

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Minister de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



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

Spécialité : AMENAGEMENT DU LITTORAL

**Sujet :**

**Contribution à l'aménagement du site «les sablettes»  
et à son intégration dans le projet de la baie d'Alger**

Présenté par:

- Bouchareb Badr Eddine
- Kamouche Younes

Soutenu le 22/09/2013 devant le jury suivant :

<b>Mr. Belkessa. R</b>	Professeur	(ENSSMAL)	<b>Président</b>
<b>Mr. Laarid. M</b>	Maitre de conférences	(ENSSMAL)	<b>Promoteur</b>
<b>Mme Boudouma. Z</b>	Ingénieur chef projet	(LEM)	<b>Co-Promotrice</b>
<b>Mr. Bouaicha. F</b>	Maître assistant A	(ENSSMAL)	<b>Examineur</b>

## *Remerciements*

*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 toutes nos reconnaissances à ceux qui, à divers titres, ont collaboré à la réalisation de ce travail. Nous les devons à nombreuses personnes que nous avons le plaisir et l'honneur de citer ci-après.*

*Mr LAARID Mohamed pour avoir dirigé ce travail et lui avoir accordé un intérêt tout au long de son élaboration.*

*Nous tenons à remercier Mme BOUDOUMA Zahia qui a nous aidés dans tous les parties de ce travail, et sans oublier l'ensemble du personnel du LEM pour le meilleur accueil, et d'avoir facilité la consultation des documents nécessaires pour notre travail.*

*Mr BELKESSA Rabah d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance.*

*Mr Bouaicha Farid de nous avoir honoré de sa présence, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

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

**KAMOUCHE et BOUCHAREB**

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A ma mère et mon père.*

*A mon frère Saber et mes sœurs*

*A toute ma famille.*

*Et à tous mes amis (es) : Karim, Ossama, Kouider, Samir,*

*Redouan, Youcef, Zinou, Nabil, BASSET, Aiche,*

*Atef, Zaki, Lwali, Housseem, mouloud, Ridha, Saadon,*

*françois, Omar, Babay, Chahid, Imed, Aziz, Azzedine,*

*Hanya, Mahdjouba, Soumia, Sara.....*

*En particulier : YACIN ZEROUAL*

*A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin.*

**YOUNES**

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail :*

*A mes chers parents, qui se sont toujours soucies de mes  
intérêts.*

*A tous mes frères et sœurs : Bachir, Salah, Az eddine,  
Mahfoud, Khmissi, Amina, Nadya, Souad*

*A toute ma famille : Chouaib, Aicha, Walid, Akram*

*A tous mes amis : Abd Elwahed, Mostafa, Zinou,  
Azzeddine, Youcef, Redouan, Kouider, Karim, Ossama,  
Samir, Nabil, BASSET, Aiche, Atef, Zaki, Lwali, Housseem,  
mouloud, Ridha, Saadon, François, Omar, Babay, Chahid,  
Imed, Mahdjouba, Sara, Ouiza, Katia, Rima et toute la famille  
Rerrou.*

*Et en particuliers a YACINE ZEROUAL ET Hanya*

*A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin.*

*Badr Eddine*

# Les listes

## Liste des figures

---

<b>Fig.I.1:</b> Les plages et baignades naturelles de Bab El Oued. (Arte charpentier, 2013).....	9
<b>Fig.I.2:</b> Le projet de l'aménagement de l'Oued EL Harrach. (Arte charpentier, 2013).....	9
<b>Fig.I.3:</b> Certaines actions du plan bleu (Arte Charpentier, 2013) .....	10
<b>Fig.I.4:</b> Certaines actions du plan vert (Arte Charpentier, 2013).....	11
<b>Fig.I.5:</b> Faire d'Alger une ville de mobilités (Arte Charpentier, 2013) .....	12
<b>Fig.I.6:</b> Le schéma de cohérence (Arte Charpentier, 2013) .....	13
<b>Fig. I.7:</b> Le devenir du port d'Alger (Arte charpentier, 2013) .....	16
<b>Fig. I.8:</b> Les Terrasses du Port - Horizons sur la mer (Arte Charpentier, 2013) .....	17
<b>Fig.I.9:</b> Le futur port d'Alger (Arte charpentier, 2013) .....	18
<b>Fig.I.10:</b> Le schéma de cohérence du plan blanc (Arte Charpentier, 2013) .....	19
<b>Fig. I.11:</b> L'aménagement de la grande promenade de la baie (Arte charpentier, 2013) .....	21
<b>Fig. I.12:</b> Les différentes séquences de la promenade (Arte Charpentier, 2013) .....	22
<b>Fig.II.1:</b> Situation géographique du Sablettes (Google Earth, 2013) .....	23
<b>Fig.II.2:</b> La carte géologique de la baie .....	26
<b>Fig. II.3:</b> Diagramme ombro-thermique (O.N.M de Dar EL Beida ,1990 – 2012)....	28
<b>Fig. II.4:</b> Les roses des vents la Baie d'Alger. (LEM 1996) .....	29
<b>Fig. II.5 :</b> les roses des houles dans la baie d'Alger (LEM, 1996) .....	35
<b>Fig. II.6:</b> Schéma synthétique de la dynamique littorale dans la baie d'Alger (Belkessa, 2005).....	39
<b>Fig. II.7-1:</b> Evolution du trait de côte de la partie Ouest des Sablettes (APPL, 1959-1999).....	40
<b>Fig.II.7-2 :</b> Evolution du trait de côte de la partie centrale des Sablettes (APPL, 1959-1999).....	41
<b>Fig.II.7-3 :</b> Evolution du trait de côte de la partie Est des Sablettes (APPL, 1959-1999).....	42
<b>Fig.II.8 :</b> Les pressions et impacts sur la baie d'Alger.....	44
<b>Fig.III.1:</b> Organigramme du déroulement des étapes de calcul de la réfraction. ....	51
<b>Fig.III.2:</b> Carte de positionnement des points de prélèvement .....	53

## Liste des figures

---

<b>Fig. III.3:</b> Méthodologie suivie pour l'analyse granulométrique.....	55
<b>Fig. IV.1:</b> Carte Bathymétrique (2D) des Sablettes, 2013. ....	59
<b>Fig. IV.2:</b> Vue en relief de la barre près-littoral de la plage des Sablettes, 2013 . ...	60
<b>Fig. IV.3:</b> Carte bathymétrique interpolée et localisation des profils transversaux..	60
<b>Fig. IV.4:</b> Profil sous-marin n° 01.....	61
<b>Fig. IV.5 :</b> Profil sous-marin n° 04.....	61
<b>Fig. IV.6 :</b> Réfraction de la houle de direction N270° pour une période de 15,54s dans la baie d'Alger. (LEM, 2013) .....	63
<b>Fig. IV.7:</b> Répartition de la fraction fine .....	65
<b>Fig. IV.8:</b> Histogramme unimodale .....	66
<b>Fig. IV.9:</b> Courbe unimodale.....	66
<b>Fig. IV.10:</b> Histogramme bimodale .....	67
<b>Fig. IV.11:</b> Courbe bimodale .....	67
<b>Fig. IV.12:</b> Histogramme plurimodale.....	67
<b>Fig. IV.13:</b> Courbe plurimodale .....	67
<b>Fig. IV.14:</b> La répartition des déciles inférieurs (D10) dans la plage les Sablettes...68	
<b>Fig. IV.15:</b> La répartition spatiale des quartiles inférieurs (Q25) .....	69
<b>Fig. IV.16:</b> La répartition spatiale de la médiane (Q50). .....	70
<b>Fig. IV.17:</b> La répartition spatiale des quartiles supérieurs (Q75) .....	71
<b>Fig. IV.18:</b> La répartition spatiale du décile supérieur (D90) .....	72
<b>Fig. IV.19:</b> La relation entre l'indice de classement et la médiane. ....	73
<b>Fig. IV.20:</b> La relation entre le coefficient d'asymétrie et la médiane. ....	74
<b>Fig. IV.21:</b> Le diagramme de PASSEGA.....	75
<b>Fig. IV 22. :</b> Répartition spatiale de la médiane Q50 dans les deux sites « station dessalement et LIDO ». (LEM, 1996,2009). ....	76
<b>Fig.V.1 :</b> Plan de masse du variante N(1) « brise-lame en enrochement + rechargement» (kamouche et Bouchareb, 2013) .....	89
<b>Fig.V.2 :</b> Profil P(2) en détail du brise-lame en enrochement (Kamouche et Bouchareb, 2013).....	90

## Liste des figures

---

<b>Fig.V.3</b> :Profil en traverse P(3) du rechargement du site les Sablettes (Kamouche et Bouchareb, 2013).....	91
<b>Fig.V.4</b> : Plan de masse du variante N(2) « brise-lame en géotube + rechargement » (Kamouche et Bouchareb, 2013).....	96
<b>Fig.V.5</b> :Profil P(5) en détail du brise-lame en géotube (Kamouche et Bouchareb, 2013).....	97
<b>Fig.V.6</b> :Pofil en traverse P(6) du rechargement du site les Sablettes (Kamouche et Bouchareb, 2013).....	98
<b>Fig.V.7</b> : Plan d'aménagement terrestre.....	102

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau I.1:</b> Représente les sept(07) «ambitions» du projet d'aménagement de la baie d'Alger.....	5
<b>Tableau II.1:</b> Répartition annuelle des fréquences d'apparition par direction des vents (en%).....	30
<b>Tableau II.2:</b> Nombre d'observations d'état de mer par mois (source SSMO), période 08 ans.....	32
<b>Tableau.II.3:</b> Fréquence mensuelle de la houle au large par direction (1 mois=100%).....	33
<b>Tableau II.4:</b> Relation amplitude-direction de la houle au large.....	34
<b>Tableau II.5:</b> Fréquence par direction des différents états de la mer au large (SSMO 1963-1970).....	36
<b>Tableau II.6:</b> Relation période-amplitude de la houle au large (SSMO 1963-1970).....	36
<b>Tableau II.7:</b> Probabilités d'apparition de la houle associées aux périodes de retour.....	37
<b>Tableau II.8:</b> Statistique de la houle au large. ....	38
<b>Tableau IV.1:</b> Caractéristiques de la houle avant déferlement.....	62
<b>Tableau V.1 :</b> les résultats de Prédimensionnement des brise-lames immergés.....	84
<b>Tableau V.2:</b> Caractéristiques géosynthétique en fonction de leurs paramètres. (Source LEM, 2013).....	93
<b>Tableau V.3 :</b> Estimation de couts de la variante n°1.....	99
<b>Tableau V.4 :</b> Estimation de couts de la variante n°2.....	99
<b>Tableau V.5:</b> la comparaison des variantes.....	100

## Liste des photos

---

<b>Photo 1:</b> Plage des Sablettes côté Ouest.....	46
<b>Photo 2:</b> Plage des Sablettes côté Est.....	46
<b>Photo 3:</b> Projet d'aménagement de la plage des sablette dans la phase de réalisation.	46
<b>Photo 4:</b> Achèvement des travaux d'une partie de projet d'aménagement des Sablettes.....	46
<b>Photo 5:</b> Protection par une digue en enrochement.....	47
<b>Photo 6:</b> Pollution domestique (thermique et chimique).....	47
<b>Photo 7:</b> Construction d'un épi de forme L pour accueillir un bateau de plaisance....	47
<b>Photo 8:</b> Installation d'un géotube, (plage du MORE ROGE, CANNES).....	92
<b>Photo 9:</b> Implantation des espaces verts au niveau du site des Sablettes.....	101

## Liste des acronymes

---

<b>A.F.N.O.R :</b>	Association française de normalisation
<b>A.P.P.L :</b>	Agence nationale de Protection et de Promotion de Littoral
<b>Arte charpentier :</b>	Agence française international spécialiser en architecture intérieur urbanisme et paysage
<b>C.E.R.C :</b>	Coastal Engineering Research Center
<b>L.C.H.F :</b>	Laboratoire Central Hydraulique de France
<b>L.E.M :</b>	Laboratoire d'Etude Maritime
<b>O.N.M :</b>	Office National de Météorologie
<b>S.P.M :</b>	Shore Protection Manual
<b>S.S.M.O :</b>	Summary of Synotip Météorologie Observations

## Liste des abréviations

---

<b>BHNS :</b>	Bus à Haut Niveau de Servic
<b>GIZC :</b>	Gestion Intégré de la Zone Côtière
<b>GPS :</b>	Global Positioning System
<b>Hs :</b>	Hauteur significatif
<b>Kr :</b>	Coefficient de réfraction
<b>NGA :</b>	Nivèlement Général Algerienne
<b>PAC :</b>	Plan d'Aménagement Côtier
<b>PDAU :</b>	Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme.
<b>RTK:</b>	Real Time Kinematic
<b>SK:</b>	Skewness de Trask
<b>So:</b>	Sorting de Trask
<b>SWAN:</b>	Simulating Waves Néarshore,
<b>UTM:</b>	Univercal Transvercal Mercator
<b><math>\gamma_s</math>:</b>	La masse volumique des enrochements
<b><math>\gamma_w</math>:</b>	La masse volumique de l'eau de mer

# Sommaire

# Sommaire

---

<b>Introduction général.....</b>	<b>1</b>
----------------------------------	----------

## **1ère partie : Le cadre général : projet de la baie d'Alger**

### **Chapitre I: Le plan stratégique 'Alger 2009 -2029'**

I.1.Contexte générale du projet de la baie d'Alger.....	4
I.2.Les objectifs stratégiques.....	5
I.2.1.La stratégie.....	5
I.2.2.Synthèse des objectifs stratégiques.....	7
I.3.Le contenu du projet.....	8
I.3.1.Projet à court terme 2009 -2014.....	8
I.3.2.Projets à moyen terme 2014-2024.....	11
I.3.3.Projets à long terme : 2024-2029.....	12
I.4.Schéma de cohérence.....	13
I.4.1.Les grands principes du schéma de cohérence.....	14
I.4.1.1. Faire d'Alger une métropole verte.....	14
I.4.1.2.Faire d'Alger une ville agréable en Redessinant le front de mer du nouvel Alger.	14
I.4.1.3. Faire d'Alger l'Eco-métropole.....	15
I.5. Le devenir du port d'Alger.....	15
I.6.La dimension patrimoniale.....	18
I.7. La plage des 'Sablettes'.....	20

### **Chapitre II : Caractéristiques et données naturelles de la baie d'Alger**

II.1.1. Situation géographique.....	23
II.1.2. Zone d'étude.....	23
II.2. Géomorphologie.....	24
II.2.1. Aspect géomorphologie local.....	24
II.2.2. La formation Quaternaire.....	25
II.3. Données météorologique et hydrographique.....	27
II.3.1. Données météorologiques.....	27

# Sommaire

---

II.3.1.1. Contexte climatique.....	27
II.3.1.2. Précipitations (Données O.N.M 1975-1984).....	27
II.3.1.3. Températures.....	27
II.3.1.4. Les vents.....	28
II.3.2. Réseau hydrographique.....	31
II.3.2.1. Oued EL Harrach.....	31
II.3.2.2. Oued EL Hamiz.....	32
II.4. Données hydrodynamique.....	32
II.4.1. Les houles.....	32
II.4.1.1. Principe de l'analyse des données du SSMO.....	32
II.4.1.2. Direction de la houle au large.....	33
II.4.1.3. Relation Amplitude-Direction de la houle au large.....	34
II.4.1.4. Relation Amplitude-Période de la houle au large.....	36
II.4.1.5. Caractéristiques de la houle au large.....	37
II.4.2. Les courants.....	38
II.4.2.1. Les courants liés aux vents.....	38
II.4.2.2. Les courants liés à la marée.....	38
II.4.2.3. Les courants liés à la houle.....	38
II.4.3. Les marées.....	39
II.5. l'évolution du tait de cote sableux de la baie.....	39
II.6. Les données environnementales.....	44
II.7. Visite de site.....	45

## **2ème partie : Approche et diagnostic du site : évolution et état actuel**

### **Chapitre III: Méthodes et outils**

III.1. Matériel et mode d'exécution du levé topographique.....	48
III.2. Mode d'exécution du levé bathymétrique.....	48
III.3. Etude de la réfraction de la houle.....	49

# Sommaire

---

III.3.1. Principe de calcul de la réfraction.....	49
III.3.2. Les étapes de calcul de la réfraction.....	51
III.4. Etude sédimentologie.....	52
III.4.1. Points de prélèvement.....	52
III.4.2. Analyse granulométrique.....	53
III.4.2.1. Méthodologie.....	53
III.4.2.2. Les fractions grossières.....	56
III.4.2.3. Les fractions fines.....	57
III.4.2.4. Le diagramme de PASSEGA.....	57
<b>Chapitre IV : Applications au site ‘les salettes’</b>	
IV.1. Analyse bathymétrique.....	59
IV.1.1. Carte bathymétrique.....	59
IV.1.2. Les profils transversaux.....	62
IV.2. Etude de la réfraction de la houle.....	62
IV.2.1. interprétation des résultats.....	62
IV.2.1.1. Les houles de la direction Nord 0°.....	62
IV.2.1.2. les houles de la direction Nord-Est 45°.....	62
IV.3. Analyse sédimentologie.....	64
IV.3.1. Répartition spatiale de la fraction fine.....	64
IV.3.2. Les courbes granulométriques.....	66
IV.3.3. Répartition spatiale de la fraction grossière.....	68
IV.3.4. Les indices granulométriques.....	73
IV.3.5. Conclusion sur l'étude sédimentologie.....	77

# Sommaire

---

## 3<sup>ème</sup> partie : Contribution à la valorisation et à la protection de la plage ‘Les Sablettes’

### Chapitre V : Aménagement et protection

V.1. Plan d'aménagement.....	78
V.1.1. Variante N°1 : brise-lames immergé en enrochement et Rechargement.....	78
V.1.1.1. Les brise-lames immergés.....	78
V.1.1.1.1. Caractéristiques des brise-lames.....	79
V.1.1.1.2. Objectif et fonctionnement des brise-lames.....	79
V.1.1.1.3. Pré dimensionnement des brise-lames.....	80
V.1.1.1.4. Stabilités des ouvrages de protection.....	82
V.1.1.1.5. Tableau des résultats de Prédimensionnement des brise-lames immergés.....	84
V.1.1.1.6. Avantages et inconvénients des brise-lames.....	84
V.1.1.2. Rechargement en sable.....	85
V.1.1.2.1. Rechargement artificielles.....	86
V.1.2.2.2. Les étapes de rechargement.....	86
V.1.2.2.3. Les paramètres de rechargement.....	88
V.1.2. Variante N°2 : brise-lames immergées en géotubes et rechargement.....	92
V.1.2.1. Définition.....	92
V.1.2.2. Prédimensionnement de l'ouvrage.....	92
V.1.2.2.1. Paramètres d'implantation de l'ouvrage en géotube.....	92
V.1.2.2.2. Vérification de stabilité du géotube.....	94
V.1.2.3. Avantages et inconvénient des géotubes.....	94
V.2. Estimation du coût des variantes.....	99
V.3. Comparaison des variantes.....	100
V.4. Aménagement terrestre.....	101
<b>Conclusion général.....</b>	<b>104</b>

# Sommaire

---

# *Introduction générale*

# Introduction général

---

L'Algérie s'inscrit aujourd'hui dans un contexte de forte croissance générée par un environnement économique favorable et portée par les hydrocarbures. Elle entend profiter de cette croissance pour aménager et équiper son territoire et pérenniser cette dynamique économique par la diversification et de développement d'autres secteurs d'activités : tertiaire, commerce, formation, sciences, technologie, tourisme, congrès, loisir .....

L'Algérie a aussi l'ambition de placer Alger, sa capitale, vitrine et porte de l'Afrique dans le peloton de tête des métropoles méditerranéennes attractives ou il fait bon vivre.

La loi **01-20** de 12 /12/2001, relative à l'aménagement et au développement durable du territoire impose à chaque wilaya de se doter d'un plan d'aménagement du territoire de celle-ci qui devra répondre aux préoccupations économiques, sociales et environnementales, tout en s'inscrivant en harmonie avec les lignes stratégiques définies par la nouvelle politique en matière d'aménagement du territoire.

Le projet de la baie d'Alger fait partie de ce plan d'aménagement initié par les pouvoirs publics pour répondre aux nouvelles exigences de la ville et de son développement métropolitain, de nombreux programmes d'amélioration ont été promus et ont concerné le réseau des transports et le trafic automobile, la recherche d'un équilibre entre l'offre et la demande de logements et la réorganisation de quelques zones centrales de la ville.

La zone du port devra aussi être concernée par la réalisation d'un projet d'ouverture d'une partie des quais portuaires à la jouissance du public, avec la réalisation d'espaces piétons et de services pour le loisir qui sera élargie à toute la bande côtière de la baie dans un avenir proche c'est l'un des plus ambitieux projet urbain et il sera encore une fois le rapport de la ville avec la mer à travers la réorganisation de la bande côtière le long la baie d'Alger, projet qui prévoit là, la réalisation d'une zone piétonne, d'espaces pour de grands hôtels, plusieurs centres d'affaires et commerciaux, et finalement la future grande mosquée de la ville qui sera la seconde plus grande du monde avec une capacité de 80.000 places.

Ainsi, 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», a eu la charge d'établir un plan de cohérence urbaine à l'échelle de la baie 50 Km de long sur 500 mètres de profondeur – comprenant la ville actuelle et ses extensions pour faire d'Alger l'Eco-métropole du 21<sup>ème</sup> siècle et ce à travers une série de projets

# Introduction général

---

architecturaux s'inscrivant dans le court, moyen et long terme. Le plan de cohérence définit trois axes autour desquels s'organisent ces derniers :

- Un premier axe éco-urbain, mettant en relief des projets prioritaires pour revaloriser la façade maritime et requalifier l'espace urbain : restitution du centre historique, connexions de la ville à la mer, accès aux plages;
- Un axe éco-développement, installant de nouvelles polarités, au cœur des territoires de grands projets : reconquête du port, opportunités d'investissement, pôles d'excellence.
- Et enfin un axe éco-système, permettant de ré-naturaliser la ville et restaurer sa trame verte : stabilisation du cordon des plages et création d'un filtre écologique littoral.

