,9	1,2	0,14
<b>152</b>	512177,525	4067874,723	91,2	113,2	136,6	157	184,5	1	1,2	1,4
<b>153</b>	512160,322	4068115,346	81,2	103,6	130,4	152,9	181	0,9	1,2	1,5
<b>154</b>	511966,625	4067879,943	87	109,3	134,4	155,6	184	0,9	1,2	1,4
<b>155</b>	511952,587	4068130,652	84	104,8	130,5	153	180,4	0,9	1,2	1,5
<b>156</b>	511762,25	4067904,166	82,9	101,2	126	148,7	173,6	0,9	1,2	1,5
<b>157</b>	511740,797	4068134,923	80	96,9	122,1	145,2	162,2	0,9	1,2	1,5
<b>158</b>	511549,532	4067905,957	80,4	98,6	124,2	147,7	172	0,9	1,2	1,5
<b>159</b>	511529,892	4068141,363	82,4	100,3	126,1	146,8	163,8	0,9	1,2	1,5
<b>160</b>	511320,247	4068151,537	92,5	114,6	138,4	160	188,7	1	1,2	1,4
<b>161</b>	511129,658	4067924,492	84,8	104,3	130,6	151,7	177,5	0,9	1,2	1,5
<b>162</b>	511108,604	4068156,218	87,7	110	136,2	160,7	193	1	1,2	1,5
<b>163</b>	510920,624	4067936,189	90,5	108,6	129,8	150,5	173,8	1	1,2	1,4
<b>164</b>	510895,394	4068156,684	94,2	119,5	141	163,5	190,3	1	1,2	1,4
<b>165</b>	510703,532	4067927,676	83,7	102,9	129	151,2	177,4	0,9	1,2	1,5
<b>166</b>	510685,877	4068167,083	92,6	116	139	160	187,7	1	1,2	1,4
<b>167</b>	510486,269	4067916,564	81,8	100,7	125,9	148,6	172,8	0,9	1,2	1,5
<b>168</b>	510462,685	4068140,71	94,1	119	140,3	161	189	1	1,2	1,4
<b>169</b>	510277,76	4067928,894	86,8	107,9	133,3	154,7	181,9	0,9	1,2	1,4
<b>170</b>	510256,859	4068161,247	92,3	116,4	138,4	157,8	184,9	1	1,2	1,4
<b>171</b>	510066,878	4067936,883	83,1	103	128,5	150,9	177	0,9	1,2	1,5
<b>172</b>	510054,558	4068190,831	88,6	111,4	136	156,6	184	0,9	1,2	1,4
<b>173</b>	509865,459	4067967,62	80,1	98,3	125	147,4	169,7	0,9	1,2	1,5