En cohérence avec le profil de ces trois axes, deux grands projets se sont déjà manifestés et initiés: le projet "Alger Médina" du groupe Dahli dont les travaux ont été lancés et les projets d'aménagements de la baie d'Alger et de ses territoires<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Ce méga projet inscrit à l'indicatif de la wilaya d'Alger maître d'ouvrage consiste en la concrétisation de plusieurs plans à savoir :

- **Plan bleu:** - Assurer une meilleure gestion des ressources et la limitation des pollutions.  
- L'eau comme ressource naturelle à préserver et comme composante fondamentale de l'aménagement d'Alger.
- **Plan vert :** -Améliorer la qualité de la vie et la préservation de la biodiversité.  
-La végétation comme facteur d'équilibre sanitaire et comme paysage contribuant à l'urbanité et mieux vivre.
- **Plan blanc :** -Valoriser le patrimoine urbain dans le respect à l'environnement assurant le développement économique de la ville.  
-La revalorisation du centre historique, la réhabilitation des quartiers périphériques, l'aménagement des perles de la baie et la création des nouveaux quartiers.
- **Faire d'Alger une ville de mobilités des proximités :**  
- Le macromaillage urbain : report du trafic vers l'intérieur des terres.  
- Les transports en commun : développement, densification du réseau, modernisation et mise aux normes.  
-Les grands travaux urbains : mise à niveau de la voirie, aménagement piéton et ouvrages de régulation de la circulation.
- **Equipement structurants :**  
-polariser et structurer les perles de la baie d'Alger.  
Dont l'objectif principal de l'amélioration du cadre urbain et la valorisation de la zone côtière et satisfaire le besoin de la population Algéroise en matière de tourisme et d'économie.

# Introduction général

---

Le but de notre projet de fin d'étude intitulé «Contribution à l'aménagement du site « *les sablettes* » et à son intégration au 'projet de la Baie d'Alger'», est alors de faire une Le but de notre projet de fin d'étude intitulé «Contribution à l'aménagement du site « *les sablettes* » et à son intégration au 'projet de la Baie d'Alger'», est alors de faire une approche d'aménagement et de protection durable de cette partie côtière sableuse, intégrée à l'esprit du grand projet de la baie d'Alger.

A ce titre notre travail est doté d'un plan d'étude axé lui-même sur **3 parties** :

- **Le cadre général** : présentation du projet de la baie d'Alger et de son plan stratégique. Ce travail résulte de l'exploitation du dossier technique du projet et d'autres sources bibliographiques.
- **Approche et diagnostic du site « les sablettes »** : reconnaissance générale de l'état initial et actuel de la zone d'étude à partir des données collectées des différents organismes, à savoir des données climatiques (température, précipitation...etc.) et des données de terrain (topographie, bathymétrie ...etc.)
- **Valorisation et protection de la plage** : proposition des solutions d'aménagement et de protection avec leurs systèmes innovants.

*1<sup>ère</sup> partie :*

*Le cadre général : projet de la  
baie d'Alger*

***Chapitre I:***  
***Le plan stratégique ‘Alger***  
***2009 -2029’***

### I.1.Contexte générale du projet de la baie d'Alger

Le Programme d'Aménagement Côtier (PAC – zone côtière Algéroise) est le premier projet de ce type conduit en Algérie pour la promotion d'une véritable démarche de gestion intégrée appliquée à une zone côtière (GIZC). La mise en œuvre d'un tel processus GIZC relève d'un exercice novateur qui demande de nombreux intervenants, d'importants investissements et qui se présente comme un exemple encourageant pour son extension à l'ensemble de la zone côtière algérienne. En effet, « la GIZC étant un Processus dynamique qui réunit gouvernement et société, sciences et décideurs, intérêts publics et privés, en vue de la protection et du développement des systèmes et ressources côtières..... Ce processus vise à optimiser les choix à long terme privilégiant les ressources et leur usage raisonné et raisonnable ..... » (Cicin – Sain, Knecht – 1998. In Laiachi , Zouaghi -2012)

C'est dans ce contexte et dans cet esprit que se situe le '*grand projet d'aménagement de la baie d'Alger*'. Afin d'accompagner et favoriser la croissance, dans une vision de développement durable, les pouvoirs publics « ... engagent un plan d'aménagement et de développement sans précédent, et envisagent de grands travaux d'infrastructures, d'équipements et d'embellissement de la ville d'Alger » (Arte Charpentier Architectes, 2013).

Les objectifs globaux qui sous – tendent cet important projet s'appuient sur (Arte Charpentier Architectes, 2013) :

- Une logique de maintien du caractère naturelle de la baie, qui oriente le projet vers la création d'une métropole verte et la préservation de son identité. Cette orientation s'exprime dans le plan ainsi que dans les formes urbaines et architecturales.
- Une préoccupation de sécurité publique et de qualité de vie pour faire d'Alger une ville saine et sure. Ceci passe par la maîtrise des eaux de ruissellement et des pollutions dans les oueds, la réalisation d'ouvrage de retenu en amont et de bassin d'orage paysager en aval. A cela s'ajoute la mise en œuvre d'un filtre vert le long du littoral pour garantir la qualité des eaux avant le rejet dans le milieu naturel.
- Une volonté de mise en œuvre de politique de transport et de déplacement responsable, pour faire d'Alger la ville des mobilités vertes et des proximités.

- Une volonté de faire d'Alger l'Eco-métropole de la méditerranée, ville ouverte, attractive agréable à vivre et fière de son identité.

Nombres des projets ont déjà vu le jour sur le rivage algérois (aménagement d'Oued EL Harrach, la piscine naturelle de Bab EL Oued,..). En continuité, le grand projet d'aménagement de la baie d'Alger est une des actions prioritaires.

## I.2.Les objectifs stratégiques

### I.2.1.La stratégie

La vision stratégique définit une aspiration holistique et positive pour Alger. Elle fixe une direction. Elle canalise les énergies des différents acteurs.

En effet, Il s'agit d'une vision de développement territorial projeté sur 20 ans pour la Wilaya d'Alger, et qui prend appui sur la concrétisation d'un ensemble de projets et d'opérations d'intervention urbanistique étalés sur des étapes temporelles de développement et de consolidation stratégiques (PDAU, 2011).

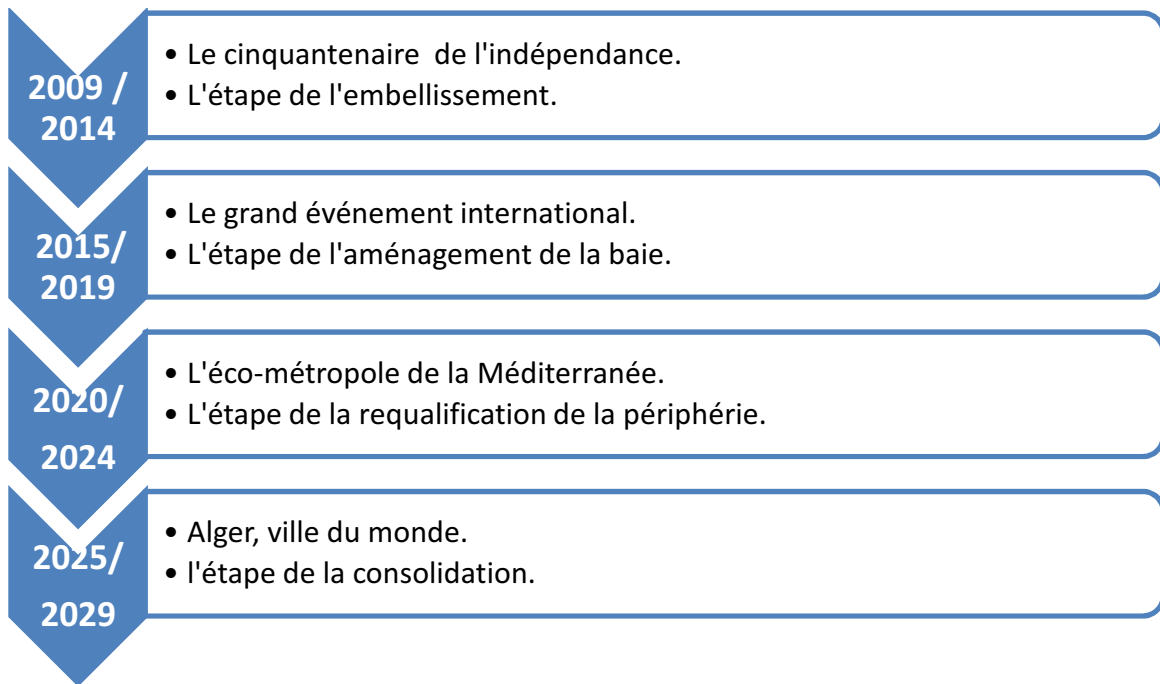
Selon ses concepteurs la vision du projet de développement de la ville d'Alger est transposée de manière synthétique, suivant sept domaines fondamentaux. Pour chacun de ces domaines, il est possible de déchiffrer clairement les forces, les faiblesses, les menaces et les opportunités qui, bien pondérées, synthétisent et traduisent la vision en ambitions (PDAU, 2011).

Cette vision de l'aménagement du territoire revêt, à sa base, un dessin stratégique consolidé par un ensemble de sept 'ambitions' (Tab.I.1) qui, dans le cadre politique, visent à configurer « l'Alger de demain » (PDAU, 2011):

**Tableau I.1** : représentation des sept (07) «ambitions» du projet d'aménagement de la baie d'Alger

CRITÈRES	AMBITIONS
POSITIONNEMENT	« Ville emblématique »
SOCIO-ECONOMIE	« Moteur du développement tertiaire de l'Algérie »
OCCUPATION DU TERRITOIRE	« Ville belle qui maîtrise son étalement »
ENVIRONNEMENT	« Eco-métropole de la méditerranée et ville jardin »
MOBILITE	« Ville des mobilités et des proximités »
RISQUE	« Ville sûre »
GOUVERNANCE	« Ville, empreinte de bonne gouvernance »

Dans le contexte des éléments de diagnostic et des questions-clés soulevées, quatre étapes séquentielles furent définies, qui visent, sur 20 ans, à donner corps aux 'ambitions' prédéfinies pour la projection du territoire de la Wilaya d'Alger, que ce soit dans le contexte national algérien ou dans le contexte international de l'espace méditerranéen du Maghreb (PDAU, 2011) :



Selon le rapport d'orientation du (PDAU ,2011) d'Alger (Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la Wilaya d'Alger-Rapport d'Orientation), le cadre stratégique tracé comprend aussi, dans un premier temps, et ce jusqu'en 2012, la concrétisation d'un ensemble de 18 « projets prioritaires » qui, au niveau de l'aménagement du territoire et des opérations de valorisation urbaine, vont produire un « effet de contamination positive » sur toute la Wilaya d'Alger. La diffusion d'une nouvelle approche de l'espace public et la structuration de la maille urbaine, grâce à la concrétisation d'une série de projets emblématiques de réhabilitation et de régénération urbaine, vont affirmer Alger – lors de la célébration du cinquantenaire de l'Indépendance , comme capitale agglomératrice, à la pointe du développement du pays, projetant simultanément vers l'extérieur l'image d'une ville, d'une région et d'un pays ouvert au monde et aux autres.

### I.2.2.Synthèse des objectifs stratégiques

La stratégie adoptée se fixe des objectifs qui s'inscrivent dans les préceptes fondamentaux du développement durable à savoir le ralliement de la satisfactions des besoins socio - économiques des générations actuelles et à venir avec la protection du milieu et de ses ressources en les inscrivant dans la durabilité. Tout cela apparait dans les analyses et les commentaires des concepteurs du projet pour la métropole algéroise en général et pour la baie d'Alger en Particulier. On relève notamment qu'Alger « ... est une ville unique, elle doit aussi, et dès demain, être la plus moderne des métropoles de méditerranée. Le projet baie d'Alger doit donc permettre d'ouvrir la ville sur elle-même (rendre le site aux algérois) et sur le monde. Pour ce faire, il est impératif de construire, dans les vingt ans qui viennent, une nouvelle attractivité. Il faut à la fois engager la réhabilitation de la ville et articuler ses vastes terrains libres sur un faisceau moderne de mobilités..... » (**Arte charpentier, 2013**).

La problématique environnementale est une partie prenante indiscutable car il est aussi précisé que son enjeu est « ... fondamental et suppose, grâce au *plan vert*, de faire d'Alger la grande métropole verte du sud de la méditerranée en maintenant les continuités naturelles, en consolidant le grand foret de l'ouest, l'agri-parc de l'Est-autour du lac de Réghaia – et en articulant son urbanisation sur un archipel vert côtier, etc... ». Ce *plan vert* est complété par un *plan bleu*, permettant la gestion et le traitement de l'eau dans la baie (**Arte charpentier, 2013**).

La problématique de l'intégration est aussi une préoccupation. Sans une démarche intégrée on ne peut pas éviter certaines contradictions et incohérences qui indéniablement sont génératrices de déséquilibres et de dysfonctionnements sociaux et spatiaux ou tout simplement urbanistiques. C'est ainsi qu'on relève dans le rapport de ses concepteurs ce souci de rechercher l'intégration et la cohérence des différentes opérations prévues dans la réalisation du grand projet Algérois. « ....La stratégie de mise en œuvre des projet prioritaires repose sur la poursuite d'un double objectif : chaque projet doit être compris comme la mise en application, sur un secteur donné, des principes développés dans le schéma de cohérence mais à son tour, chacun de ces projet a pour effet de donner du sens au schéma de cohérence en s'inscrivant comme solution transverse aux différentes thématiques mises en évidence dans le diagnostic urbain.... » (**Arte charpentier, 2013**).

### I.3. Le contenu du projet

Selon le PDAU d'Alger, la mise en œuvre des différents projets va s'étendre jusqu'en 2029 en distinguant trois phases

- Court terme : 2009-2014
- Moyen terme : 2014-2024
- Long terme : 2024-2029

La première phase de mise en œuvre des projets est stratégique à plus d'un titre. Tout d'abord, elle permet d'amorcer le renouveau d'Alger par des opérations emblématiques qui vont contribuer à renforcer son rayonnement à l'échelle régionale, nationale et internationale. Ensuite, le choix des projets et leur bonne mise en œuvre vont déterminer la mise en place ultérieure des projets stratégiques à moyen, moyen-long et long terme.

#### I.3.1. Projet à court terme 2009 -2014

Pour cette phase, le projet de la baie d'Alger entend orienter la croissance de la mobilité algéroise vers une forme durable :

- Renforcer la part du transport doux dans le système de mobilité
- Localiser les équipements et nouveaux quartiers, fortement générateur de mobilité, vers des pôles de transport multimodaux.

Cette phase se caractérise par le lancement des projets dits prioritaires, symbole des renouveaux de la métropole-capitale. La mise en œuvre de cette stratégie ambitieuse suppose le ciblage, en première phase, de quelques projets prioritaires, en raison de l'effort financier que représente leur réalisation. L'ambition de ces projets est de permettre à Alger de s'assurer un niveau d'équipement dignes d'une métropole capitale.

Dans ce contexte, certaines opérations parmi celles prévues dans le «...*collier de perles de la baie.*» (Expression retenue par le bureau d'étude concepteur du projet) commencent à apparaître, principalement au niveau du centre historique. Ces premières perles s'organisent autour du projet prioritaire parmi elles on peut citer les deux projets suivants :

- Les plages et bains naturelles de Bab El Oued. (**Figure I.1**)
- Le projet de l'aménagement de l'Oued EL Harrach. (**Figure I.2**)

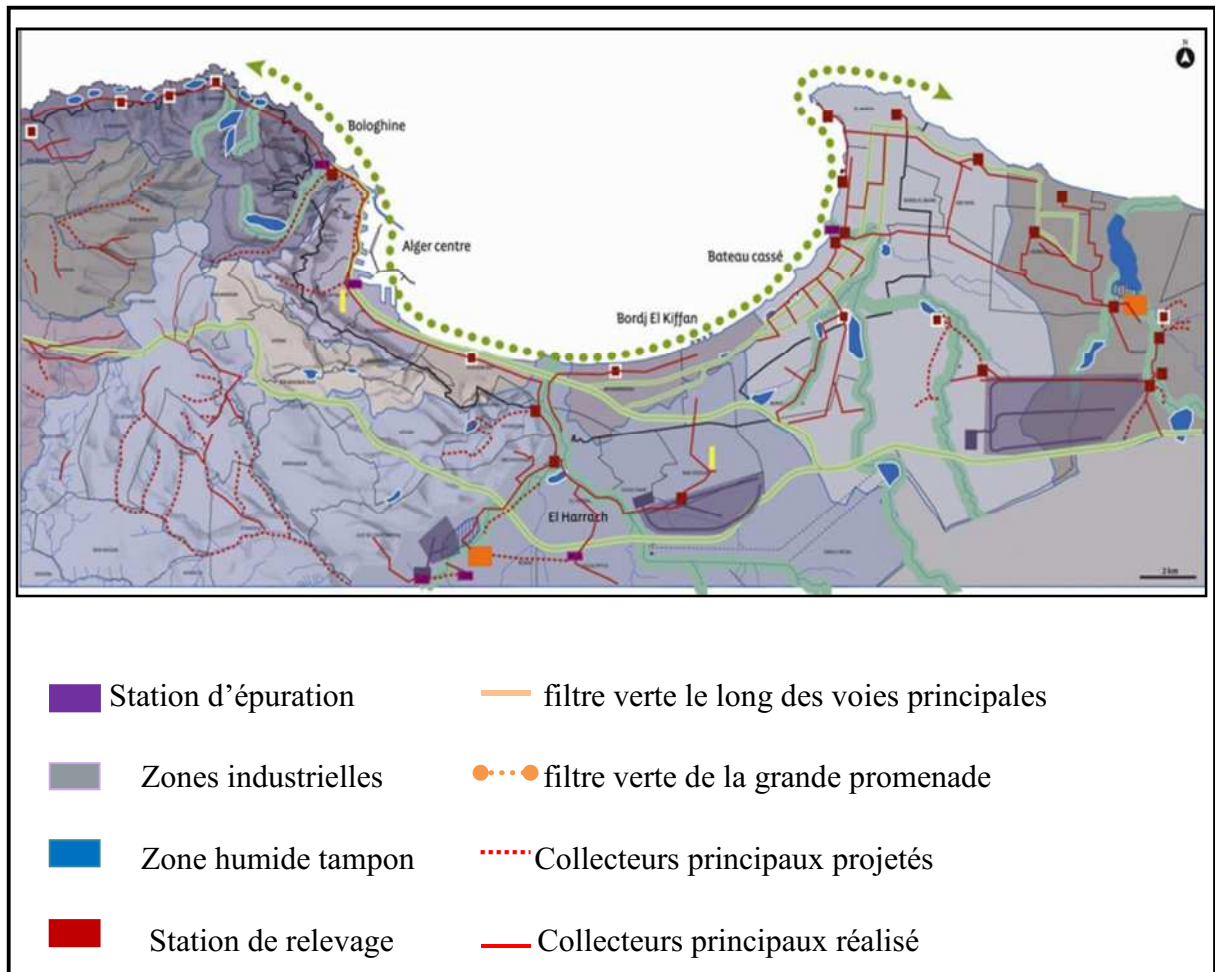


**Fig. I.1** : Les plages et bains naturelles de BAB EL Oued (Arte Charpentier, 2013)



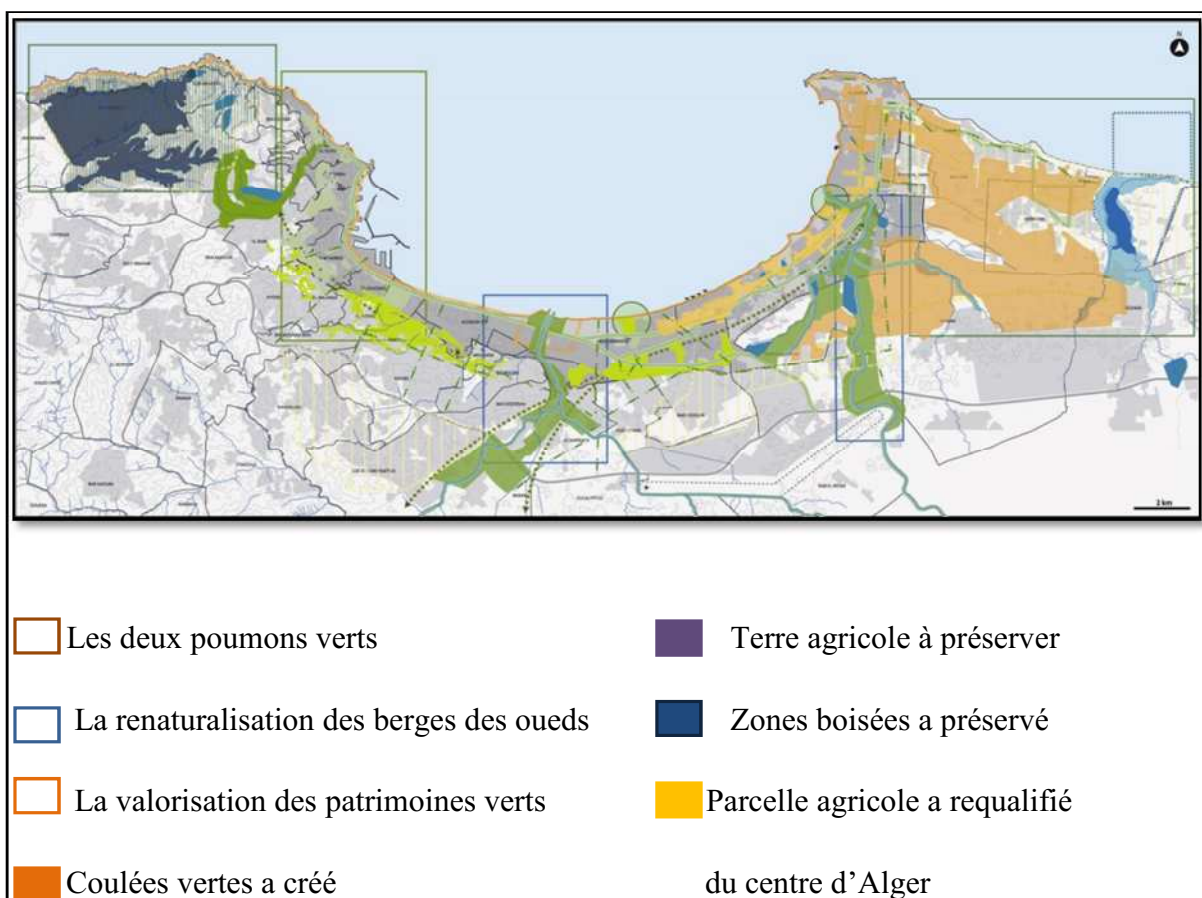
**Fig. I.2** : le projet d'aménagement d'Oued EL Harrach (Arte Charpentier, 2013)

Le phasage des aménagements relatifs au *Plan Bleu* assure une meilleure gestion des ressources d'eau et la limitation des pollutions. L'eau en tant que ressource naturelle à préserver et comme composante fondamentale de l'aménagement d'Alger est un paramètre stratégique. A ce titre la (gestion des eaux urbaines et pluviales est prioritaire ainsi que le traitement des eaux de rejets industriels et de l'oued el- Harrach (**Figure I.3**).



**Fig. I.3 :** Certaines actions du plan bleu (Arte Charpentier, 2013)

Les actions du *Plan Vert* qui améliorent la qualité de la vie et de préservation de la biodiversité, c'est-à-dire la végétation, est considérée comme facteur d'équilibre sanitaire et un paysage contribuant à l'urbanité pour mieux vivre. (Figure I.4)



**Fig. I.4 : Certains actions du plan vert (Arte Charpentier, 2013)**

La présence de deux grandes espaces naturelles remarquables, qui sont les deux poumons verts de la baie d'Alger « le parc de Bainèm et l'agri parc de Reghaia ». Les projets sur les deux poumons verts de la baie s'inscrivent notamment dans une optique de préservation à enclencher dès le court terme. Ils répondent également à la stratégie générale de la région Algéroise de développement touristique et de loisirs.

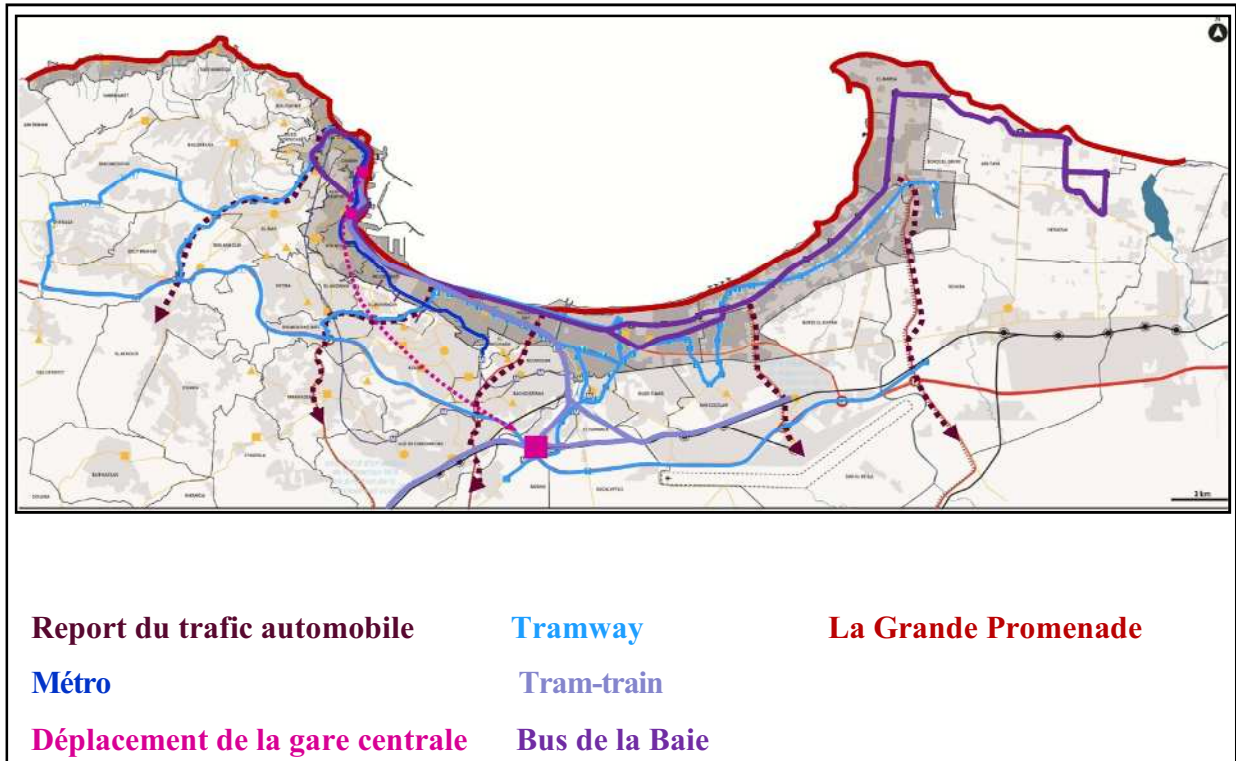
### I.3.2. Projets à moyen terme 2014-2024

La période 2014-2024 verra se constituer l'essentiel des projets d'aménagement de la baie d'Alger. Pour celles liées aux dernières délocalisations des activités portuaires, elles seront mises en place dans la phase ultérieure 2024-2029, c'est le cas de certains équipements structurants comme :

- Le palais des festivals et le nouveau quartier balnéaire et touristique de Bordj EL Kifan
- La revalorisation du port de Tamenfoust.

D'autre part pour une mobilité relativement rapide il est nécessaire aussi de réaliser certains projets, comme:

- Le déplacement de la gare centrale dans le creux d'El Harrach.
- La mise en place d'une ligne de Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) proposé le long de la Baie. **(Figure I.5).**



**Fig. I.5 : Faire d'Alger une ville de mobilité (Arte Charpentier, 2013)**

### I.3.3.Projets à long terme : 2024-2029

L'aménagement des différents segments de la promenade permet d'établir la liaison entre chacune des Perles de la baie, l'installation d'un système de transport en commun performant pour faire d'Alger une ville de mobilité et de proximité et assurer une cohérence entre les différents modes de transports et l'aménagement de la baie.

#### I.4.Schéma de cohérence

Dans le rapport général du projet global du développement durable de la capitale métropolitaine Algéroise, il est stipulé avec force que la cohérence, entre ses différentes opérations et composantes, constitue un déterminant essentiel. Dans l'esprit de l'initiateur et des concepteurs du projet, le littoral et l'ouverture de la ville sur sa baie doivent s'inscrire dans une logique fonctionnelle cohérente. On relève en effet dans le rapport que « *Le schéma de cohérence* » constitue l'armature du projet de l'aménagement de la zone côtière de la Baie d'Alger. L'enjeu est de faire ressortir des choix stratégiques en termes de (Arte Charpentier, 2013) :

- Modes d'urbanisation, conduisant à déterminer des installations portuaires, des zones urbaines sensibles et à risque (reconquête urbaine des zones d'habitat informel entre)
- Valorisation des zones mutables.
- Mise en valeur des territoires stratégiques pour le développement urbain (Bab El oued, Houssine Dey,...)

Le schéma de cohérence est donc la synthèse des diagnostics thématiques du projet de la Baie d'Alger. Il offre une représentation des grands enjeux du Plan d'Aménagement Associés au phasage des projets à court, moyen, moyen-long et long terme. Il permet d'avoir une vision d'ensemble et des futures opérations dans la Baie. (Figure I.6)

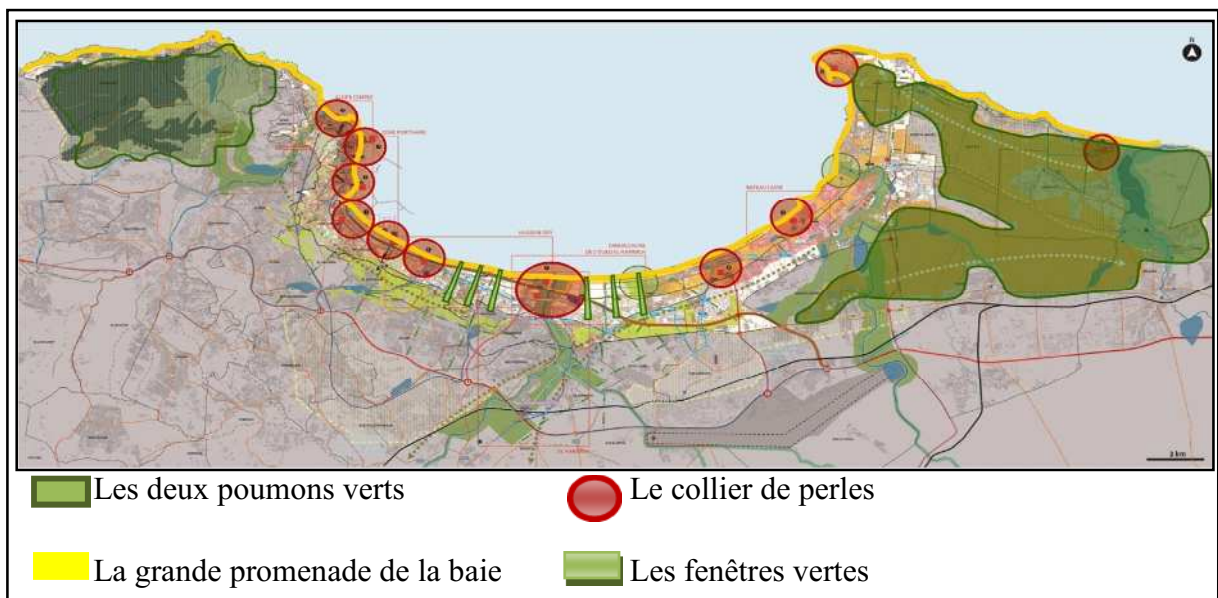


Fig.I.6 : Le schéma de cohérence (Arte Charpentier, 2013)

Chacun de ces projets participe alors d'une lecture transversale du territoire permettant de faire d'Alger :

- Une ville des mobilités.
- Une ville attractive sur le plan de tourisme de loisirs et d'affaires.
- Une ville ouverte sur son front de mer.
- Une éco-métropole préservant et valorisant ses ressources naturelles.

#### **I.4.1. Les grands principes du schéma de cohérence**

##### **I.4.1.1. Faire d'Alger une métropole verte**

A travers un maintien du caractère naturel de la Baie tous les projets mis en œuvre doivent avoir pour objectif la création d'une métropole verte. Pour cela il est mentionné qu'on doit passer notamment par :

- la réhabilitation du forêt Bainem à l'Ouest.
- la création d'un agri-parc dans les zones comprises entre le cap Matifou et le lac de Reghaia.
- l'installation sur tout le front de mer d'un archipel vert dans le jardin d'essai sera la 1<sup>ère</sup> pièce.
- la protection et la création des plages de la Baie.

##### **I.4.1.2. Faire d'Alger une ville agréable en Redessinant le front de mer du nouvel Alger**

Le front de mer étant aujourd'hui occupé, sur près d'une cinquantaine de Km par des installations portuaires, de sites industriels et une alternance de zones d'habitations solides ou précaires,...

Des mesures seront prises dans le redéploiement des activités industrielles vers des zones appropriées et aménagées, une réhabilitation des vieux bâtis en quartiers intégrés dans des éco quartiers.

#### **I.4.1.3. Faire d'Alger l'Eco-métropole**

Le devenir objectif que doit se donner le projet doit être celui de la circularité. En effet, le grand projet d'aménagement de la baie d'Alger ne doit pas seulement permettre de redonner un caractère plus naturel au site de la baie, il doit faire d'Alger une éco-métropole, faire de ce paysage un outil plus complet de contrôle climatique, d'enrichissement et de dépollution du sol et de gestion de la ressource en eau surtout le front de mer de la baie.

#### **I.5. Le devenir du port d'Alger**

La synthèse des diagnostics stratégiques suggère de transférer du port d'Alger vers un nouveau port moderne (**Figure.I.7**), l'essentiel des activités polluantes, fortement génératrices d'encombrement routiers ou frappés d'obsolescences techniques ou commerciales et de ne conserver, un temps encore, que les activités commerciale propres et moderne qui peuvent contribuer à une image d'activité et de production de richesse participant ainsi positivement à la valorisation de la réhabilitation urbaine de la capitale (**Arte Charpentier, 2013**).

La synthèse des diagnostics stratégiques comprend ainsi des actions qui peuvent ou qui doivent dans certains cas se développer durant certaines périodes définies, qui correspondent aux phases, successives de la stratégie adoptée.

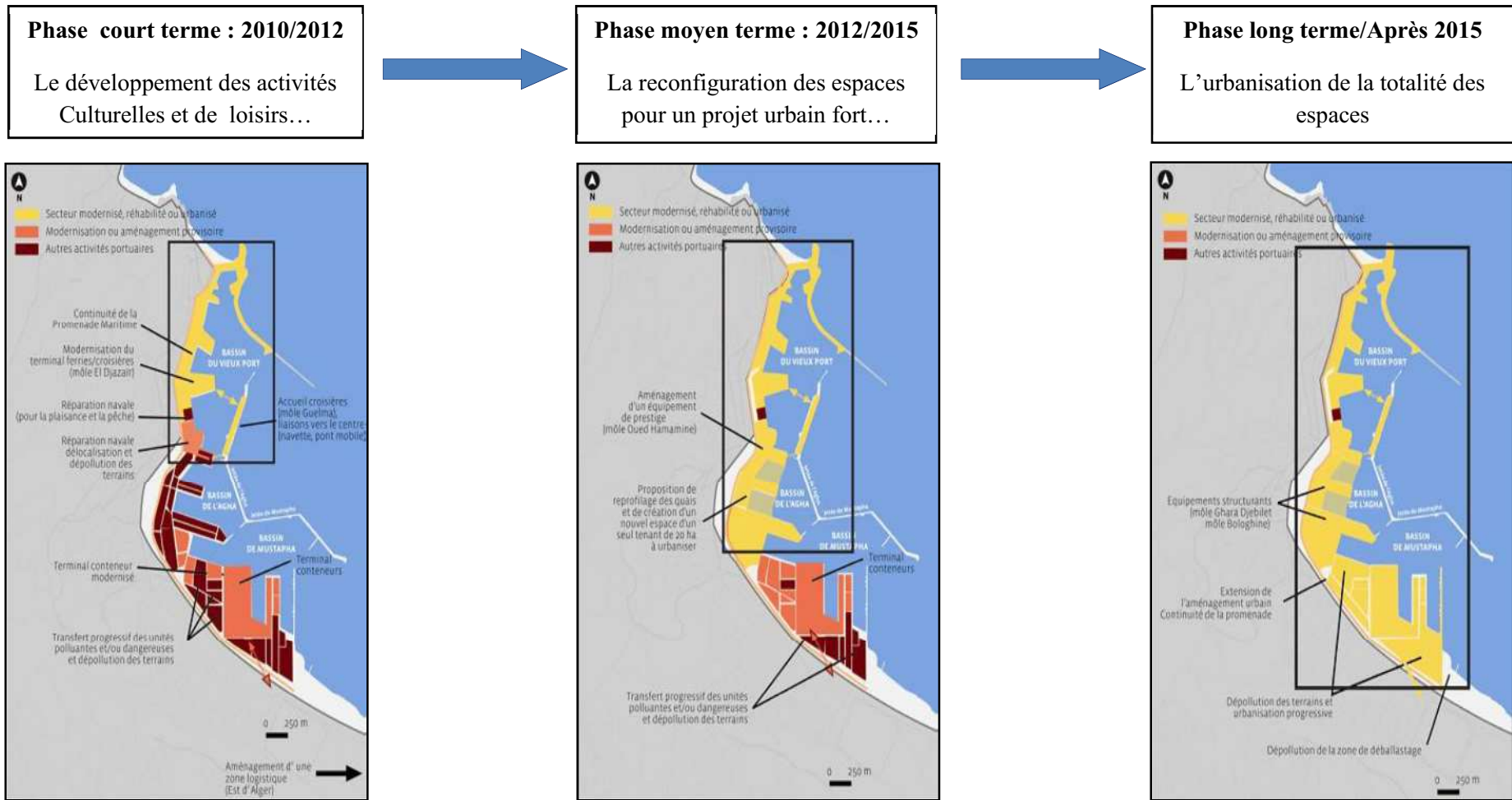


Fig. I.7 : Le devenir du port d'Alger (Arte charpentier, 2013)

Les projets de la première phase sont compris entre les opérations de :

- libération des espaces portuaires occupés par des installations et industries polluantes et le stockage des marchandises.
- lancement des études préalables en vue de la construction et l'exploitation d'un nouveau grand port.

Le plan d'action à moyen terme contient un ensemble de réhabilitations urbaines réalisables à moyen terme pour redonner aux Algérois l'accès à la mer, au port et à un ensemble de services de commerce, de restauration et de loisirs. Il offre également à la capitale des retombées politiques, économiques et de vie sociale. Certaines actions d'aménagement peuvent être citées.

- Réalisation du projet « Terrasses du port » et réhabilitation des installations de pêche artisanale et de la criée.
- Réhabilitation du port de plaisance (de son quai, de ces pontons et de sa capitainerie.) (**Figure I.8**).



**Fig. I.8** : Les Terrasses du Port - Horizons sur la mer (Arte Charpentier, 2013)

Le plan d'actions à long terme proposé prépare donc l'émergence d'un nouveau port a vocation internationale et en eau profonde et, sur une partie des terrains du port historique d'Alger, d'un grand ensemble urbain de centre-ville, les pieds dans l'eau, vivant et fonctionnel (**Figure I.9**).



**Fig. I.9** : Le future port d'Alger (**Arte charpentier, 2013**)

### **I.6. La dimension patrimoniale**

La ville d'Alger a une grande et longue histoire. A ce titre elle recèle un patrimoine culturel et des vestiges qui marquent son cachet urbanistique et qui témoignent des différentes étapes de son développement urbain. Sa réalité archéologique se traduit par des aménagements entrepris depuis quelques temps à la place des martyrs en adéquation avec le souci de protéger les fouilles datant des temps historiques anciens (**Arte charpentier, 2013**).

En développant le **Plan Blanc**, le projet urbain 2009 – 2029 valorise le patrimoine urbain dans le respect de l'environnement et en assurant le développement économique de la ville.

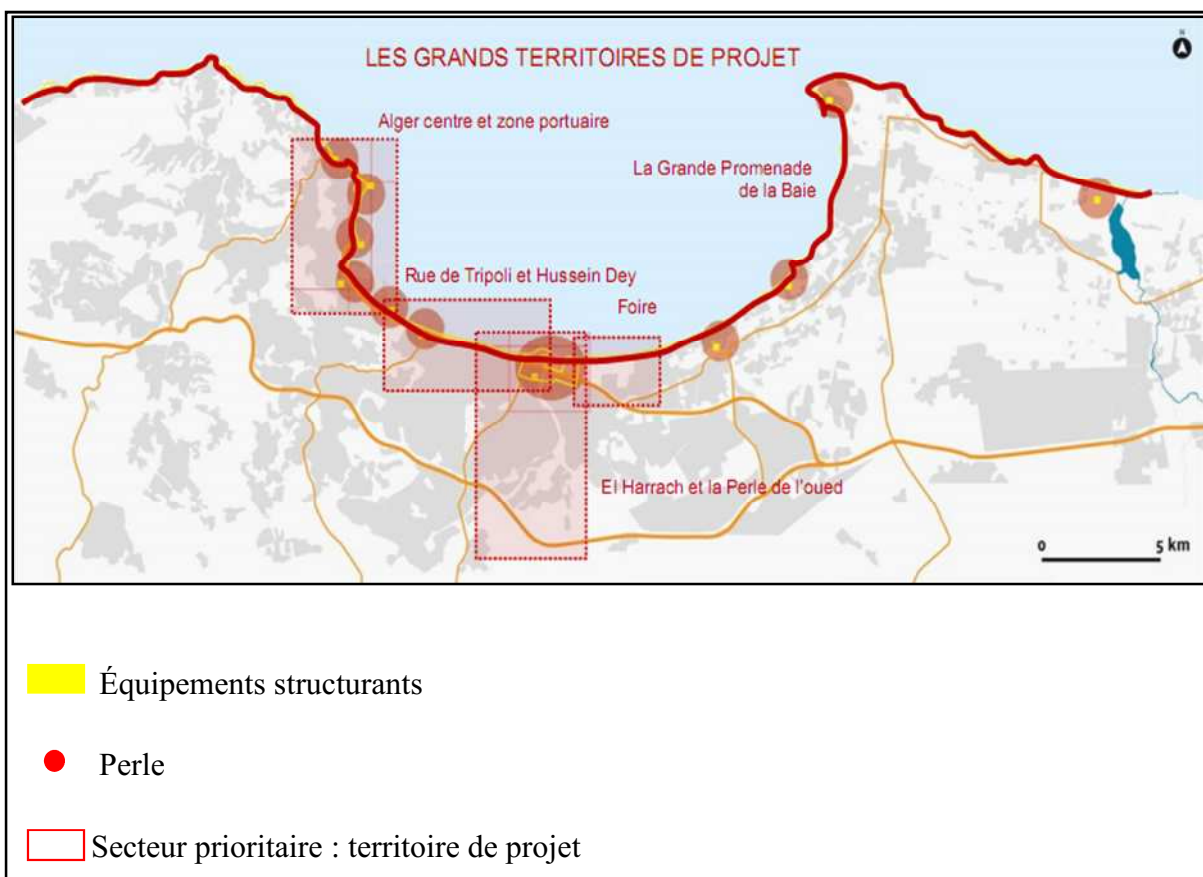
Dans le rapport général du projet 2009 – 2029 il est dit que « Ce qui frappe le visiteur à Alger est une combinaison exceptionnelle de facteur favorable de l'image de la ville. La très grande homogénéité des composantes de la ville dite historique, apparait par le front de mer, la Casbah, la ville coloniale et la présence d'éléments patrimoniaux remarquables insérés au tissu urbain..... ».