## ANNEXES :

<b>174</b>	509849,499	4068211,517	95,1	120,9	141,3	163,1	188,4	1	1,2	1,3
<b>175</b>	509662,195	4067995,003	86,9	109,3	135,7	157,8	186,2	0,9	1,2	1,4
<b>176</b>	509647,175	4068242,952	94,9	115,6	140,7	168,7	195,2	1	1,2	1,5
<b>177</b>	509463,064	4068034,783	102,4	126,3	145,3	170,5	192,5	1	1,2	1,3
<b>178</b>	509447,258	4068279,162	98,4	122,4	143,6	169	191,3	1	1,2	1,4
<b>179</b>	509262,56	4068067,959	97,8	120,9	141,9	165,6	191	1	1,2	1,4
<b>180</b>	509242,835	4068303,255	94,2	115,1	139,1	163	188,5	1	1,2	1,4
<b>181</b>	509057,712	4068090,909	102,5	125,1	143,4	165,2	189,1	1	1,1	1,3
<b>182</b>	509039,447	4068330,133	93,3	120	142,4	167,5	191,1	1	1,2	1,4
<b>183</b>	508854,719	4068118,847	101,8	125,5	147,8	174,1	192,2	1	1,2	1,4
<b>184</b>	508842,453	4068374,202	93,9	116,3	139,1	160,4	186,8	1	1,2	1,4
<b>185</b>	508657,865	4068163,294	73,9	89,3	114	141,3	159,3	1	1,3	1,6
<b>186</b>	508644,867	4068416,681	71,6	87,9	114,5	143,7	168,8	1	1,3	1,6
<b>187</b>	508459,871	4068204,674	72,6	88,5	114,8	142,4	160,6	1	1,3	1,6
<b>188</b>	508453,685	4068474,917	72,9	89,7	118,8	145,3	167,2	0,9	1,3	1,6
<b>189</b>	508269,735	4068267,184	73,2	89,2	117	145,8	172,2	1	1,3	1,6
<b>190</b>	508260,289	4068530,121	73	89,3	116,2	143,1	161,4	0,9	1,3	1,6
<b>191</b>	508079,391	4068329,133	68,7	82,9	109,3	139,5	161,7	1	1,3	1,7
<b>192</b>	508071,162	4068595,342	69,2	84,3	110,4	141,2	166,1	1	1,3	1,7
<b>193</b>	507894,071	4068405,267	70,7	88,2	117,4	145,8	171,4	0,9	1,3	1,7
<b>194</b>	507893,92	4068692,521	68,8	82,2	111,6	147,1	177,1	1	1,3	1,8
<b>195</b>	507730,664	4068538,971	71,3	87,4	113,9	142,2	162,3	1	1,3	1,6
<b>196</b>	512455,625	4067485,708	69,6	84,3	107,7	137,7	162,7	1	1,3	1,6
<b>197</b>	512187,467	4066874,901	98,1	122,8	143	167,3	190,5	1	1,2	1,4
<b>198</b>	512653,848	4068076,421	80,7	101,9	129,6	150,4	173,6	0,9	1,2	1,5
<b>199</b>	512653,848	4068076,421	89,6	110,9	134,5	154,9	182	1	1,2	1,4
<b>200</b>	512480,458	4067895,623	86,8	107,4	131,6	153,5	181,3	1	1,2	1,4

## ANNEXES :

**Tableau : Résultats des sondages à la lance**

de points	N°	Abscisses (X-UTM)	Ordonnées (Y-UTM)	Pénétration (cm)	Nature des matériaux
1		507255.603	4067424.98	40	Sable
2		507307.33	4067633.305	50	Sable
3		507462.519	4067819.431	40	Sable
4		507564.218	4067373.967	30	Sable
5		507630.772	4067554.746	40	Sable
6		507705.439	4067755.515	50	Sable
7		507773.155	4067220.297	35	Sable
8		507871.832	4067484.588	35	Sable
9		507944.497	4067678.488	40	Sable
10		508012.283	4067148.417	40	Sable
11		508058.198	4067267.886	30	Sable
12		508117.852	4067427.974	20	Sable
13		508171.923	4067575.527	30	Sable
14		508258.788	4067091.514	40	Sable
15		508356.386	4067354.123	30	Sable
16		508420.641	4067526.997	30	Sable
17		508538.948	4067128.204	45	Sable
18		508606.146	4067305.048	40	Sable
19		508674.59	4067492.51	40	Sable
20		508746.532	4066968.777	40	Sable
21		508845.395	4067234.605	45	Sable
22		508928.767	4067456.656	50	Sable
23		509024.293	4066996.866	40	Sable
24		509090.722	4067177.158	40	Sable
25		509178.249	4067411.762	45	Sable
26		509231.855	4066839.347	35	Sable
27		509266.184	4066934.202	35	Sable
28		509344.988	4067143.545	40	Sable
29		509424.829	4067356.104	45	Sable
30		509524.047	4066907.025	40	Sable
31		509590.066	4067084.709	40	Sable
32		509658.921	4067270.467	40	Sable
33		509724.504	4066728.868	40	Sable
34		509775.191	4066863.975	35	Sable
35		509843.827	4067050.454	40	Sable