Cette richesse culturelle et historique, à différentes échelles spatiales (le site, les composantes, les objets ou ensembles d'objets....) doit faire l'objet d'une réflexion qui a pour but de poser les bases d'une stratégie patrimoniale.

Poser les bases d'une stratégie (patrimoniale) consiste à opérer une double évaluation

- ✓ Repérer dans le paysage urbain les entités homogènes qui composent la richesse patrimoniale
- ✓ Définir brièvement les caractères propres à chacun de ces ensembles homogènes.

Le *Plan Blanc* met en œuvre un schéma de cohérence articulé autour de la revalorisation du centre historique, la réhabilitation des quartiers périphériques, l'aménagement des perles de la baie et la création des nouveaux quartiers (**Figure I.10**).



**Fig. I.10** : Le schéma de cohérence du plan blanc (Arte Charpentier, 2013)

Pour chacun des ensembles urbains identifiés dans le tissu urbain de la baie d'Alger, les trois échelles mentionnées devront être prise en considération pour isoler leurs caractères propres.

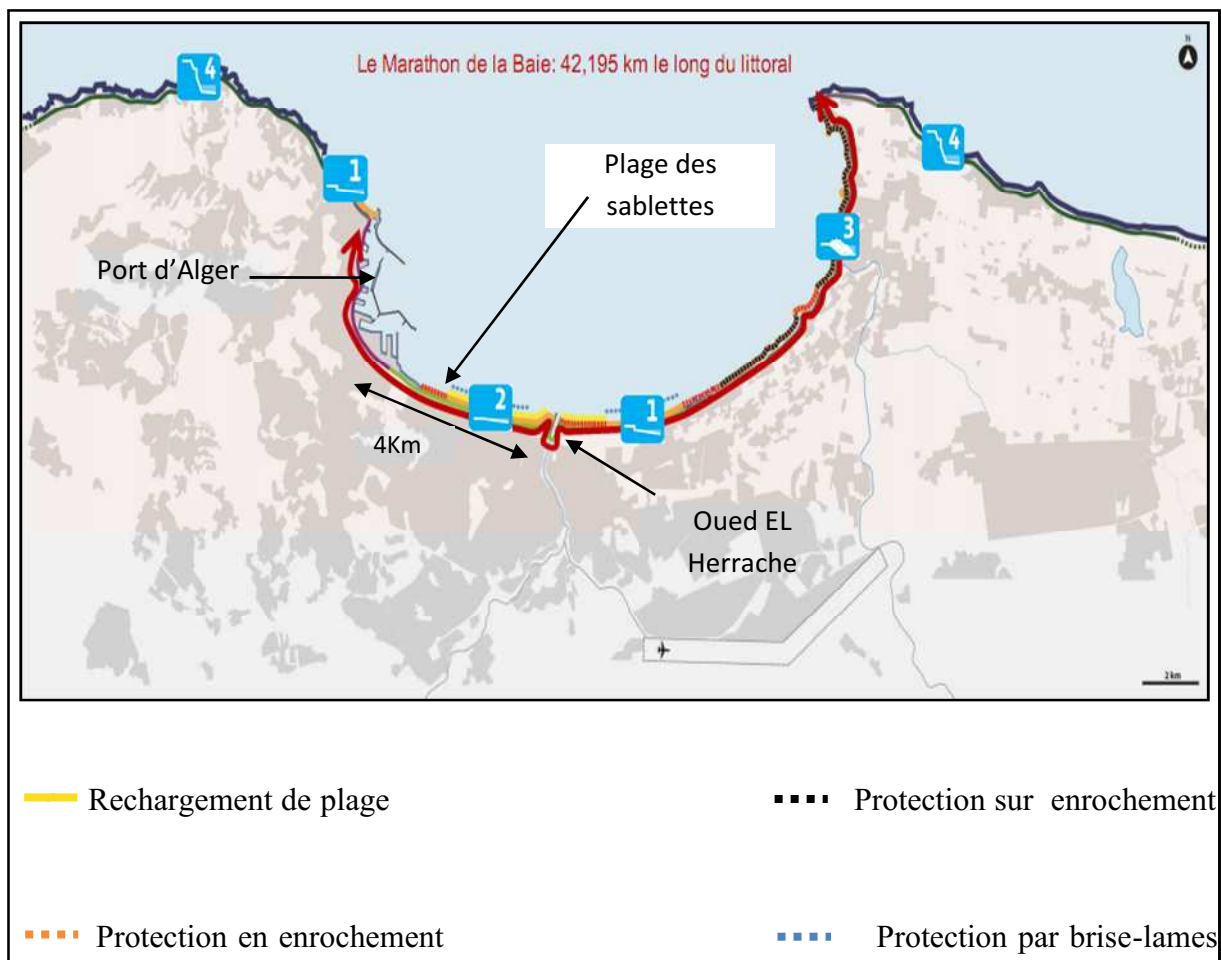
Ces quelques commentaires ont pour objet de définir des principes en vue d'une prise en considération du volet patrimonial dans la logique du projet urbain. Les concepteur du projet précise qu'en aucun cas il ne s'agit d'inventorier ou de développer une analyse exhaustive qui ne peut être qu'affaire de spécialistes et doit être resituée dans le cadre bien délimité de la mise en œuvre d'une procédure de conservation. Toutefois, il ne manque pas de souligner que le schéma de cohérence ne peut faire l'économie d'un certain nombre de règles et de principes pour que ces éléments positifs du paysage urbain trouvent la place qui leur convient dans une redéfinition de l'image urbaine.

### **I.7. La plage des 'Sablettes'**

Dans le cadre de la consultation international 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 urbain : restitution du centre historique, connexions de la ville à la mer, accès aux plages.

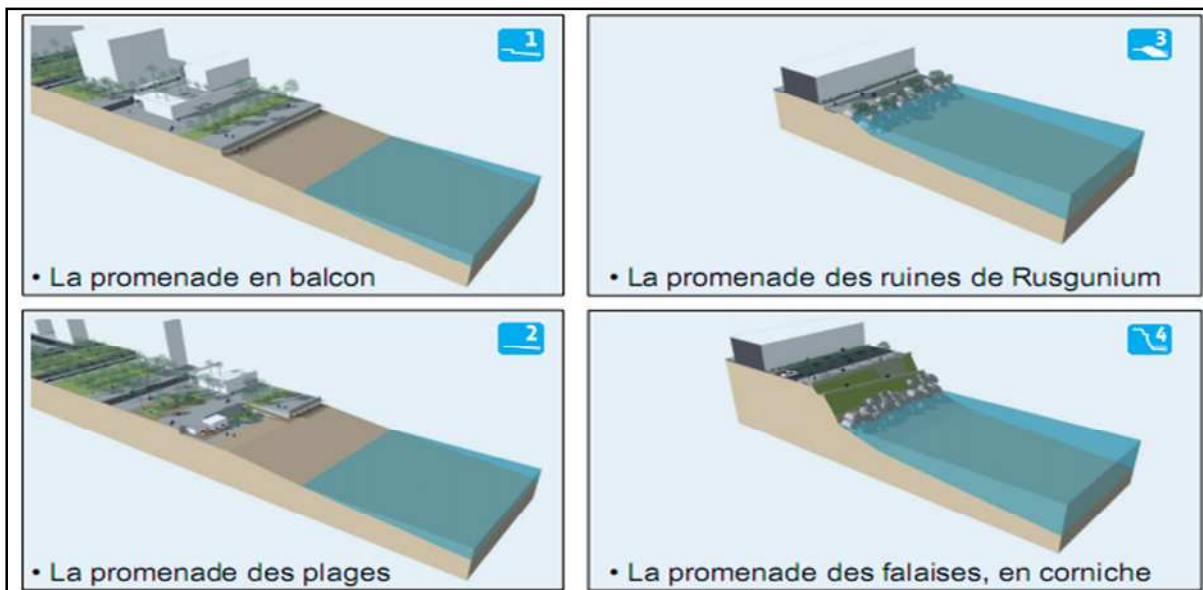
La réhabilitation de la grande promenade de la baie, qui s'étend de 43 km constitue plusieurs séquences. Elle a pour but de garantir la stabilité du trait de côte d'une part et de renouer le lien ville – mer d'autre part, en réfléchissant sur des solutions qui permettront un développement durable et harmonieux avec l'activité touristique (**Figure I.11**).



**Fig.I.11** : L'aménagement de la grande promenade de la baie (Arte charpentier, 2013)

La plage dite « les sablottes » 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 4Km (**Figure I.12**).

Son aménagement doit s'insérer dans les séquences adoptées pour la continuité de la promenade en fonction de la typologie de la zone.



**Fig. I.12** : Les différentes séquences de la promenade (Arte Charpentier, 2013)

Nous tenterons beaucoup plus de traiter plus intensément l'aspect aménagiste et de protection et d'apprécier son intégration au 'projet de la Baie d'Alger dans une approche de durabilité et de cohérence au grand projet de la baie d'Alger. Nous atteindrons par cela un respect de la GIZC et une cohérence du projet de la baie.

Dans le chapitre suivant nous tenterons de contribuer à la conception aménagiste littorale du site d'étude « **Les Sablettes** ». Tout en regrettant de ne pouvoir s'étaler sur l'ensemble des facteurs météorologique, océanographique, hydrodynamique et sédimentologie qui ont une influence sur la dynamique du littoral et qui peuvent influencer l'évolution de la plage après la mise en œuvre des aménagements mais d'en faire qu'une synthèse.

***Chapitre II:***  
***Caractéristiques et***  
***données naturelles de la***  
***baie d'Alger***

**Introduction:**

L'intérêt de la valorisation et la protection de la plage 'les sablettes', en plein cœur de la baie d'Alger est une action parmi celles nombreuses que prévoit le « grand projet d'aménagement Alger 2009 – 2029 ». Avant de passer à l'étude de cette action, nous essayerons d'abord de faire une reconnaissance de son site d'implantation. C'est ce qui fera l'objet de ce présent chapitre.

**II.1.1. Situation géographique**

Le site « les Sablettes » appartiennent à l'unité physiographique qu'est la Baie d'Alger. Cette unité physiographique est délimitée par le massif d'Alger à l'Ouest et Cap Matifou à l'Est.

**II.1.2. Zone d'étude**

La zone d'étude est située dans la baie d'Alger, et est comprise entre les parallèles 36°44'50" et 36°45'10" de latitude Nord et 3°04'40" et 3°05'20" de longitude Est.

**(Figure II.1)**

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 Méditerranien au Nord.
- ✓ La commune de Hossein Dey au Sud.



**Fig. II.1 :** Situation géographique du Sablettes (Google Earth, 2013).

## II.2. Géomorphologie

### II.2.1. Aspect géomorphologie local

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

L'environnement géologique du site d'étude fait partie intégrante du cordon littoral dunaire algérois, ce cordon consiste en une barrière étroite sablo-gréseuse allongée parallèlement au rivage ; elle renferme les affleurements pléistocène Est Algérois.

La région d'Alger a connu une très grande lacune de sédimentation au cours du Secondaire et de base du Tertiaire (Éocène-Oligocène). Seul le Primaire et le Mio-Plio-quaternaire sont représentés. Les terrains bordant la baie d'Alger appartiennent à des formations Plio-quaternaires. Mais la formation la plus importante est celle du quaternaire (**LEM, 1996**).

### II.2.2. La formation Quaternaire

La mer réoccupe la zone septentrionale de la région d'Alger au Calabrien. Elle correspond à une oscillation positive du niveau marin dans un contexte globalement régressif.

La répartition des dépôts pléistocènes est dirigée par la composition du Glacio-eustatisme et des mouvements tectoniques post-Astienne.

Les terrasses marines étagées dans le secteur occidental du sahel (unités transgressives inverse) et superposées dans sa partie orientale (Unités transgressives) attestent de la relation tectonique-sédimentation tout au long du Paléo-quaternaire (**Figure II.2**). D'une façon générale chaque cycle climato-sédimentaire est surmonté par des formations continentales qui matérialisent les phases régressives (**LEM ,1996**).

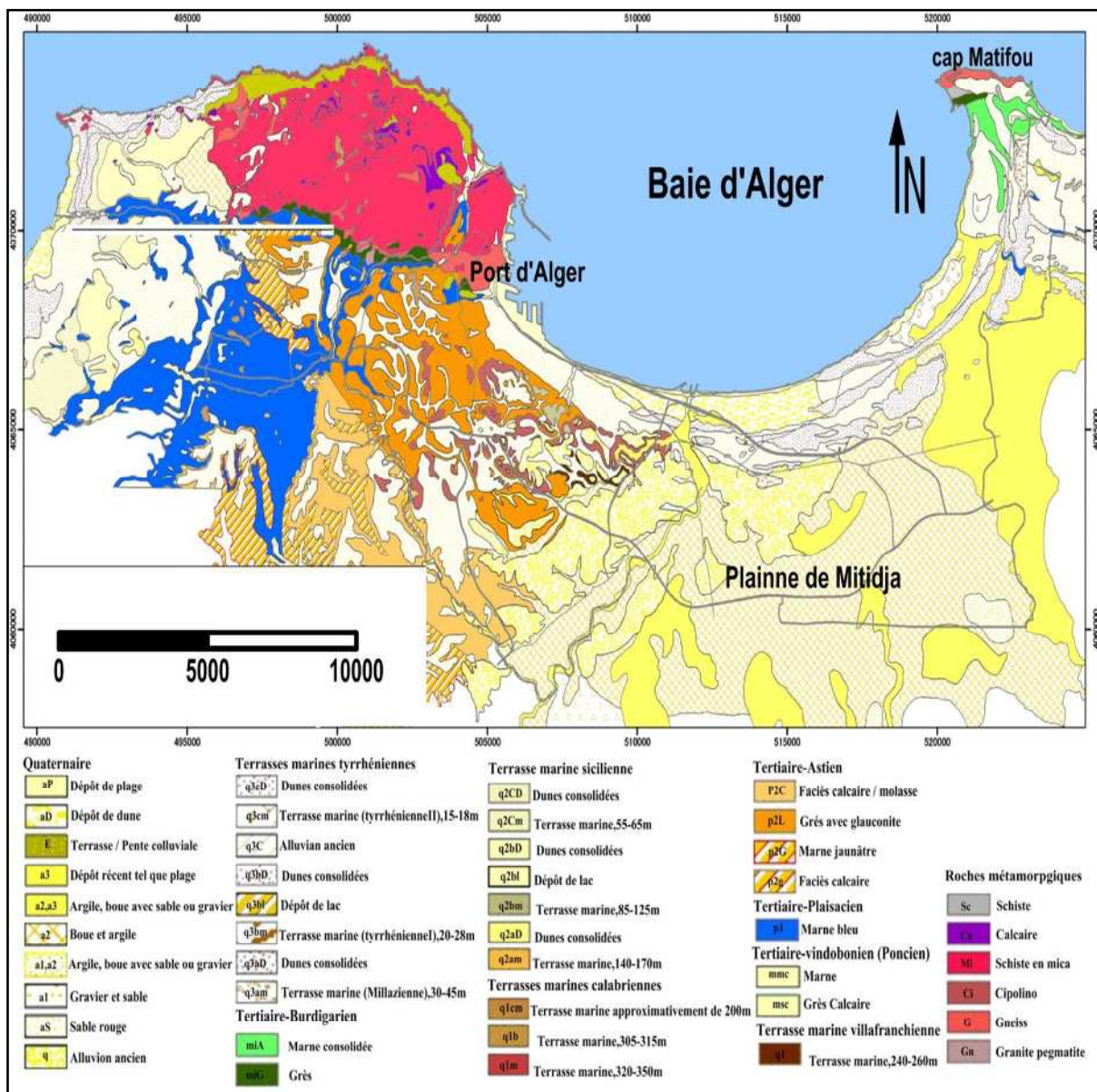


Fig. II.2 : la carte géologique de la baie d'Alger et de sa région (JIKI, 2006)

Les zones entre cap caxine et le port sont formées dans des roches métamorphiques dures (gneiss) qui ont la particularité de résister aux agressions marines (érosion lente). Leur nature topographique leur confère une auto protection.

Les zones entre le port et cap Matifou sont caractérisées par leur nature sableuse qui leur donne une particularité fragile aux agressions marines (**LEM, 1996**).

### **II.3. Données météorologique et hydrographique**

#### **II.3.1. Données météorologiques**

##### **II.3.1.1. Contexte climatique**

La zone d'étude connaît un climat méditerranéen caractérisé par une saison pluvieuse s'étalant de septembre à Mai et un été sec. Ce littoral jouit d'un climat tempéré dû à l'action modératrice de la mer. L'amplitude diurne, au cours d'une année est inférieure à 10°C. En bordure de la cote, les gelées et la neige y sont pratiquement inconnues. Etant donné la proximité de la mer, le littoral connaît un degré hygrométrique élevé et constant durant tout l'année (**LEM, 1996**).

##### **II.3.1.2. Précipitations (Données O.N.M 1975-1984)**

Les pluies sont importantes en automne et en hiver avec le plus souvent un régime orageux. Les pluies sont celles d'une saison froide qui tombent d'octobre à mai avec un maximum prononcé en novembre et un autre en février. La moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 700mm. Les statistiques mettent en évidence deux périodes distinctes :

a) une saison relativement pluvieuse s'étalant sur huit (08) mois d'octobre à mai avec trois pics :

- ✓ Novembre : 110mm
- ✓ Février : 85mm
- ✓ Avril : 65mm

b) une saison sèche de juin à Septembre avec de faibles précipitations relevées (**LEM, 1996**).

### II.3.1.3. Températures

Les étés sont généralement chauds et les hivers doux. La température ne dépasse pas 40°C et ne descend pratiquement jamais au-dessous de 0°C.

Le minimum de mois le plus froid (janvier) est de 07°C.

Des élévations de température assez brusques sont notées surtout au mois de Mai et de Juillet durant lesquelles souffle un vent chaud et sec : le siroco

A partir des données de l'Office National de la Météorologie (O.N.M, 2012) de Dar EL Beida, nous avons établi une courbe des moyennes des précipitations et des températures de 1993-2012 (Figure II.3).

On trouve que la région de la baie d'Alger est caractérisée par un climat de type méditerranéen avec des étés chauds et secs et des hivers tempérés doux et humides.

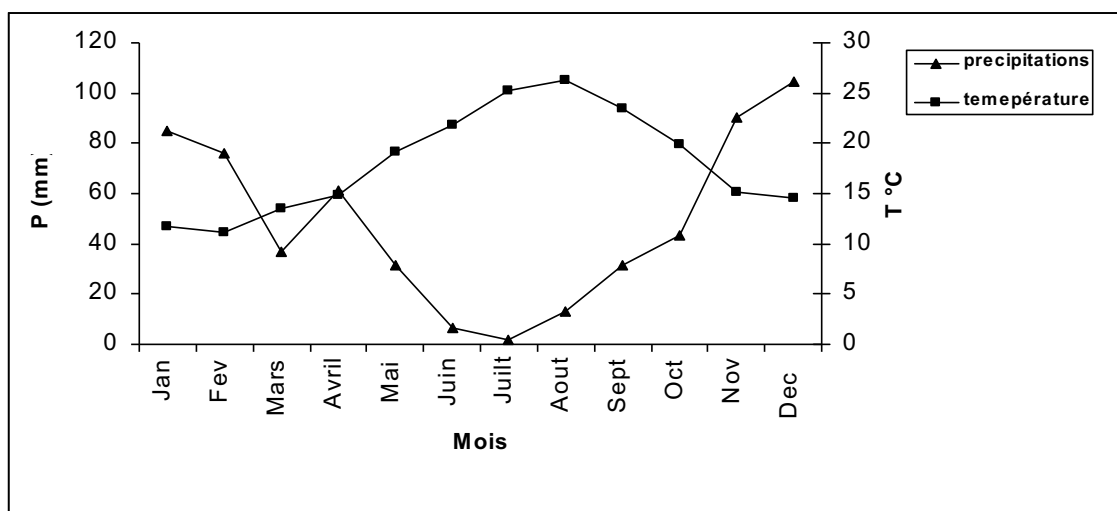


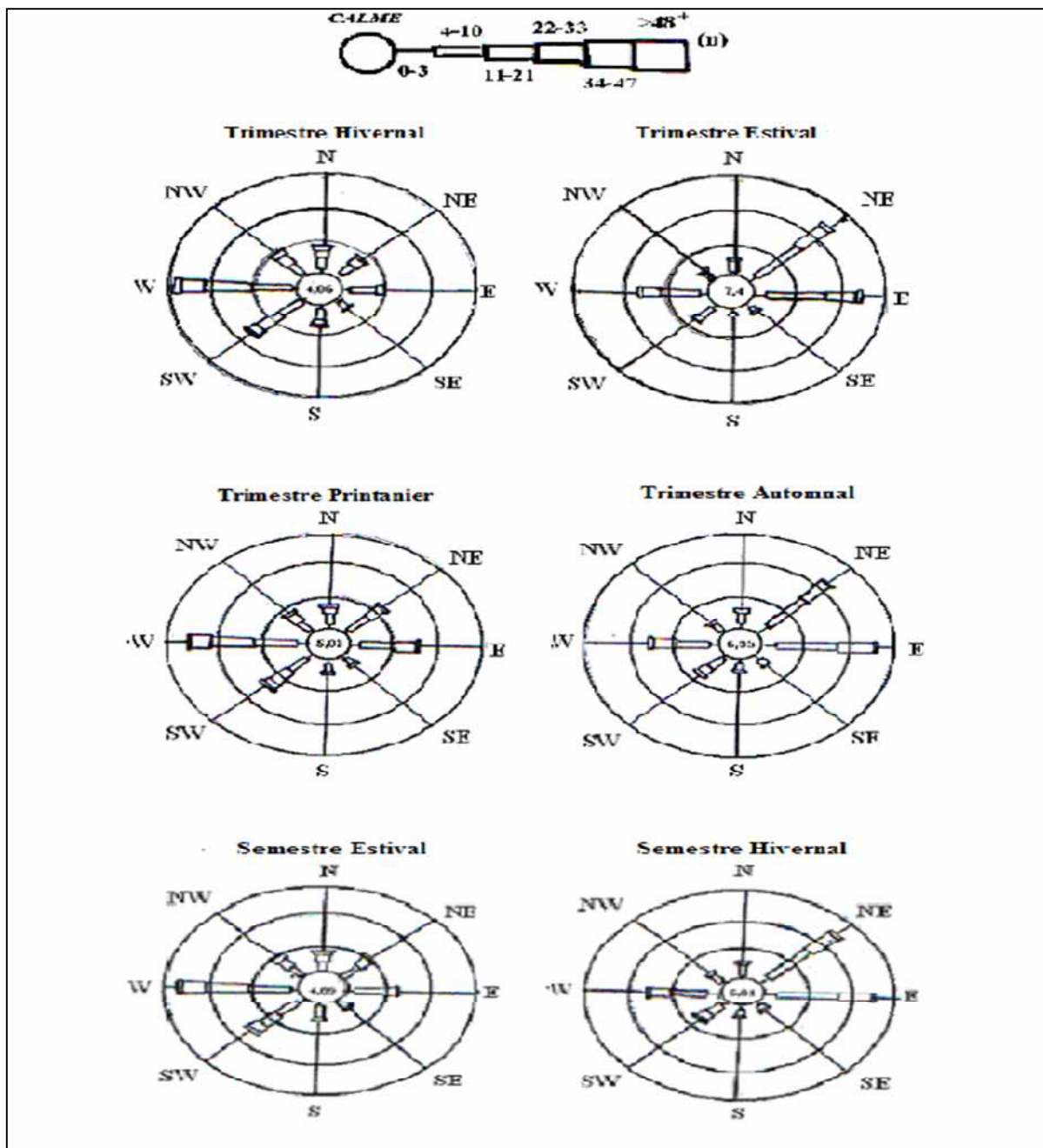
Fig. II.3 : Diagramme ombro-thermique (O.N.M de Dar EL Beida ,1990 – 2012)

### II.3.1.4. Les vents

Les vents jouent un rôle important dans la dynamique des eaux marines superficielles. Ils sont générateurs des houles et des courants superficiels.