36	509973.996	4066684.011	50	Sable
37	510022.056	4066812.403	45	Sable
38	510150.488	4067157.212	50	Sable
39	510229.215	4066651.649	50	Sable vaseux
40	510330.481	4066924.603	45	Sable
41	510382.838	4067066.866	50	Sable
42	510505.535	4066592.032	90	Vase
43	510521.395	4066719.172	50	Sable vaseux
44	510586.235	4066895.433	60	Sable vaseux
45	510733.03	4066572.608	50	Sable vaseux
46	510775.275	4066686.176	50	Sable vaseux
47	510851.764	4066891.861	60	Sable vaseux
48	510983.019	4066525.744	40	Sable
49	511034.696	4066664.97	40	Sable
50	511201.801	4067114.822	50	Sable
51	511236.572	4066492.164	45	Sable vaseux
52	511286.071	4066627.809	40	Sable vaseux
53	511372.619	4066857.972	40	Sable vaseux
54	511468.221	4067112.75	80	Sable vaseux
55	511556.826	4066634.21	90	Vase
56	511638.76	4066856.73	60	Sable vaseux
57	511733.32	4067110.646	70	Sable vaseux
58	511796.163	4066562.882	110	Vase
59	511908.944	4066865.676	90	Vase
60	511999.338	4067109.725	60	Sable vaseux

## ANNEXES :

### Les principales étapes à suivre pour manipuler avec le Modèle GSTA :

❖ **Etape n°1** : la préparation des données d'entrées

❖ **Etape n°2** : Application du GSTA

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	200		2000							
2	506903,77	4067625,9	1,5	1,2	1					
3	507086,30	4067668,5	1,5	1,2	1					
4	507145,40	4067540,5	1,5	1,2	0,9					
5	507263,06	4067570,0	1,6	1,2	1					
6	507327,82	4067457,3	1,6	1,2	1					
7	507446,06	4067488,3	1,5	1,2	1					
8	507497,62	4067340,1	1,4	1,2	1					
9	507609,57	4067354,2	1,4	1,2	1					
10	507666,45	4067220,3	1,4	1,2	1					
11	507790,93	4067268,1	1,4	1,2	1					
12	507853,97	4067150,7	1,4	1,2	1					
13	507981,16	4067205,8	1,4	1,2	1					
14	508045,74	4067092,6	1,4	1,2	1					
15	508172,45	4067146,4	1,4	1,2	1					
16	508227,51	4067007,6	1,4	1,2	1					
17	508367,73	4067097,8	1,4	1,2	1					
18	508431,79	4066983,1	1,6	1,2	1,1					
19	508564,58	4067053,5	1,6	1,3	1,1					
20	508626,01	4066931,6	1,5	1,2	1,1					
21	508761,09	4067007,9	1,7	1,3	1,1					
22	508826,24	4066896,2	1,5	1,2	1,1					
23	508957,36	4066961,9	1,6	1,3	1,1					
24	509018,07	4066838,3	1,5	1,2	1,1					
25	509149,04	4066903,6	1,7	1,3	1,1					
26	509210,09	4066780,8	1,7	1,3	1,1					
27	509346,36	4066860,4	1,5	1,2	1,1					
28	509410,36	4066745,6	1,5	1,2	1					

La grille d'entrée est formée de 6 colonnes et elle doit être préparée par ordre de la manière suivante :

**1** : Nombre des stations de prélèvement.

**2** : Coefficient qui dépend du type de coordonnées choisies, dans le cas des coordonnées métriques on prend le numéro un (01).

**3** : Distance critique (Dcr) ; est pris comme l'intervalle de l'échantonnage spatial, maximal et spécifique. Les échantillons à comparer sont considérés comme étant des voisins, s'ils sont égaux ou inférieurs à cette distance.