#### a) Données de l'US. Naval Weather Service (1914-1970)

Les résultats des observations effectuées au large des côtes algéroises (37° 4'N et 3° 9'E) sont rapportés sous forme de roses des vents pour chaque trimestre de l'année (Figure II.4).



**Fig.II.4 : Les roses des vents dans la baie d'Alger (l'US. Naval Weather Service, 1914-1970 in LEM,1996)**

Les roses trimestrielles montrent que pendant l'hiver (Octobre-Mars) les vents des secteurs Ouest à Nord-ouest sont dominants. Une grande partie de ces vents présente une vitesse supérieure à 16 nœuds. Les vents d'Est de Nord-Est sont dominants au cours de l'été mais la majorité de ceux-ci ont des vitesses inférieures à 16 nœuds. La rose annuelle des vents montre

que les vents de secteur Ouest sont appréciables par leur force et par leur fréquence (LEM, 1996).

#### 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°)

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 toute l'année. Le vent de direction N 225° (fréquence=14,5%) et N 270° (fréquence=11,5°) sont dominants en période hivernale qui s'étale d'Octobre à Avril (Tableau II.1).

**Tableau II.1:** Répartition annelle des fréquences d'apparition par direction des vents (en%)  
(O.N.M, 1975-1984)

Période	N 225°	N 360°	N 45°	N 270°
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 de 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 non par leur force. Par contre, les vents du secteur Sud à Sud - Ouest sont caractérisés par une intensité assez forte mais ne jouent aucun rôle sur l'hydrodynamisme côtier (LEM, 1996).

### **II.3.2. Réseau hydrographique**

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 leur cours inférieurs, ils présentent une direction générale du Sud vers Nord (LEM, 1996).

#### **II.3.2.1. Oued EL Harrach**

Le régime hydrographique de l'Oued EL Harrach se caractérise par un long étiage de six (06) mois et des crues d'hiver et de printemps soudaines et rapide.

Le bassin versant de l'Oued EL Harrach couvre une superficie de 387 Km<sup>2</sup>, c'est un bassin difficile d'accès caractérisé par de fortes dénivelées, une végétation peu dense et une pluviométrie importante. A ces facteurs érosifs s'ajoute le caractère torrentiel de l'Oued qui est en faveur d'un fort débit et d'un alluvionnement important. La formation à facies continental villafranchien est connue sous le nom de formation de marnes d'El Harrach. C'est une séquence relativement uniforme d'argiles jaunâtre ou grise par endroits, avec quelques cailloutis et lentilles de gravier épaisses de 2 à 6 mètres. La série de marne, épaisse de 200m environ, diminue d'épaisseur vers l'Atlas. Les marnes sont visibles à El Harrach, sur le flanc Sud du Sahel et l'extrémité occidentale de la plaine de la Mitidja (LEM, 1996).

### II.3.2.2. Oued EL Hamiz

En ce qui concerne l'Oued EL Hamiz, la présence d'un barrage portant le même nom à largement réduit les apports solides vers la mer. Actuellement, l'Oued EL Hamiz se jette en mer par une ouverture étroite d'une trentaine (30<sup>enc</sup>) de mètres de large, ce qui lui vaut une participation secondaire dans l'alimentation de la baie en apport solide (LEM, 1996).

## II.4. Données hydrodynamique

### II.4.1. Les houles

#### II.4.1.1. Principe de l'analyse des données du SSMO

Le principe de l'analyse de la houle au large est basé sur les observations faites à bord de navires. Les données sont reprises d'un document de l'U.S Naval Weather Command intitulé « Summary of Synoptic Météorological Observation ». Ces données s'étalent sur une période de huit (08) années (1963-1970). Une analyse statistique de ces données de permet de définir les secteurs de la houle prédominant et leurs amplitudes respectives (LEM, 1996).

Les observations de la houle sont classées par le SSMO par mois et annuellement en précisant les éléments suivants :

-hauteur de la houle par direction suivant la force du vent.

-hauteur des houles toutes directions confondues suivant la force du vent.

-hauteur des houles avec leurs périodes respectives, toutes directions confondues.

Le tableau qui suit donne le nombre d'observation de la houle pour chacun de ces trois(3) cas.

**Tableau II.2 :** Nombre d'observations d'état de mer par mois (SSMO, 1963-1970), période 08 ans

Nombre d'observation	jan	fév.	Mar	Avre	mai	juin	juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Total
par secteur de vent	726	706	802	746	791	709	716	799	689	782	711	693	<b>8870</b>
toutes directions par secteur de vent	787	766	877	820	888	796	796	860	767	838	778	756	<b>9279</b>
par période de houle	885	853	973	901	981	900	871	938	870	939	845	837	<b>10793</b>

On constate une bonne régularité des observations au cours des différents mois de l'année. Le nombre total d'observation pour le troisième cas est le plus élevé en raison du principe même adopté qui consiste à ne pas faire état du vent.

A partir du tableau ci-dessus et les amplitudes relevées, on établit une loi régression linéaire donnant en fonction de la hauteur de la houle la fréquence de dépassement.

La probabilité annuelle de voir une houle d'amplitude donnée apparaître au moins une fois sur n années est définie par la relation suivante :

$$P_n = 1 / (3 * 365 * n) \quad (1)$$

Ceci suppose qu'en 24 heures, on constate trois (03) états de mer différents (LEM, 1996).

#### II.4.1.2. Direction de la houle au large

Du tableau ci-dessous, on constate que :

- les houles d'Ouest et du Nord-est sont les plus fréquemment observées.
- les fréquences d'observations sur l'année des houles d'Est et d'Ouest sont sensiblement identiques avec toutefois une légère prédominance de secteur Ouest.
- le secteur nord a une répartition assez régulière durant l'année.

**Tableau II.3 :** Fréquence mensuelle de la houle au large par direction (1 mois=100%) (SSMO, 1963-1970).

Période	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Janvier	8.10	12.90	18.20	5.60	6.50	13.20	28.80	7.30
Février	8.80	10.30	12.60	4.00	6.10	16.90	35.60	5.80
Mars	11.30	12.60	15.80	3.60	4.50	12.30	30.50	9.20
Avril	11.70	15.40	16.00	2.00	4.40	13.70	26.70	10.20
Mai	8.20	26.30	31.90	3.00	3.30	7.20	13.90	6.20
Juin	9.20	29.10	29.80	1.80	1.40	8.20	16.40	4.20
Juillet	5.90	32.50	35.10	1.40	1.00	5.90	16.30	2.00
Aout	8.80	27.10	37.30	1.90	1.10	5.00	13.40	4.90
Septembre	6.70	26.10	40.50	2.20	2.30	4.60	14.80	2.50
Octobre	7.80	14.10	20.30	3.20	4.20	14.80	28.80	6.80
Novembre	5.50	5.80	10.00	5.10	8.00	15.90	40.40	9.40
Décembre	10.20	6.20	9.40	4.60	7.50	15.00	37.10	10.00

### II.4.1.3. Relation Amplitude-Direction de la houle au large :

L'état de la mer est caractérisé par les degrés suivants correspondant aux amplitudes suivantes :

**Tableau II.4 :** Relation Amplitude-Direction de la houle au large (SSMO, 1963-1970).

Degrés	Amplitudes	Etat de la mer
Calme	0,25m	Ridée ou belle
Degré1	0,25-0,75m	Ridée ou belle
Degré2	0,75-1,75m	modérée
Degré3	1,74-2.75m	agitée
Degré4	2,75-3,75m	forte
Degré5	>3,75m	Très forte

Toujours à partir des données du S.S.M.O, nous pouvons faire ressortir les fréquences d'apparition des différents degrés d'agitation par direction. Ceci permet d'établir les roses de la houle trimestriellement et annuellement (**Figure II.5**).

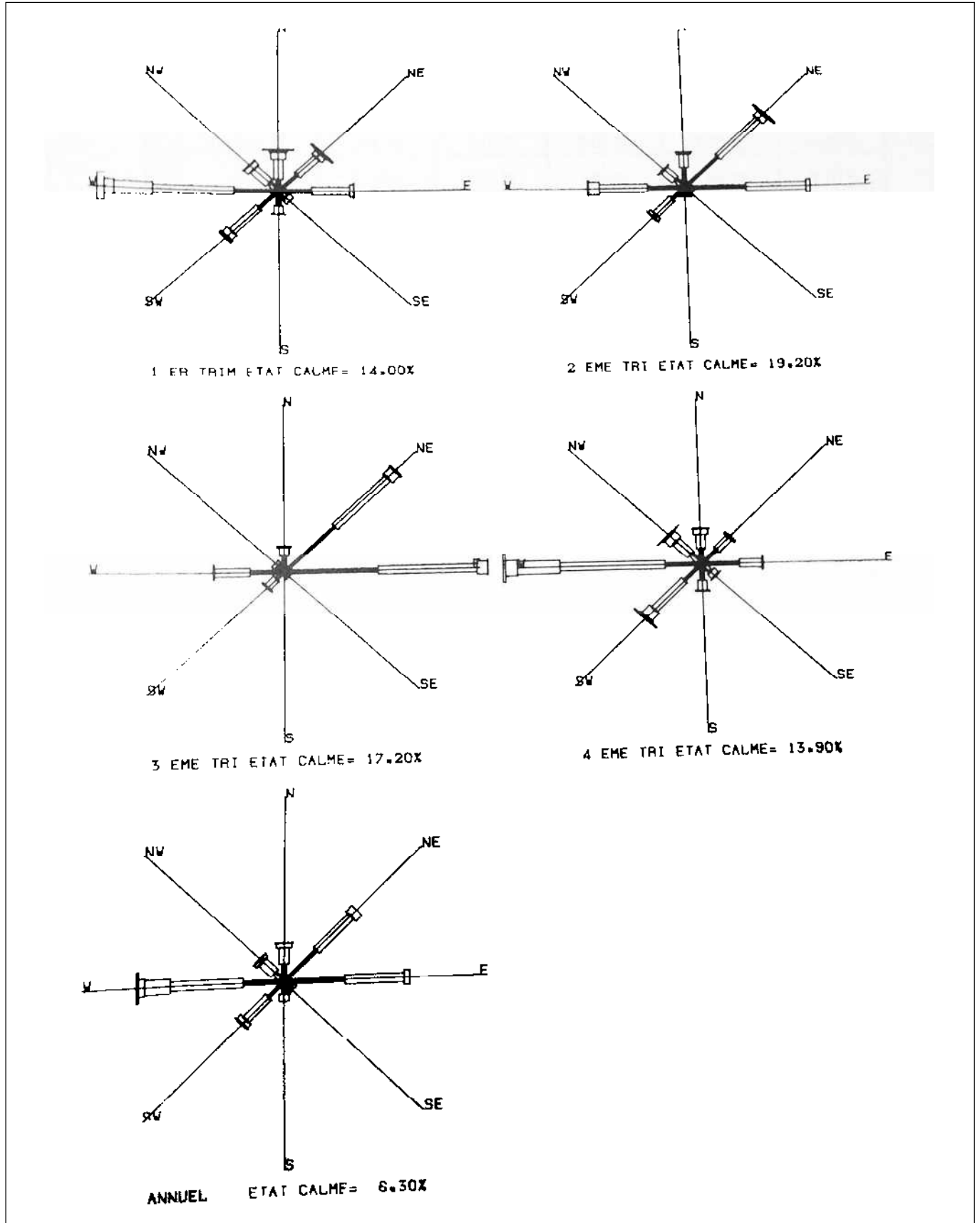


Fig. II.5 : les roses des houles dans la baie d'Alger (SSMO, 1963-1970 in LEM, 1996).

Les conclusions sont :

- l'agitation provenant des secteurs Ouest et Est, est la plus fréquente. Néanmoins, pour les fortes houles, le secteur Ouest prédomine.
- les houles de tempête proviennent essentiellement du secteur Ouest.
- pour le secteur Nord et Nord-Ouest les fréquences d'apparitions sont plus faibles.

Ces constatations ressortent également du tableau suivant qui donne la fréquence des états de la mer au large par direction.

**Tableau II.5** : fréquences par direction des différents états de la mer au large (SSMO 1963-1970)

Etat de la mer au large	Ouest	N-OUEST	NORD	N-EST	EST
Calme	2.90%	1.10%	2.00%	2.70	4.00
0	6.20%	2.00%	2.90	7.00	9.30
1	10.90%	2.70%	2.60	7.50	9.10
2	4.30%	0.60%	0.70	1.20	0.90
3	0.90%	0.10%	0.10	0.00	0.10
4	0.30%	--	0.00	0.00	--
<b>Total</b>	<b>25.50%</b>	<b>6.50%</b>	<b>8.30%</b>	<b>18.40%</b>	<b>23.40%</b>

#### II.4.1.4. Relation Amplitude-Période de la houle au large

Les observations du SSMO font ressortir la relation amplitude-période de la houle. Les résultats de ces observations sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau II.6** : Relation période-amplitude de la houle au large (SSMO 1963-1970).

Etat de la mer au large	< 6s	6 à 7s	8 à 9s	10 à 11s	11 à 12s	13s
Calme	5.20	1.10	0.40	--	--	--
0	20.80	1.90	2.70	--	--	--
1	10.90	13.10	3.10	0.50	0.20	--
2	24.60	5.40	1.00	0.90	0.20	--
3	2.60	1.10	0.30	0.60	0.20	--
4	0.10	0.50	--	0.30	0.30	--
<b>Total</b>	<b>53.70</b>	<b>22.10</b>	<b>7.50</b>	<b>2.30</b>	<b>0.90</b>	<b>--</b>

75% des houles observées ont une période inférieure ou égale à 7s et seul 3% des houles ont une période comprise entre 10 et 13s.

#### II.4.1.5. Caractéristiques de la houle au large

A partir de la relation entre les périodes et les amplitudes de la houle observées, on établit une loi de régression donnant en fonction de la hauteur de la houle sa fréquence de dépassement.

Ci-après sont données les courbes de régression statistique de la houle au large pour les différentes directions. On définit par ailleurs, les probabilités d'apparition associées aux périodes de retour ces probabilités sont définies par la relation suivante :

$$P_n = 1 / (3 \cdot 365 \cdot n)$$

Où  $n$  = période de retour

Les résultats sont donnés dans les tableaux II.7 et II.8

**Tableau II.7 :** probabilités d'apparition de la houle associées aux périodes de retour (SSMO 1963-1970).

Période de retour	Probabilités Associées
Biennale	$4,56 \cdot 10^{-4}$
Quinquennale	$1,82 \cdot 10^{-4}$
Décennale	$9,13 \cdot 10^{-5}$
Vingtennale	$4,56 \cdot 10^{-5}$
Cinquantennale	$1,82 \cdot 10^{-5}$
Centennale	$9,13 \cdot 10^{-6}$

Tableau II.8 : statistique de la houle au large (SSMO 1963-1970).

Période de retour	Est	Nord-Est	Nord	Nord-Ouest	Ouest	Toutes directions
Biannuelle	4,12m	4.93m	4.90m	4.16m	7.63m	7.44m
Quinquennale	4.70m	5.67m	5.75m	4.87m	6.43m	8.34m
Décennale	5.14m	6.23m	6.38m	5.40m	9.22m	9.02m
Vingtennale	5.59m	6.79m	7.02m	5.94m	10.02m	9.70m
Cinquantennale	6.17m	7.53m	7.87m	6.65m	11.08m	10.60m
Centennale	6.62m	8.08m	8.50m	7.18m	11.88m	11.27m

## II.4.2. Les courants

### II.4.2.1. Les courants liés aux vents

L'intensité des courants ainsi que la fréquence et les directions des houles et des vents évaluent dans un même sens ; ces courants sont les facteurs essentiels qui entrent dans la dispersion et la remise en suspension des sédiments qui seront disposés au transport.

### II.4.2.2. Les courants liés à la marée

Les marées astronomiques étant faibles en Méditerranée ne peuvent pas créer des courants de marée capable de jouer un rôle sur la distribution sédimentaire.

### II.4.2.3. 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 :

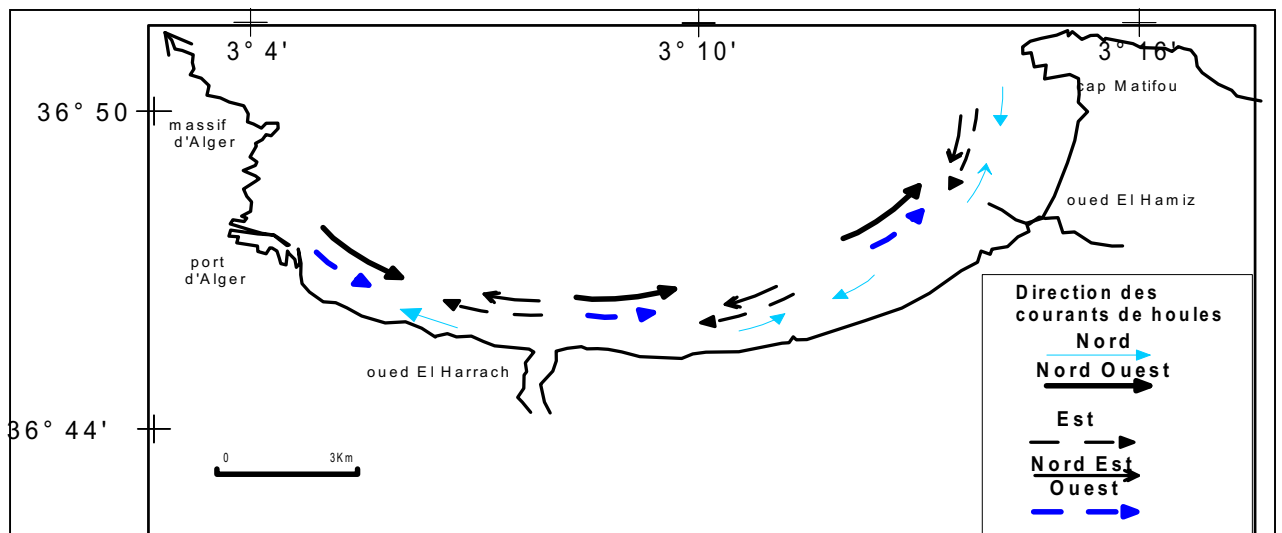
#### a. les courants de retour (courant perpendiculaire à la cote) :

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 cote 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.

### b. les courants de dérive littorale (courant parallèle à la cote) :

Les courants parallèles à la cote 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 nœuds.



**Fig. II.6:** Schéma synthétique de la dynamique littorale dans la baie d'Alger (Belkessa,2005).

### II.4.3. 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).

### II.5. l'évolution du trait de cote sableux de la baie

La connaissance de l'état actuel, doit passer par la connaissance de l'état passé grâce aux données historiques. D'après l'analyse du trait de côte de 1972 à 1999 réalisé par l'APPL.