**4** : indices granulométriques (Mz, So et Ski).

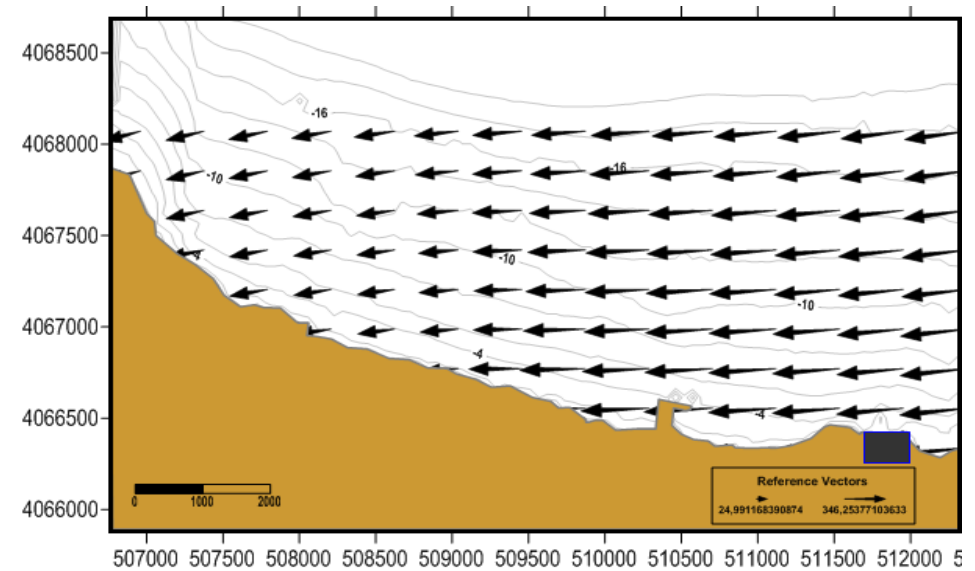
**5** : les coordonnées en format métriques (X,Y).

## ANNEXES :

```
C:\Users\Acer\Desktop\ANALYS-1\GSTA\GSTA.EXE
NAME OF INPUT FILE : nesrine.dat
NAME OF OUTPUT FILE : resultnesrine_
```

- Crée le fichier input.Dat à l'aide de Logiciel Surfer.
- Ouvrir GSTA.EXE pour introduire le fichier input et nommer le fichier résultat.

### ❖ Etape n°3 : Exploitation des données de



Les résultats doivent être traités avec Excel, puis exploités avec le logiciel Surfer, à l'aide de la fonction Vecteur map, qui permet de dessiner une carte des vecteurs modélisant le transport sédimentaire.

# ANNEXES :

```

test1.swn - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
PROJ 'grille' '001'
$
MODE STAT
MODE STATIONary TwODimensional
COORDINATES CARTesian
SET level=0.5 NAUTICAL
$
CGRID REG 537533.45 501694.57 0 35838.88 14990.85 99 41 CIR 36 0.03 0.3 24
$
INPGRID BOTTOM REG 537533.45 501694.57 0 99 41 362.0088 365.6304 EXCVAl -999.9999
READING BOTTOM 1.0 'bathym.dat.txt' 3 0 FREE
$
BOUN SHAPE JONSWAP 3 30 PEAK DSPPR DEGREES
$BOUN SIDE N CON PAR 7.02 10 360 27
BOUN SIDE E CON PAR 7.02 10 360 27
BOUN SIDE W CON PAR 7.02 10 360 27
$WIND 19.2 45
OFF QUAD
SOFF WCAP
GEN2
breaking con 10.0 0.48
num accur 0.03 0.03 0.03 97 12
FRICTION JONSWAP 0.067
SETUP 0.
$
$***** OUTPUT REQUEST*****
$
frame 'R1' 537533.45 501694.57 0 35838.88 14990.85 99 41
table 'R1' head 'resubathy.txt' xp yp ns dir dep vel tdir force transp steepness wlen ubot per
$
TEST 0,0
COMPUTE
STOP
  
```

Figure. Préparation du fichier SWAN.

	Direction houle au large		
Période de retour	N45°	N360°	N315°
<b>cinquantennale</b>	Hs=7.53m Tp=13.36s	Hs=7.87m Tp=13.59s	Hs=5.65m Tp=12.61s
<b>vingtennale</b>	Hs=6.79m Tp=12.81	Hs=7.02m Tp=12.92s	Hs=5.97m Tp=11.96s
<b>décennale</b>	Hs=6.23m Tp=12.31s	Hs=6.38m Tp=12.38s	Hs=5.40m Tp=11.41s
<b>Biennale</b>	Hs=4.93m Tp=11.01s	Hs=4.90m Tp=10.88s	Hs=4.16m Tp=10s

Tableau : Houles extrêmes

## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

**ACHACHI, H., BOUDJEMAI, S. (2010) in Belabbas, K. (2015).** *Gestion et perception du risque côtier par la submersion dans le projet d'aménagement des 'Sablettes' en baie d'Alger.* Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p.14.