Fig.II.7-1 : Evolution du trait de côte de la partie Ouest des Sablettes (APPL, 1959-1999)

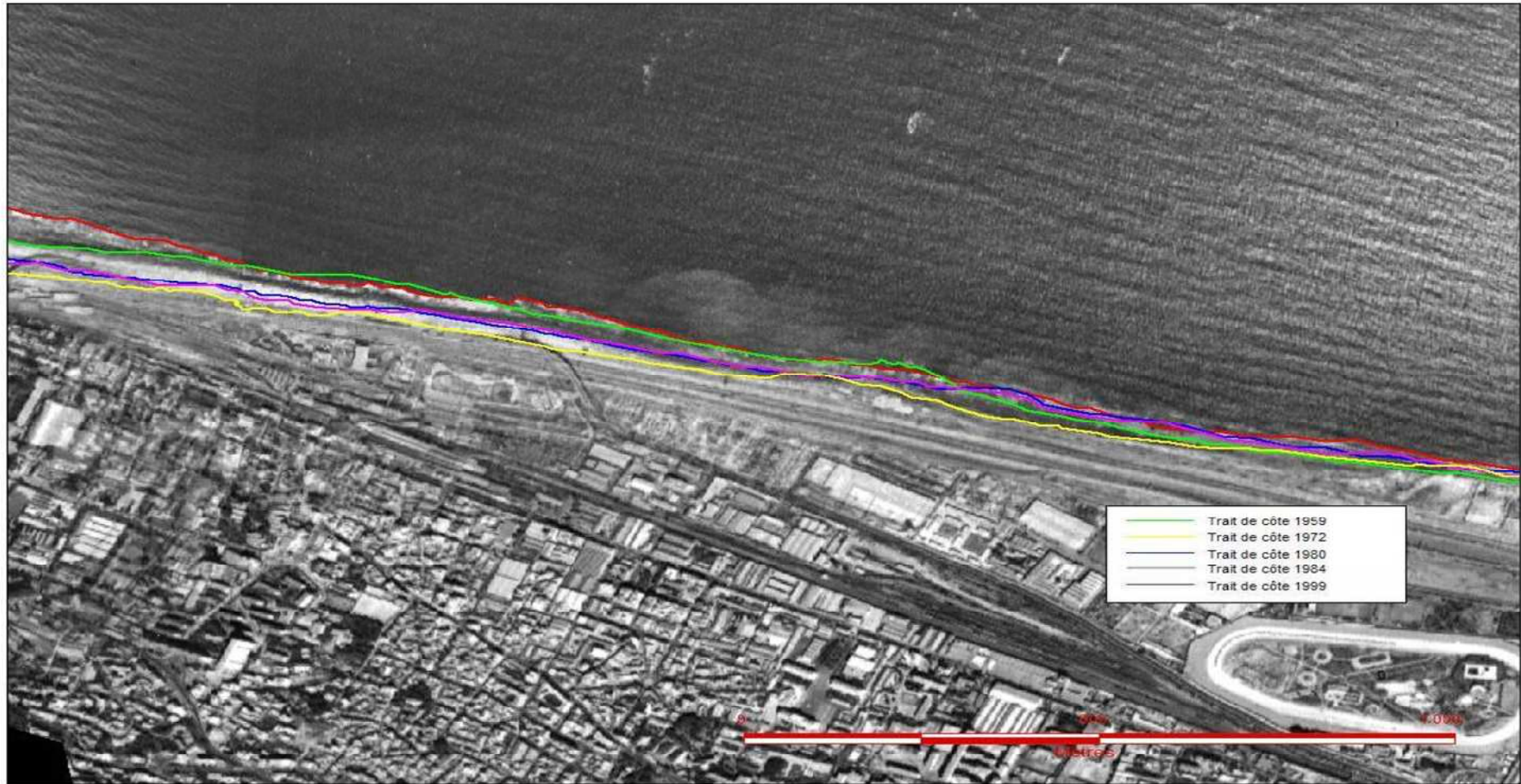


Fig.II.7-2 : Evolution du trait de côte de la partie centre des Sablettes (APPL, 1959-1999)



Fig.II.7-3 : Evolution du trait de côte de la partie Est des Sablettes (APPL, 1959-1999)

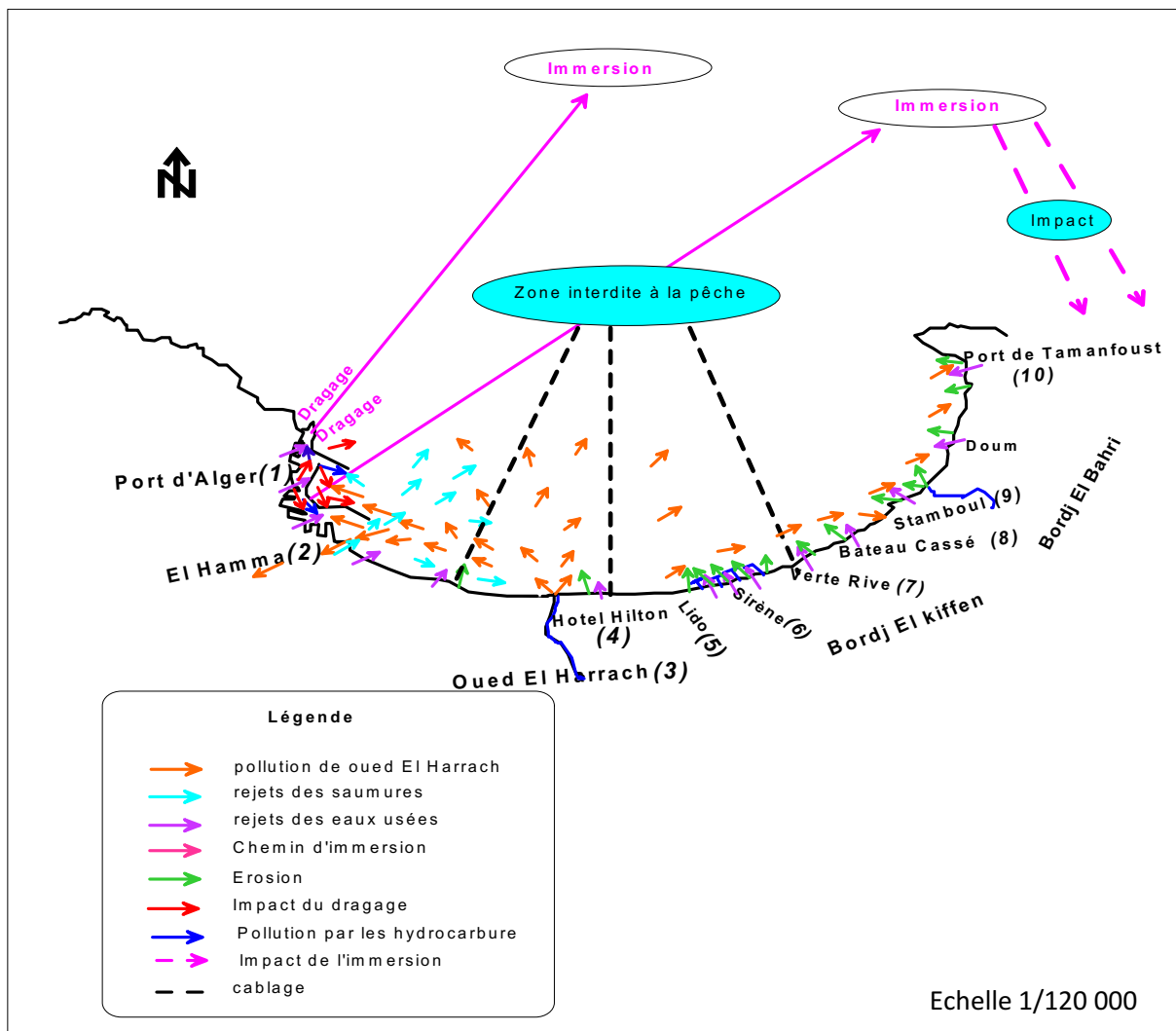
Les zones sableuses de la baie d'Alger ont subi d'importantes variations, il y a eu un recul généralisé du trait de côte sableux dans la baie. En effet, on peut remarquer une accrétion sur la rive gauche de l'Oued EL Harrach. Grâce à une courbe de régression linéaire, l'évolution du taux de la vitesse de recul du trait de côte a pu être évalué jusqu'à 2008.

La plage sablette présente un profil stable dont l'arrière plage a subi des travaux de terrassement (remblaiement) pour le passage de la nappe de pipes allant vers le port et la ville. Le haut de plage a été conforté par une digue en enrochements.

Le site des sablettes est protégé par un ouvrage de type frontal sur un linéaire de 1160ml. L'ouvrage se comporte favorablement pour l'objectif escompté qui est la sécurité de l'infrastructure routière celle des pipes et de la station de dessalement de l'eau de mer.

A l'embouchure de l'oued EL Harrach une zone de confinement des matériaux de dragage de ce cours d'eau a été délimitée par une digue d'encloture (**LEM, 2013**).

## II.6. Les données environnementales



**Fig.II.8:** Les pressions et impacts sur la baie d'Alger. (Khedimi, Abderrahmani, 2008)

D'après la carte, 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 (chimiques, 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 irréversibles. Ces conséquences nécessiteront des efforts soutenus pour

restaurer des situations déjà largement 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 vulnérables, la prolifération d'espèces résistantes à l'enrichissement du milieu en matière organique au détriment d'espèces pivots dans le fonctionnement de l'écosystèmes marin côtier algérois , la perte de la productivité et , enfin la perturbation des processus biologiques 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**)

### **II.7. Visite de site**

Pour obtenir certaines données et informations et compléter nos connaissances du site, nous avons fait avec les responsables du **LEM** deux sorties sur le terrain « les Sablettes ». Une première visite de la zone a été organisé le **21 /04/2013** et avait comme objectif:

- Visite du site et inspection visuelle de la zone d'étude.
- Prise des photos.



**Photo 1** : plage des Sablettes côté Ouest



**Photo 2** : plage des Sablettes côté Est



**Photo 3** : phase de réalisation des aménagements terrestres



**Photo 4** : achèvement des travaux d'une partie de projet



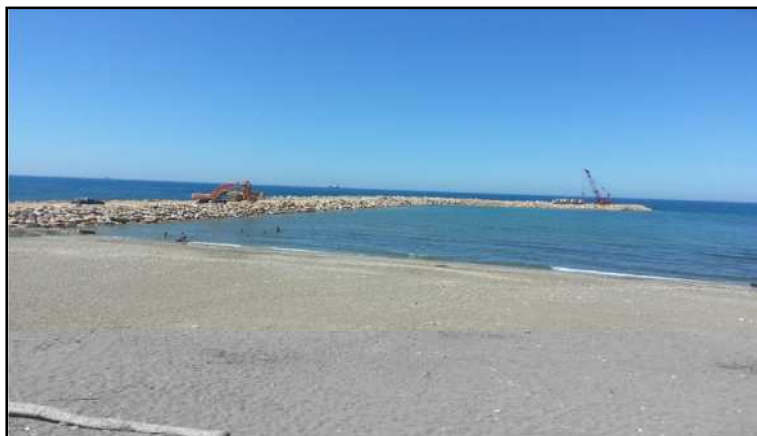
**Photo 5** : protection par une digue en enrochement



**Photo 6** : pollution (thermique et chimique)

Une deuxième visite de la zone a été organisée le 13/06/2013 avait comme objectif de :

- Prendre connaissance des solutions d'urgence qui peuvent éventuellement être préconisées en attendant les solutions de protection qui seront proposées dans la conclusion de cette étude.
- Prise des photos.



**Photo 7** : Construction d'un épi de forme L pour accueillir un bateau de plaisance.

*2<sup>ème</sup> partie: Approche et  
diagnostic du site :  
évolution et Etat actuel*

# *Chapitre III: méthodes et outils*

## Introduction

Dans cette partie, on tentera de rendre compte de l'état actuel du site, en rapport principalement avec les aspects hydrodynamiques, bathymétriques, morphologiques et sédimentaires. Ce dernier point portera sur la granulométrie et la dynamique sédimentaire. Pour cela on exposera dans le chapitre 3 la méthodologie et les outils utilisés, dont nous avons pris connaissance au cours de notre stage pratique au niveau du laboratoire d'étude maritime (LEM). Dans le chapitre 4 on essayera de les appliquer au site des 'sablettes'.

### III.1. Matériel et mode d'exécution du levé topographique

Le levé topographique sur lequel reposera notre travail a été effectué par l'équipe du LEM et il 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 ambigüités en mode OFT. 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 ( $< 5\text{cm}$ ). Le transfert et le traitement de données sont réalisés sur logiciel TGO (Trimble Geomatic Office) (LEM, 2013).

### III.2. Mode d'exécution du levé bathymétrique

C'est un paramètre très important qu'on doit étudier car il 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 GPS et d'un échosondeur. Le récepteur GPS cinématique en temps réel (RTK) permet de mesurer un point à quelques centimètres près. Cette précision verticale permet de déterminer les corrections du niveau de l'eau (corrections des marées) (LEM, 2013).

Le système utilisé est déterminé par les caractéristiques suivantes : Système géodésique WGS84, Ellipsoïde dont le demi grand axe est  $a = 6\,378\,137\text{ m}$ , et l'aplatissement de  $f = 1/298\,257\,223\,563$ . Les données de projection sont UTM zone 31 Nord ( $0^\circ_6$ ), avec les coordonnées :

- Latitude Origine : 00°00'00.00 00 N.
- Longitude Origine : 03°00'00.00 00 E (zone 31).
- Facteur d'échelle à l'origine : 0.9996000000.
- Constante Nord : 0.000 m.
- Constante Est : 500 000.0000 m.

### III.3. Etude de la réfraction de la houle

L'étude de la réfraction de la houle a pour objet de transférer les caractéristiques de la houle au large pour définir les caractéristiques de la houle à la cote. Les données de la houle à la cote serviront de donnée d'entrée aux premières estimations de la capacité de transfert par la houle et/ou le dimensionnement des ouvrages maritimes.

Pour l'étude de la réfraction de la houle, le domaine de calcul peut être discrétisé par une ou plusieurs grilles. Dans ce cas précis on parle de modèles de calcul emboîtés.

Le but de cette étude étant :

- l'exploitation des caractéristiques de la houle au large pour définir les caractéristiques de la houle à la côte et la nature et la taille des ouvrages à projeter dépendront de celle-ci.
- fournir certaines données nécessaires à l'étude du transit sédimentaire.

#### III.3.1. Principe de calcul de la réfraction

Connaissant les données météo marines au large, il est possible d'établir une statistique de la houle au large. Cette statistique est ensuite propagée vers la côte.

On rend compte de ce phénomène par le calcul des coefficients de réfraction ( $K_r$ ) en plusieurs points d'un littoral pour les secteurs de houle dominants, et pour une période de houle donnée.

Le coefficient de réfraction est défini de la manière suivant :

$$K_r = \frac{H_S \text{ Local}}{H_S \text{ large}} \quad (3)$$

$K_r$  : coefficient de réfraction de la houle

$H_S$  : la hauteur significatives des houles (m)

Les valeurs de  $K_r$  calculées jusqu'à la côte traduisent :

- L'atténuation de l'énergie lorsque  $K_r < 1$  (divergence des vagues).
- La conservation de l'énergie lorsque  $K_r = 1$  (propagation rectiligne des vagues).
- la concentration de l'énergie lorsque  $K_r > 1$  (convergence des vagues).

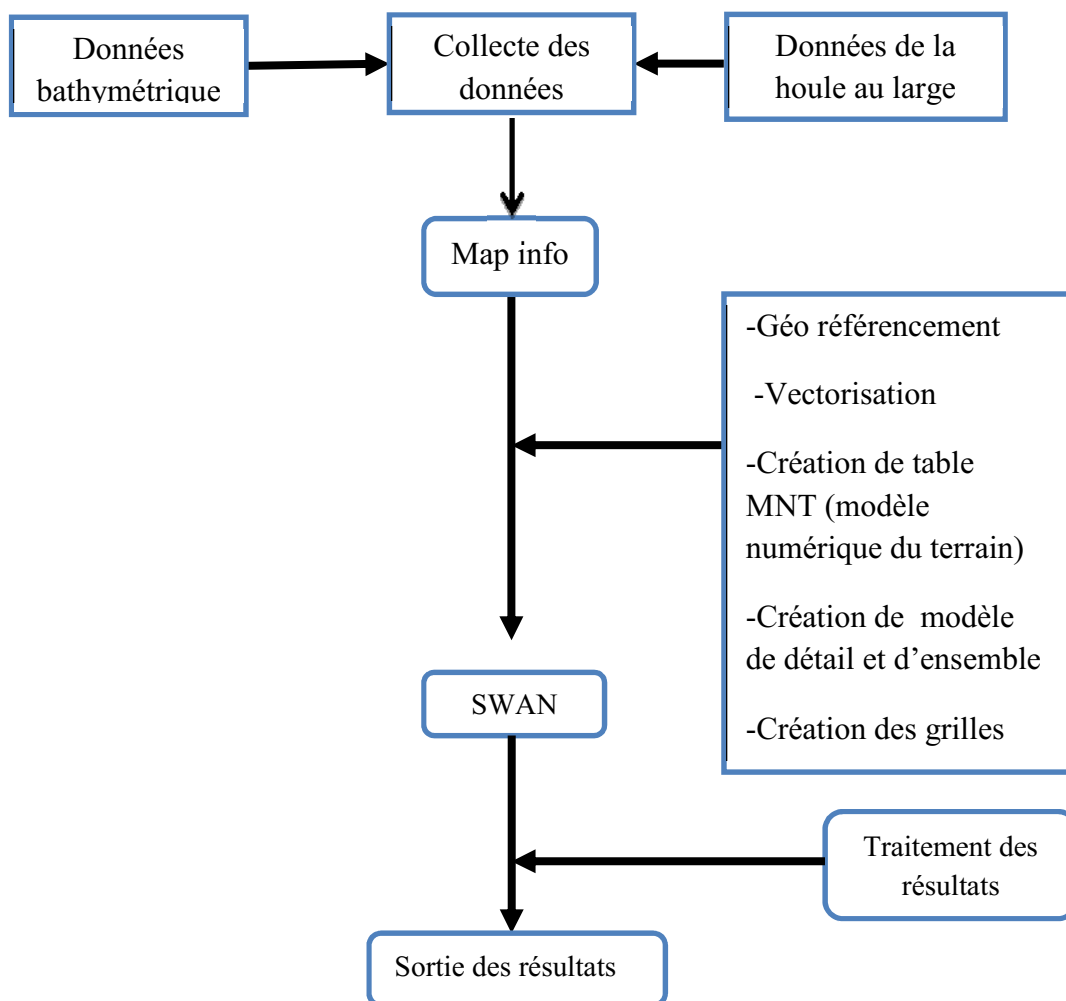
Les calculs de la réfraction de la houle entre le large et la côte sont effectués par le modèle numérique SWAN.

SWAN (Simulating Waves Nearshore), développé par l'université de Delft et le bureau d'étude Delft Hydraulics (Pays-bas), est un modèle spectrale qui résout l'équation de conservation de l'énergie de la houle aléatoire (en absence de courant induit) en milieu peu profond, pour différentes conditions de houle au large (hauteur, période et direction).

Il est donc parfaitement adapté à la problématique du littoral. Le coefficient de réfraction est calculé par SWAN (**Berkennou et Sallaye, 2012**).

### III.3.2. Les étapes de calcul de la réfraction

Les étapes de calcul de la réfraction sont résumées dans l'organigramme suivant :



**Fig.III.1:** Organigramme du déroulement des étapes de calcul de la réfraction.

### III.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 représenter sur une carte la répartition des sédiments. Cette distribution permet de définir les facteurs hydrodynamiques et ces caractères qui influent sur les différentes répartitions.

#### III.4.1. Points de prélèvement

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 des prélèvements de sédiments a été effectué 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.