**AOUDJ, C., BOUAZIZ, T. (2014).** *Fonctionnement et dynamique morphosédimentaire du littoral Est de Béjaïa.* Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p. 20-45.

**AOUDJ, C. (2014).** *Evolution morpho dynamique du trait de côte du littoral Est de Béjaïa - Cas de Tichy.* Mémoire de master II. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p. 30-65.

**ASSASI, C, OTMANI, H. (2010).** *Etude de protection de la zone de club des Pins* Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, 93 p.

**BACHARI H. (2004) in BOUFENIZA, R. (2014).** *Conception d'un système d'information géographique (SIG) pour une étude de bathymétrie et de sédimentologie dans la baie d'Alger et la baie d'El Djamila.* Mémoire de master. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p. 63-80.

**BELABBAS, K. (2015).** *Gestion et perception du risque côtier par la submersion dans le projet d'aménagement des 'Sablettes' en baie d'Alger.* Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, 91 p.

**BELKACEMI, S. (2015).** *Impact des Infrastructures littorales sur l'évolution du trait de côte dans une zone soumise à un fort transit sédimentaire - Cas de Sidi Fredj- .* Mémoire de master. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, 84 p.

**BELKESSA, R. (2005).** *Les ports d'Alger : ensablement, pollution et dragage des sédiments.* Thèse de doctorat. Aménagement du littoral. Constantine : Université de Constantine, p. 20-90.

**BOOIJ N., Ris R. C. A., Holthuijsen L. (1999).** A third-generation wave model for coastal regions *journal of geophysical research.* Vol. 104, n° 4. p. 7649-7666,

**BOUCHAREB, B., KAMOUCHE, Y. (2013).** *Contribution à l'aménagement du site « Sablettes » et à son intégration dans le projet de la baie d'Alger.* Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, 103 p.

**BOUFENIZA R. (2014).** *Conception d'un système d'information géographique (SIG) pour une étude de bathymétrie et de sédimentologie dans la baie d'Alger et la baie d'El Djamila.* Mémoire de master II. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p.16-83.

**BRGM. (2013) in Belabbas, K. (2015).** *Gestion et perception du risque côtier par la submersion dans le projet d'aménagement des 'Sablettes' en baie d'Alger.* Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p. 68-69.

**CHAIB, W. (2015).** *Apport de la modélisation SWAN pour la protection de la plage de Ain Franine Bir el Djir –Oran.* Mémoire de master. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, 72 p.

**CHAMLEY, H. (1987).** *Sédimentologie*. Paris : Dunod.175 p.

**CORDIER, E. (2007).** *Dynamique hydrosédimentaire du récif frangeant de l'Hermitage la Saline (La Réunion) : processus physiques et flux sédimentaires*. Thèse de doctorat. Géoscience. La Réunion : Université de la Réunion, 193 p.

**Crowell (1993).** *Shoreline change rate analysis: long term versus short term data. Shore and beach*, 61-2. p. 13-20.

**FAYE, IBM (2010) in BELKACEMI, S (2015).** *Dynamique du trait de côte sur les littoraux sableux de la Mauritanie à la Guinée Bissau (Afrique de l'Ouest) : Approches régionale et locale par pho-interprétation, traitement d'images et analyse de cartes anciennes*. Vol. 1. Thèse de doctorat. Aménagement du littoral. France : Université de Bretagne occidentale, p.16.

**KHEDIMI, F, ABDERRAHMANI, K. (2008) in BOUCHAREB, B., KAMOUCHE, Y. (2013).** *Contribution à l'aménagement du site « Sablettes » et à son intégration dans le projet de la baie d'Alger*. Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p. 72-73.

**LECLAIRE, (1972).** *Sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-baléares (pré-continent Algérien)*. Paris : Muséum national d'histoire naturelle de Paris. p. 20-100.

**LEM. (1996). in BOUCHAREB, B., KAMOUCHE, Y. (2013).** *Contribution à l'aménagement du site « Sablettes » et à son intégration dans le projet de la baie d'Alger*. Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p.39.