Quel que soit le matériel utilisé pour l'échantillonnage, il 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. (**Figure III.2**)

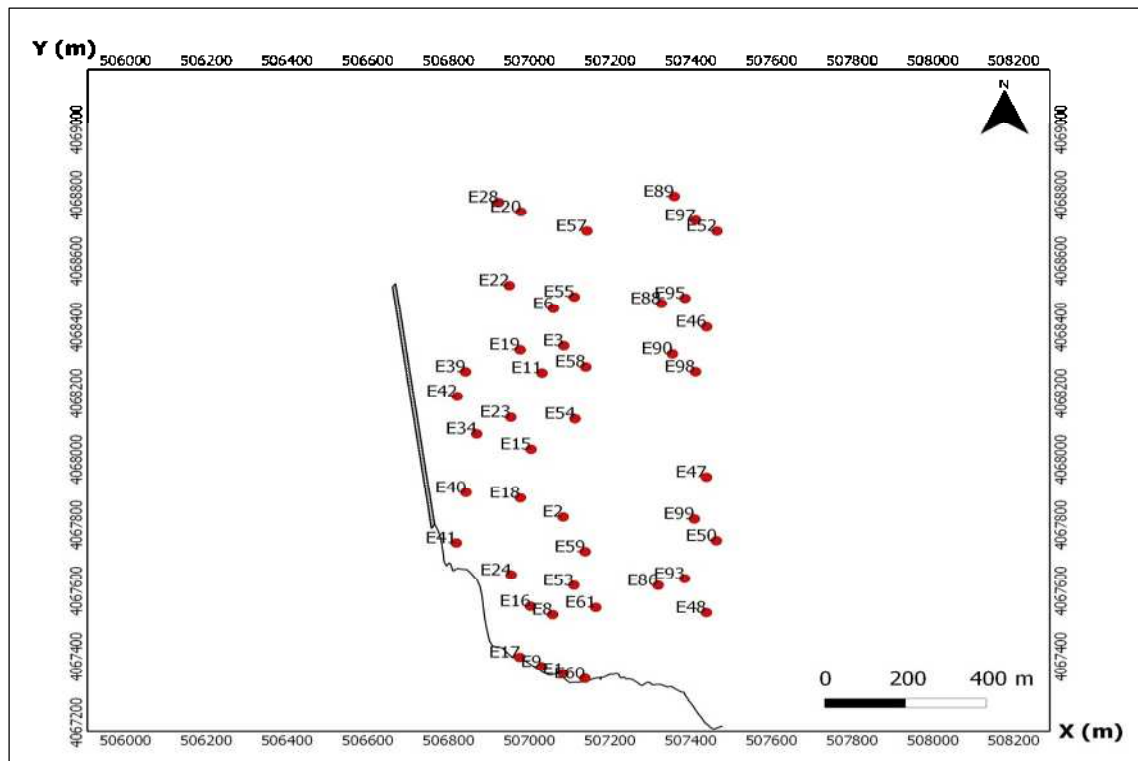


Fig.III.2 : Carte de positionnement des points de prélèvement

### III.4.2. Analyse granulométrique

#### III.4.2.1. Méthodologie

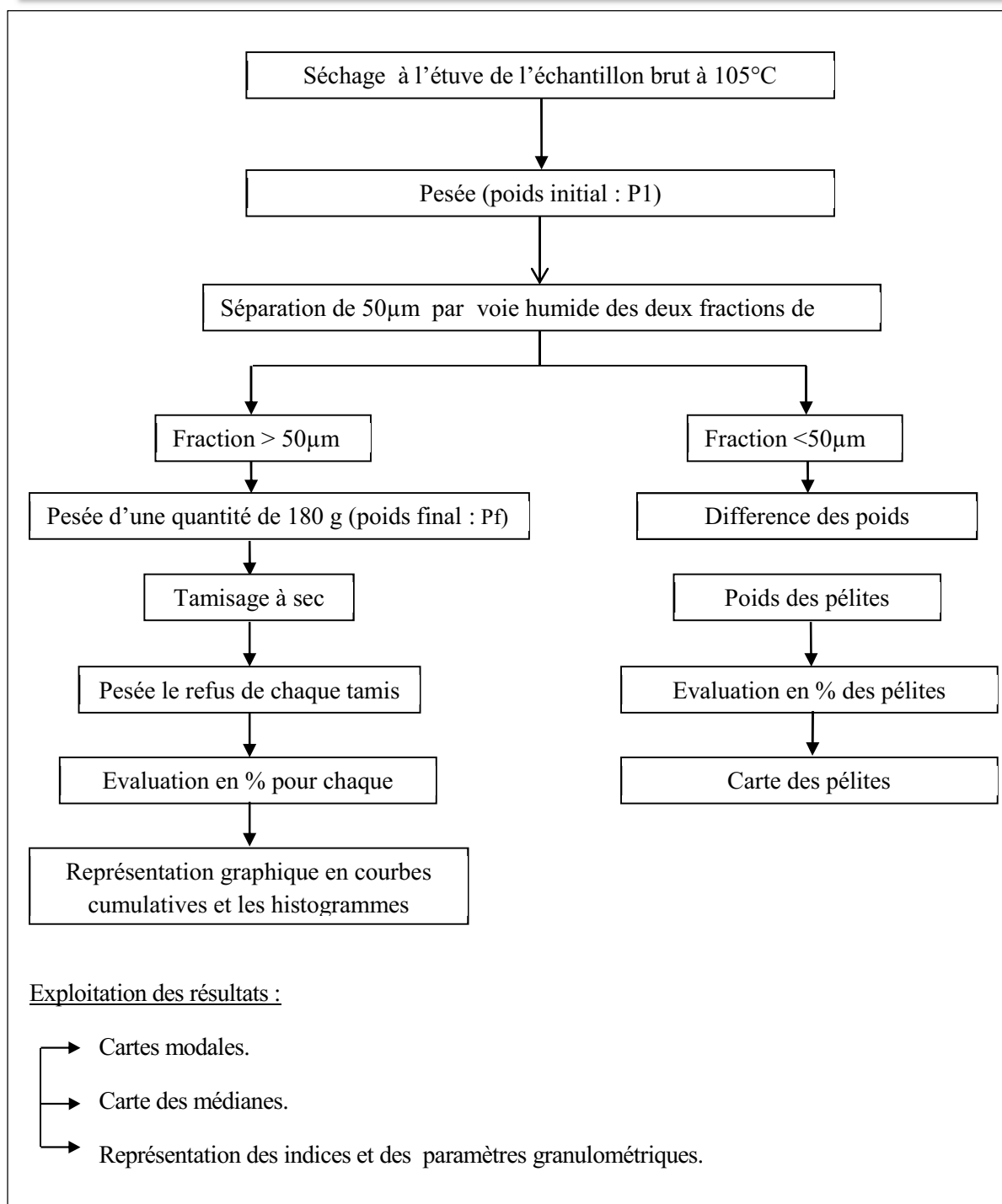
Les tailles des particules sédimentaire sont extrêmement diverses, bien que de forme très diverses, les particules sont soumises à l'analyse granulométrique (**Vatan, A, 1967**).

La granulométrie consiste à évaluer le pourcentage de la masse totale correspondant à la dimension des particules selon la méthode classique. (**Rivière, 1977**).

- Mise de l'échantillon dans l'étuve, séchage à 105° pendant 24h ;
- Passage de l'échantillon séché dans un tamis de 50µm ;
- Pesée d'une quantité d'échantillon de 200g pour chaque station ;
- Rinçage de l'échantillon dans un tamis de 40µm pour soustraire les fractions fines ;
- Séchage de la fraction grossière à l'étuve à 105° pendant 24h ;
- Tamisage de cette quantité (200 g) par une tamiseuse de type AFNOR dont le diamètre des mailles en microns des tamis est dans l'ordre décroissant : 10000-8000-6300-5000-4000-3150-2500-2000-1600-1250-1000-800-630-500-400-315-250-200-125-100-80-63-50-40 «en µm » ;

-Pour chaque échantillon le tamisage dure 10 minutes, le refus pesé et le pourcentage pondéral est calculé.

**Remarque** : les prélèvements d'échantillons et le tamisage ont été effectué par le LEM.



**Fig. III.3 :** Méthodologie suivie pour l'analyse granulométrique (Berkennou, Sallaye,2012).

### III.4.2.2. Les fractions grossières

La granulométrie est déterminée à l'aide des indice granulométrique

➤ **Indice de taille (médiane) Q50**

La taille moyenne des sédiments de diamètre supérieur ou égale à 50 µm. Cet indice correspond au diamètre du grain dont l'ordonnée est à 50% du poids total du sédiment.

➤ **Les quartiles inférieur et supérieur : Q25 et Q75**

Ils représentent le diamètre du grain dont les ordonnées sont respectivement à 25 et à 75% du poids du sédiment.

➤ **Indice des tailles maximales (P90)**

Le D90 correspond au diamètre dont l'ordonnée est 90% du poids total du sédiment.

➤ **Indice des tailles minimales (P10)**

Le D10 correspond au diamètre dont l'ordonnée est 10% 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 :

$$S_0 = \left| \frac{Q_{75}}{Q_{25}} \right| \quad (4)$$

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 a très mal classé

➤ **Le coefficient d'asymétrie (SK ; 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 :

$$Sk = \frac{Q25 - Q75}{(D50)^2} \quad (5)$$

Si  $Sk < 1$ , le classement est maximum vers les fines.

Si  $Sk = 1$ , la symétrie est parfaite.

Si  $Sk > 1$ , le classement est maximum vers les grossiers.

Le mode est le diamètre du tamis qui correspond à la fraction sédimentaire dominante dans un même échantillon. (**Riviere. A, 1977**) distingue trois courbes :

1-unimodale : qui représente une dominance d'un seul stock sédimentaire.

2-bimodale : qui représente la dominance de deux stocks sédimentaire.

3-plurimodale : qui représente la dominance de plusieurs stocks sédimentaires.

#### III.4.2.3. Les fractions fines

La teneur en fraction fine (les pélites), particules de diamètre inférieur à 50 $\mu$ 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.

#### III.4.2.4. Le diagramme de PASSEGA

PASSEGA a proposé et développé une méthode d'interprétation des données granulométriques dont l'originalité est d'utiliser des paramètres simples :

- le centile supérieur (D99).
- la médiane (D50).

Il comporte un ensemble de segments appelés patterns qui représentent différents types de transport :

- Le segment SR représente les sédiments transportés en suspension homogène (uniforme).

- Le segment RQ représente les sédiments transportés en suspension gradée.
- Le segment QP représente les sédiments transportés par roulement.
- Le segment PO représente les sédiments transportés essentiellement par saltation et roulement.
- Le segment ON représente les sédiments transportés par saltation.

***Chapitre IV: applications au  
site 'les Sablettes'***

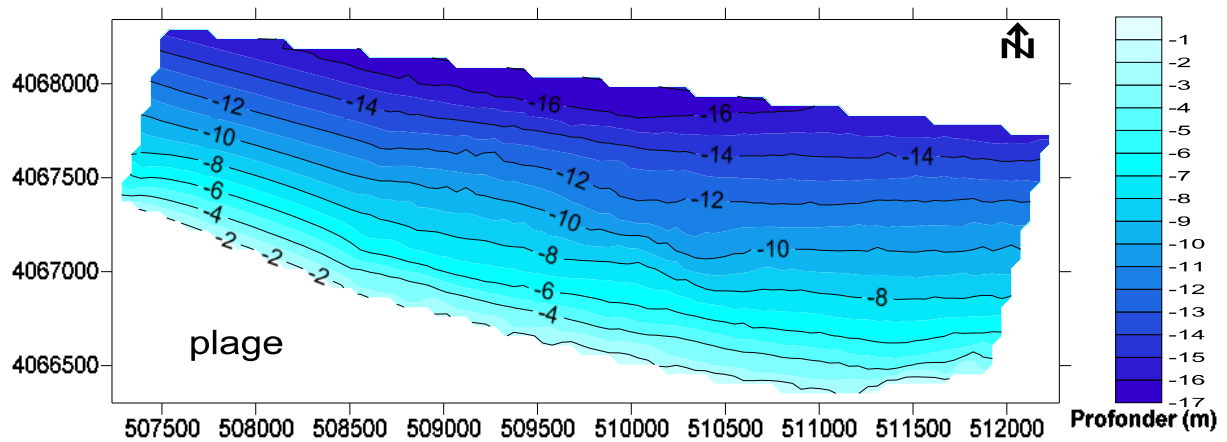
## IV.1. Analyse bathymétrique

### IV.1.1. Carte bathymétrique

Les cartes bathymétriques constituent un document fondamental et nécessaire pour connaître et interpréter la morphologie sous-marine.

En s'appuyant sur la carte bathymétrique de la zone d'étude à partir des données fournies par **LEM en 2013**, pour connaître la morphologie et observé la distribution des profondeurs dans les différentes parties de site « Les Sablettes ».

Ce levé bathymétrique ont été traité à l'aide du logiciel « **Surfer 11** » on obtient deux (02) cartes (2D et 3D) et des profils en travers pour interpréter le fond marin jusqu'à (-17m) de profondeur (**Figure IV.1**)



**Fig. IV.1** : Carte Bathymétrique (2D) des Sablettes, 2013.

L'analyse globale de la carte bathymétrique du site « Les Sablette » :

- des lignes isobathes parallèles à la ligne de rivage, plus ou moins régulières et espacées dans tous les parties de la zone. Cette partie de la baie est caractérisée par une morphologie sableuse avec des douces pentes.
- la vue du carte (**Figure IV.2**) où se trouve des isobathes moins serrées sur la partie centre de la zone étudiée, cette partie caractérisée par une rupture de pente de (-7m à -12m) met en évidence la présence de fosse.

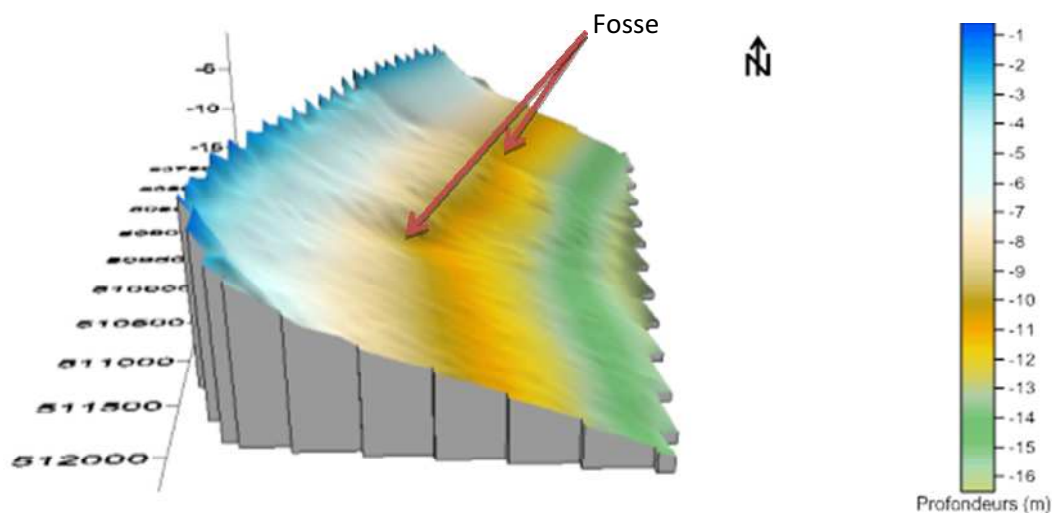


Fig. IV.2 : Vue en relief de la barre prés-littoral de la plage des sablette, 2013.

#### IV.1.2. Les profils transversaux

L'étude de la carte bathymétrique permet de caractériser 06 profils représentatifs de la plage sous-marine de la côte vers le large. (Annexe)

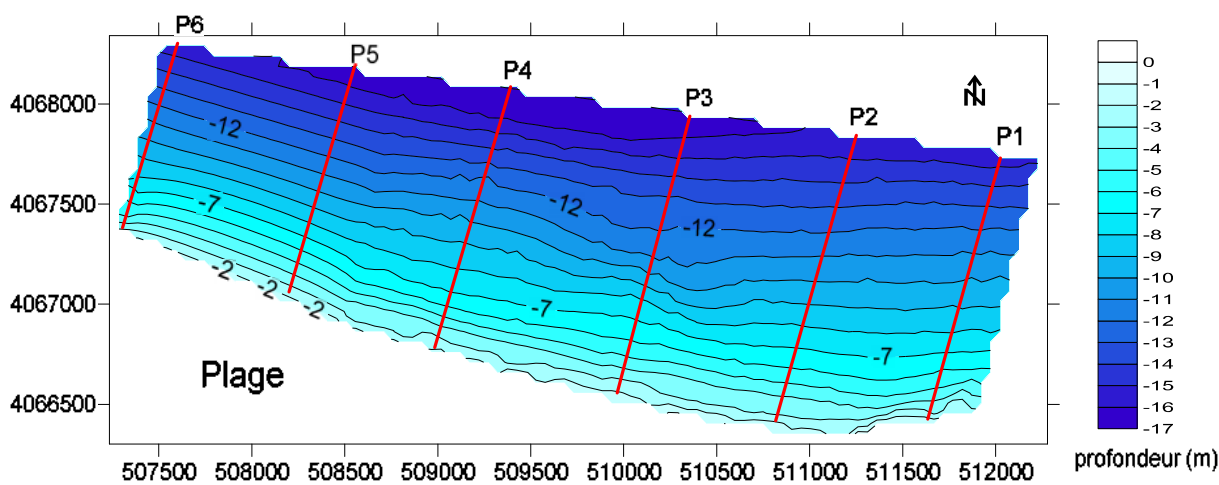
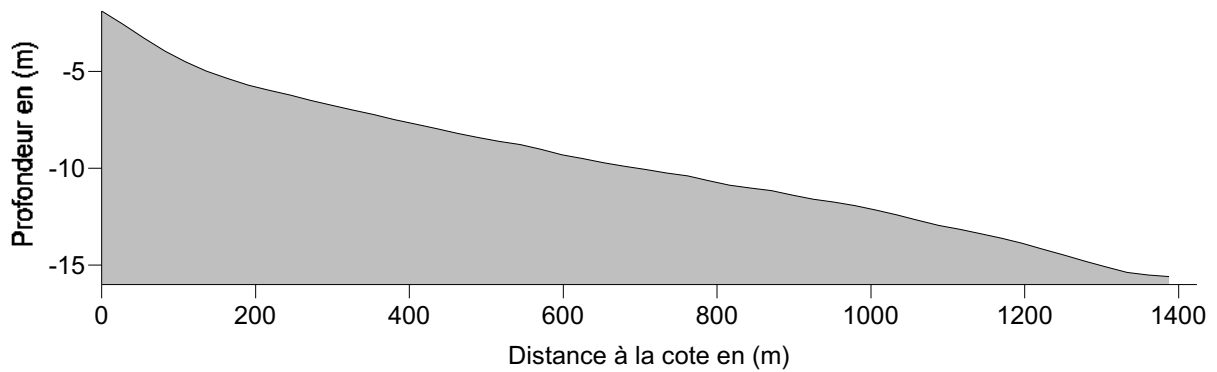
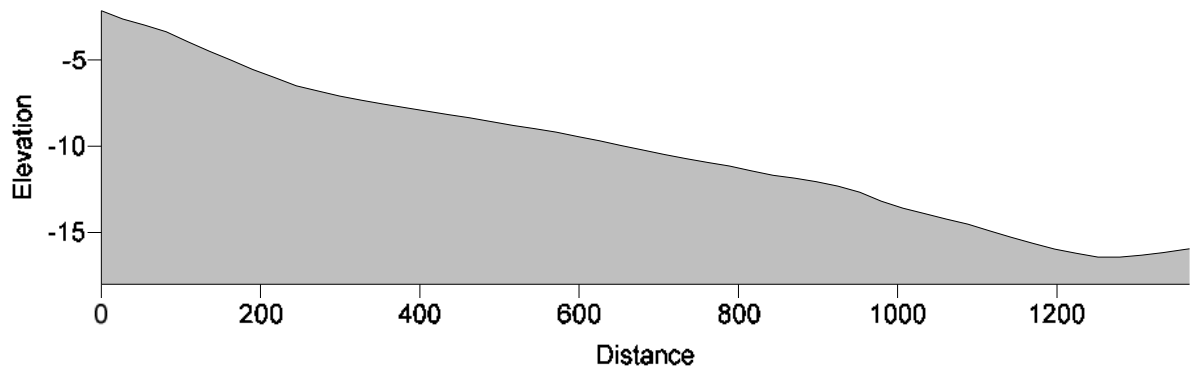


Fig. IV.3 : carte bathymétrique interpolée et localisation des profils transversaux



**Fig. IV.4 :** Profil sous-marin n° 01



**Fig. IV.5 :** Profil sous-marin n° 04

#### **Interprétation des profils 1 et 4 :**

L'étude de la carte bathymétrique permet de caractériser 06 profil représentatif de la plage sous-marines de la côte vers le large (**Annexe**) :

- Ces profils descendent en pente douce jusqu'à -15m de profondeur, avec une pente douce couvre toute la morphologie sous-marines de la zone d'étude.
- A partir des données précédentes (les vents, les houles,...) on constate que c'est une zone calme caractérisée par une faible énergie de la houle. Donc, l'influence de la houle sur le fonds plus ou moins faible dû à l'éloignement de la zone de déferlement à la côte, c'est-à-dire les vagues déferlantes au large (longueur d'onde) atteignant la côte avec un effet faible sur le fonds.

## IV.2. Etude de la réfraction de la houle

L'étude de la réfraction a été réalisée sur la base d'une carte bathymétrique de la baie d'Alger. (LEM, "Corrigée en 1988" (Echelle 1/30.000 ème)

Les caractéristiques de la houle avant déferlement pour chaque site sont données dans le tableau suivant :

**Tableaux IV.1** : caractéristiques de la houle avant déferlement.

direction	Période (sec)	Coef.de réfraction K	Angle d'arrivée à la cote, en degré.
Nord 0°	6	0,92	1,48
	8	0,924	2,14
	10	0,946	3,31
Nord-Est 45°	6	0,88	39,9
	8	0,896	38,14
	10	0,92	36,5

### IV.2.1. Interprétation des résultats

#### IV.2.1.1. Les houles de la direction Nord 0°

Les houles de période 6 et 8 secondes conservent plus au moins leur énergie du large atteignant le site avec un coefficient K respectivement de 0,92 et 0,924.

Les houles de période 10 s sont moyennement réfractées et atteignent le site avec un coefficient K égal à 0,946.

L'angle de la houle incidente augmente avec la période.

#### IV.2.1.2. les houles de la direction Nord-Est 45°

Pour les houles en provenance de ce secteur, on constate que plus la période augmente plus il y a conservation de l'énergie de la houle.

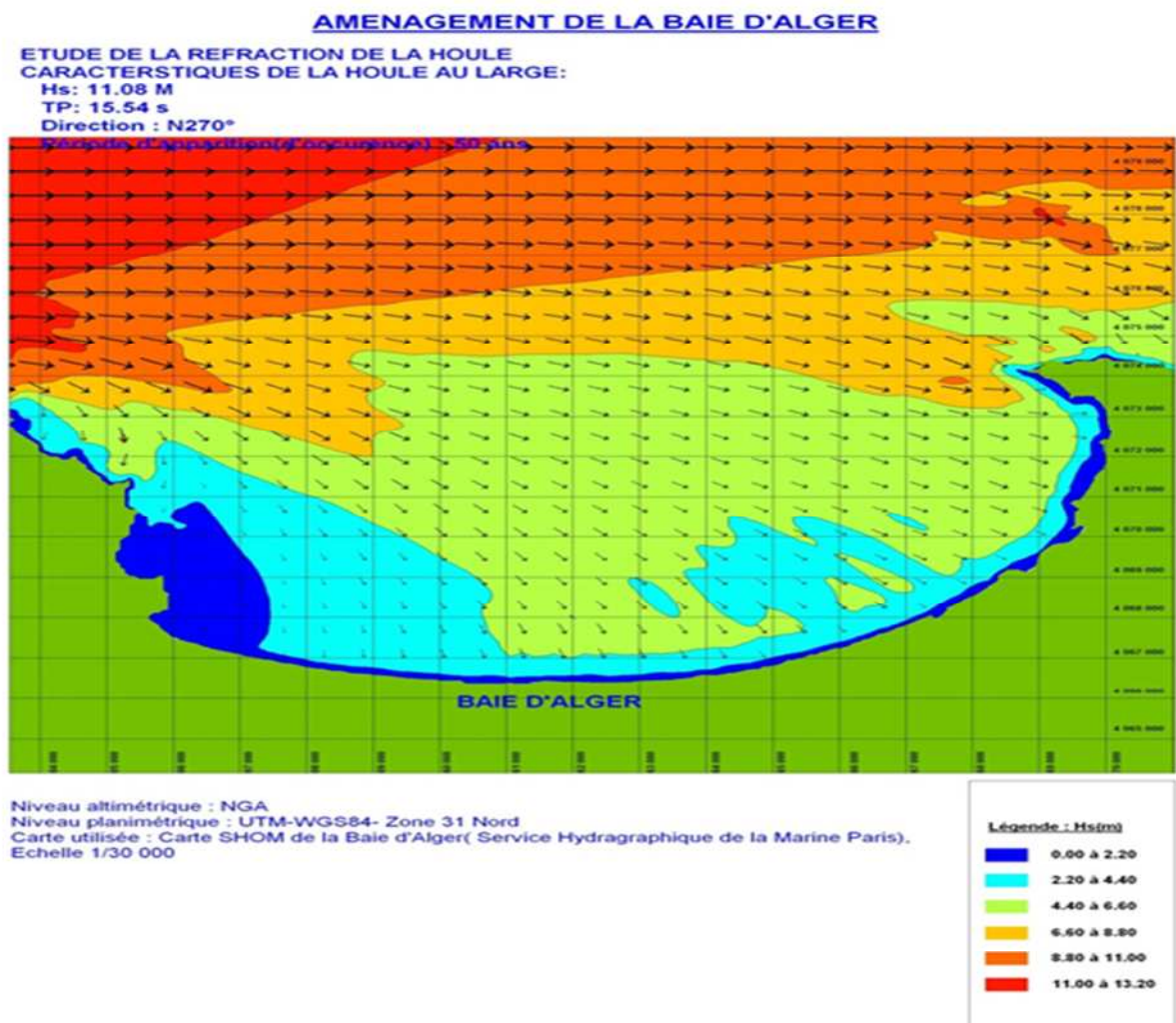
L'angle de la houle incidente tend à dévier vers le Nord-Nord-Est plus la période est importante.