**LEM. (2013).** *Laboratoire des études maritimes, étude d'aménagement de la promenade de la baie d'Alger*. Alger : Laboratoire des études maritimes. 100 p.

**LEM. (2014).** *Laboratoire des études maritimes, étude d'aménagement de la promenade de la baie d'Alger*. Alger : Laboratoire des études maritimes. 118 p.

**LOSSON, B., CORBONNOIS, J. (2006).** *Les modes de sédimentation détritique: nouvelle méthode de détermination appliquée à des remplissages endokarstiques.* , Belgique: Geologica Belgica. p. 257-265.

**LAREN, P, BOWLES, D. (1985).** *The effect of sediment transport on grain-size distribution*. Journal of sedimentary petrology. p.457-470.

**MEZOUAR, K. (2009).** *Etude comparative entre les méthodes de protection des deux littoraux Algérien et Roumain*. Thèse de doctorat. Aménagement du littoral. Roumanie : Université technique de construction de Bucarest, p.20-80.

**PASKOFF, P. (1993).** *Les littoraux : impact des aménagements sur leur évolution*. Paris : Masson. p. 69.

**STIVE et al, 2006 in BELKACEMI, S. (2015).** *Impact des Infrastructures littorales sur l'évolution du trait de côte dans une zone soumise à un fort transit sédimentaire - cas de Sidi Fredj*. Mémoire de master. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p.16.

# **Etude prospective de l'impact des aménagements de la plage des Sablettes**

## **Résumé :**

Ce mémoire de fin d'études présente une étude prospective de l'impact des aménagements de la plage des Sablettes, qui fait partie de projet d'aménagement de la grande promenade de la baie d'Alger.

Cette étude consiste à révéler les causes d'érosion dans la zone à travers la modélisation des phénomènes de réfraction de la houle en utilisant "Swan", et de transport sédimentaire par le model GSTA, ainsi l'évolution chronologique de la ligne de rivage par la superposition des images satellitaire.

Il semble que la houle du secteur nord est la plus menaçante et c'est encore prouvé par les résultats de transport sédimentaire, les images Google Earth montrent que la zone a subi un recul de trait de côte entre 2001 et 2013 ces résultats serrent à établir des scénarios sur l'évolution du milieu au futur.

Vu que notre zone est en risque fort d'érosion et de submersion plusieurs aménagements ont été projetés qui comprend les ouvrages de protections et qui se présentent dans le rechargement artificiel couplé aux enrochements. Quoique et au fil des années ça peut avoir une influence négative sur l'environnement.

**Mots clés :** impact, aménagements, érosion, trait de côte, risque, submersion.

## **Abstract :**

This graduation thesis presents a prospective study of the impact of development of the Sablettes beach, part of the development project of the great promenade of the Bay of Algiers.

This study is to reveal the causes of erosion in the area through modeling refraction phenomena of waves using "Swan", the sediment transport model by "GSTA" and the chronological development of the shoreline by the superposition of satellite images.

It seems that the swell of the northern sector is the most threatening and it is even proved by the sediment transport results, Google Earth images show that the area has undergone a coastline of decline between 2001 and 2013 to these results helpe to establish scenarios for the evolution of the medium future.

Since is strong risk of erosion and flooding several improvements were shown which includes the works of protection and that occur in the artificial recharge coupled with riprap. Although over the years it can have a negative influence on the environment.

**Cey words :** impact, planning, erosion, shoreligne, risque, submersion.

:

تطوير التخرج هذه استطلاعية لتأثير التهيئة على صابلات وهو خليج .

الهدف من هذه هو « SWAN » نمدجة ظواهر « GSTA » عن طريق الصناعي.

ويبدو هو تهديدا يثبت تظهر بتأسيس سيناريوهات « Google Earth » المنطقة شهدت بين 2001 2013 هذه

لدينا يشمل التعرية والفيضانات العديد التحسينات الحماية التغذية الاصطناعية السنين، يمكن يكون لها تأثير البيئة.

مفتاحية: الأثر، التهيئة، التعرية، خط الساحل، الخطر، الفيضانات.