Les pertes d'énergie de la houle sont plus importantes pour cette direction puisqu'elles atteignent un maximum de 12% de l'énergie initiale ( $t=6s$ ).

A partir de ces résultats, L'étude de la réfraction a montré que les houles de ces secteurs plus ou moins importantes, perdent une partie de leurs énergies au large.

Les houles pouvant avoir un impact plus ou moins important sur le site "les Sablettes" sont celles provenant du secteur Nord tous périodes confondues ainsi que les houles du secteur Nord-Est de période  $T=10s$ , d'où la nécessité de les prendre en considération pour l'étude des phases de dimensionnement.

On représente sur la carte suivante (**Figure.IV.6**) une vue globale sur la réfraction d'une houle de direction  $N270^\circ$  pour une période de 15,54s et d'une hauteur de 11,08m au large.



**Fig. IV.6 :** Réfraction de la houle de direction  $N270^\circ$  pour une période de 15,54s dans la baie d'Alger (LEM, 2013)

### IV.3. Analyse sédimentologie

Dans le cadre de notre projet « l'aménagement de site les Sablettes et son intégration dans le projet de la baie d'Alger » et pour les besoins de l'étude, une étude sédimentologie est nécessaire pour connaître l'hydrodynamisme local par la connaissance des caractéristiques des sédiments en mer, leur répartition spatiale et par conséquent leur modalité de mise en place.

**Remarque :** par manque de données récentes au niveau local du site en question, nous avons jugé nécessaire de collecter toutes les données disponibles au niveau de notre cellule sédimentaire qu'est « la baie » ; et d'en faire une approche par analogie de ses dernières et de notre site d'étude. Nous citerons :

- des données correspondent au site de la station de dessalement d'El Hamma situé à l'Ouest du site (étude effectuée par le LEM).
- des données correspondent au site du Lido situé à l'Est du site « des sablettes ».

Les résultats sont détaillés comme suit :

- **Station dessalement EL Hamma :**

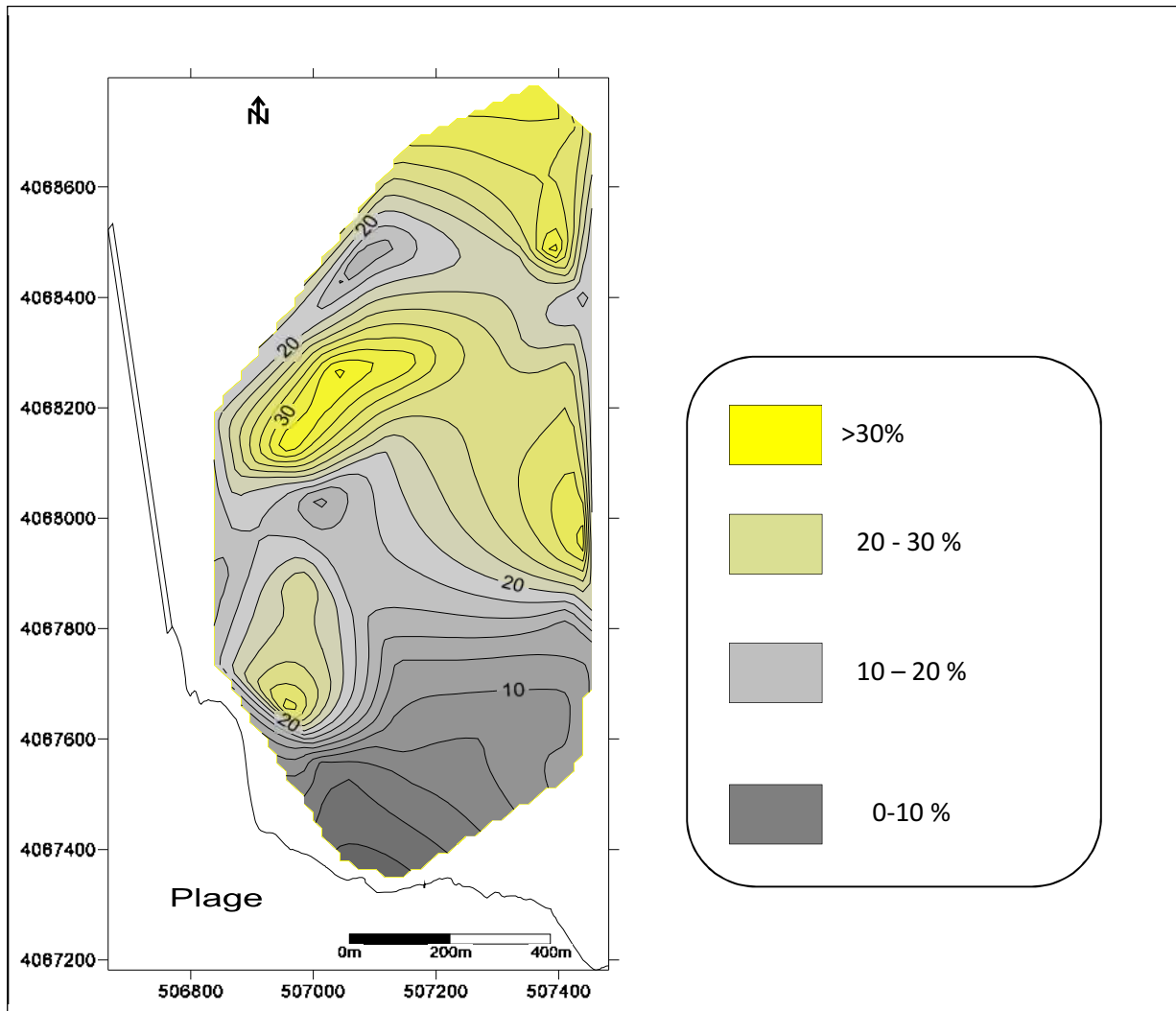
L'échantillonnage des sédiments est basé sur une centaine de stations dont Vingt-quatre stations rocheuses, six échantillons vaseux ; Dix échantillons d'un poids inférieurs à cent gramme (100g), et Vingt-un stations manquant sur la carte de la distribution des points de prélèvement.

Les échantillons restants ont fait l'objet de traitement granulométrique « la carte de positionnement des points de prélèvement » et les résultats de cette analyse nous ont permis d'établir les cartes de répartition spatiale des sédiments.

L'examen de ces courbes permet de distinguer la présence de plusieurs stocks de sédiments.

#### IV.3.1. Répartition spatial de la fraction fine

La carte « distribution de la fraction fines » est établie à partir du pourcentage en pélites de chaque échantillon (**Figure IV.7**).



**Figure IV.7:** Répartition de la fraction fine dans le site des sablettes

Cette étude montre que les échantillons près de la côte présentent des teneurs en pélites inférieures ou égales à 10%. Au-delà ces teneurs augmentent progressivement jusqu'à atteindre les 30%. Cette distribution obéit au schéma classique de la distribution des sédiments en mer soit une augmentation graduelle des teneurs de la côte vers le large.

### IV.3.2. Les courbes granulométriques

Globalement les courbes cumulatives, obtenues d'après les analyses qui ont été réalisées par le laboratoire d'études maritimes, sont réparties en deux groupes :

- **Les courbes unimodales :** elles indiquent la présence d'un seul stock sédimentaire, ce type de courbe est dû à l'immobilisation en masse des sédiments par faiblesse de la capacité du transport.

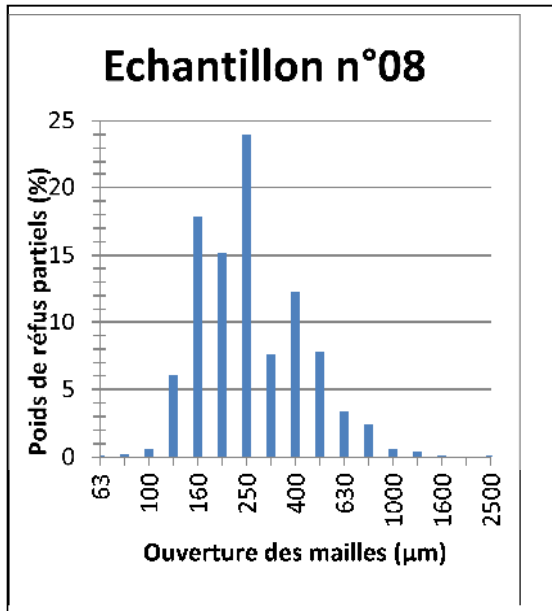


Fig. IV.8 : Histogramme unimodale

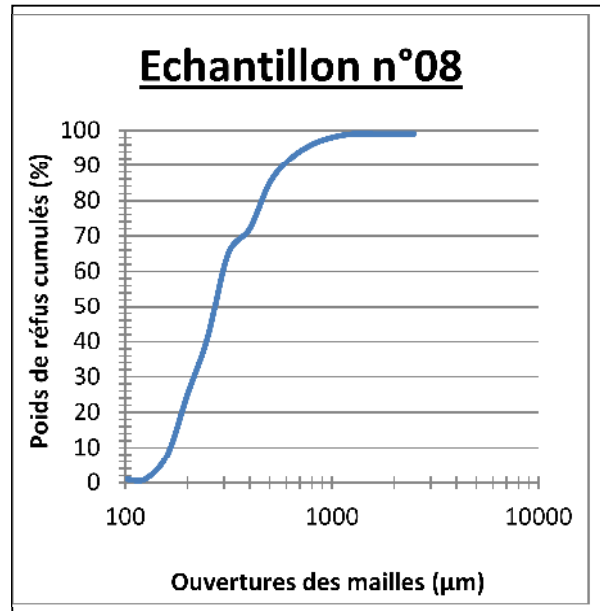


Fig. IV.9 : Courbe unimodale.

- **Les courbes bimodales, plurimodales :**

Ce type de mode marque l'existence de deux ou plusieurs populations dynamiques au sein du sédiment.

- ✓ **Les courbes bimodales :**

Ces courbes sont à nombre de 14, elles indiquent la présence de deux stocks sédimentaires dominants.

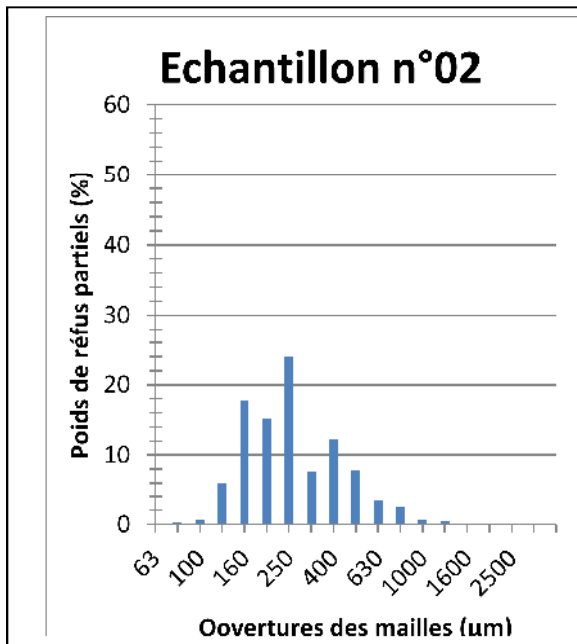


Fig. IV.10 : Histogramme bimodale

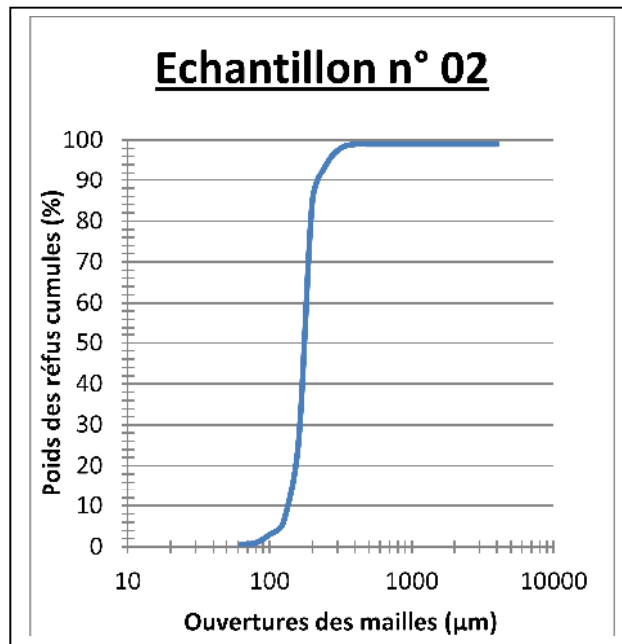


Fig. IV. 11: Courbe bimodale

✓ Les courbes plurimodales :

Elles sont au nombre de 03 et marquent l'existence de plusieurs population dynamique au sein du sédiment, elles sont surtout représentatives du sédiment grossier.

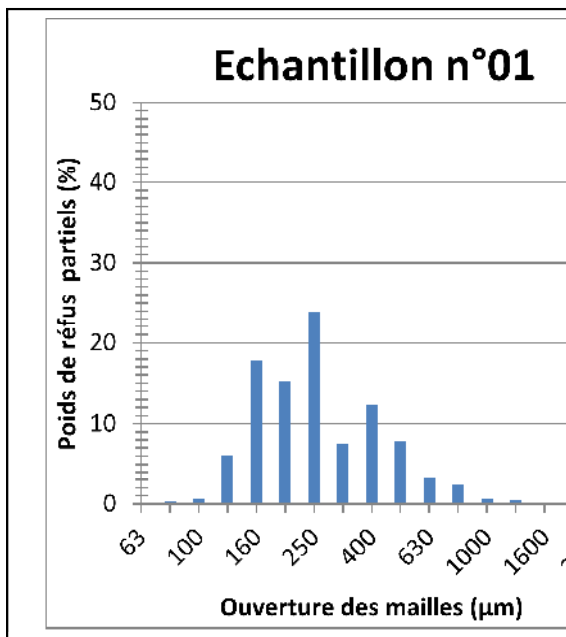


Fig. IV.12 : Histogramme plurimodale

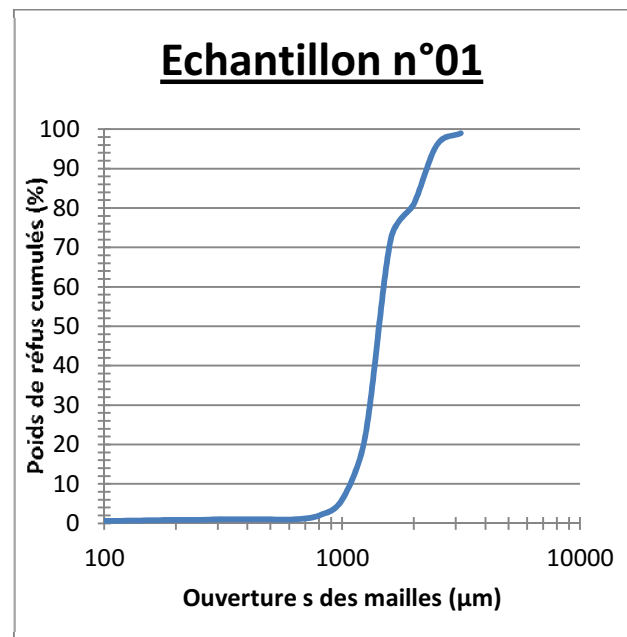


Fig. IV.13 : Courbe plurimodale

### IV.3.3. Répartition spatiale de la fraction grossière

#### ➤ Répartition spatiale du décile inférieur (D10)

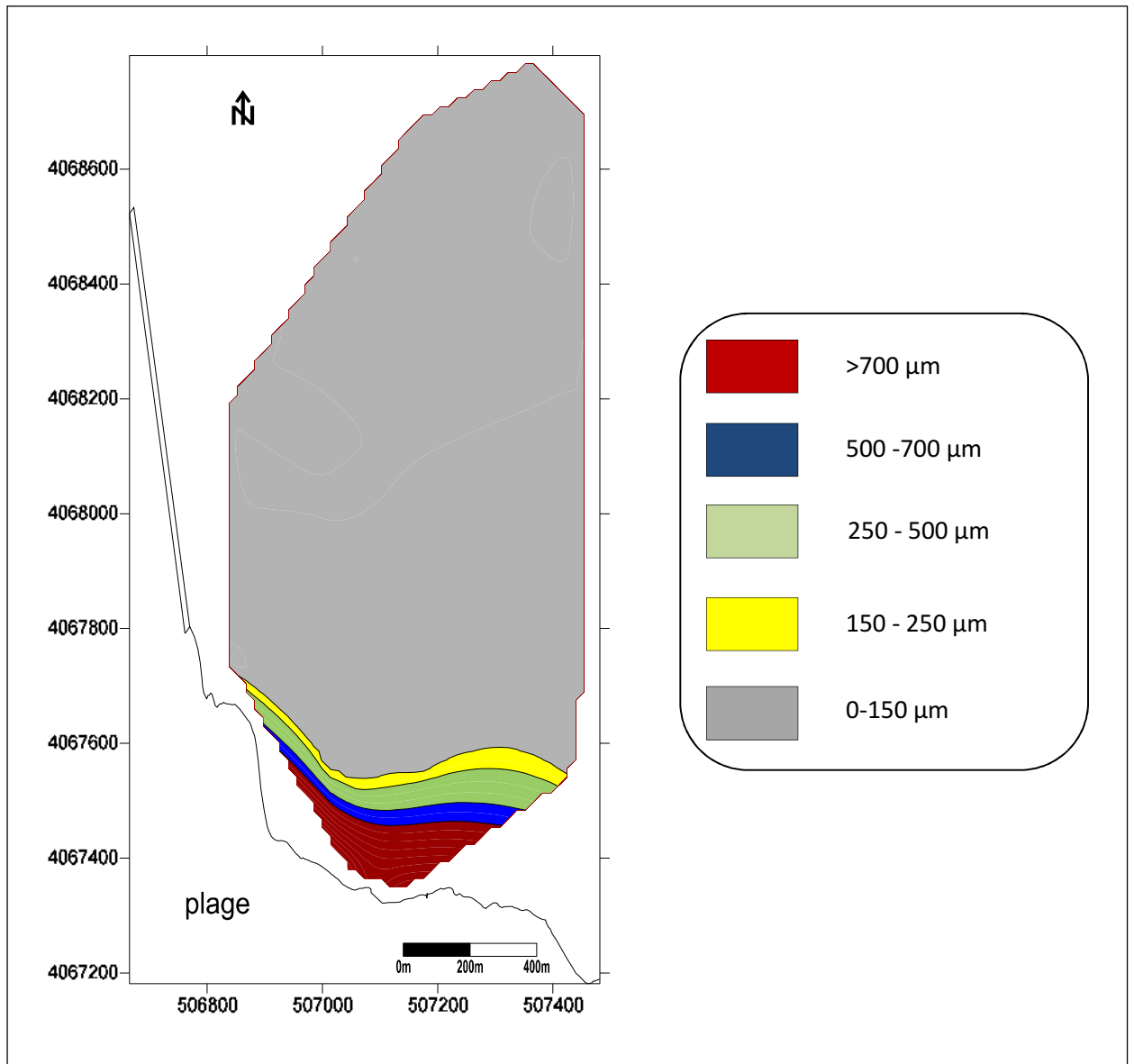
Le D10 correspond au diamètre dont l'ordonnée est 10% du poids total du sédiment. La répartition spatiale des déciles inférieurs (D10) suit une distribution homogène et graduelle de la taille des sédiments de la côte vers le large (**Figure.IV.14**).



**Fig. IV.14:** la répartition des déciles inférieurs (D10) dans la plage les Sablettes.

### ➤ Répartition spatiale du quartile inférieur (Q25)

Il représente le diamètre du grain dont l'ordonnée est de 25 % du poids total du sédiment. La carte de la répartition du quartile inférieur (Q25) présente une distribution graduelle de la taille des sédiments suivant le schéma classique, les sédiments grossiers (> à 700 $\mu$ m) se répartissent à la côte puis on constate une diminution de la taille vers le large (**Figure.V.15**).



**Fig. IV.15** : La répartition spatiale des quartiles inférieurs (Q25)

➤ Répartition spatial de la médiane (Q50)

Ce paramètre correspond au diamètre du grain moyen dont l'ordonnée est à 50% du poids total du sédiment. La carte représentée sur la figure est établie à partir des médianes tirées des courbes cumulatives, elle montre la répartition spatiale des sédiments dans le secteur d'étude (Figure. IV.16).

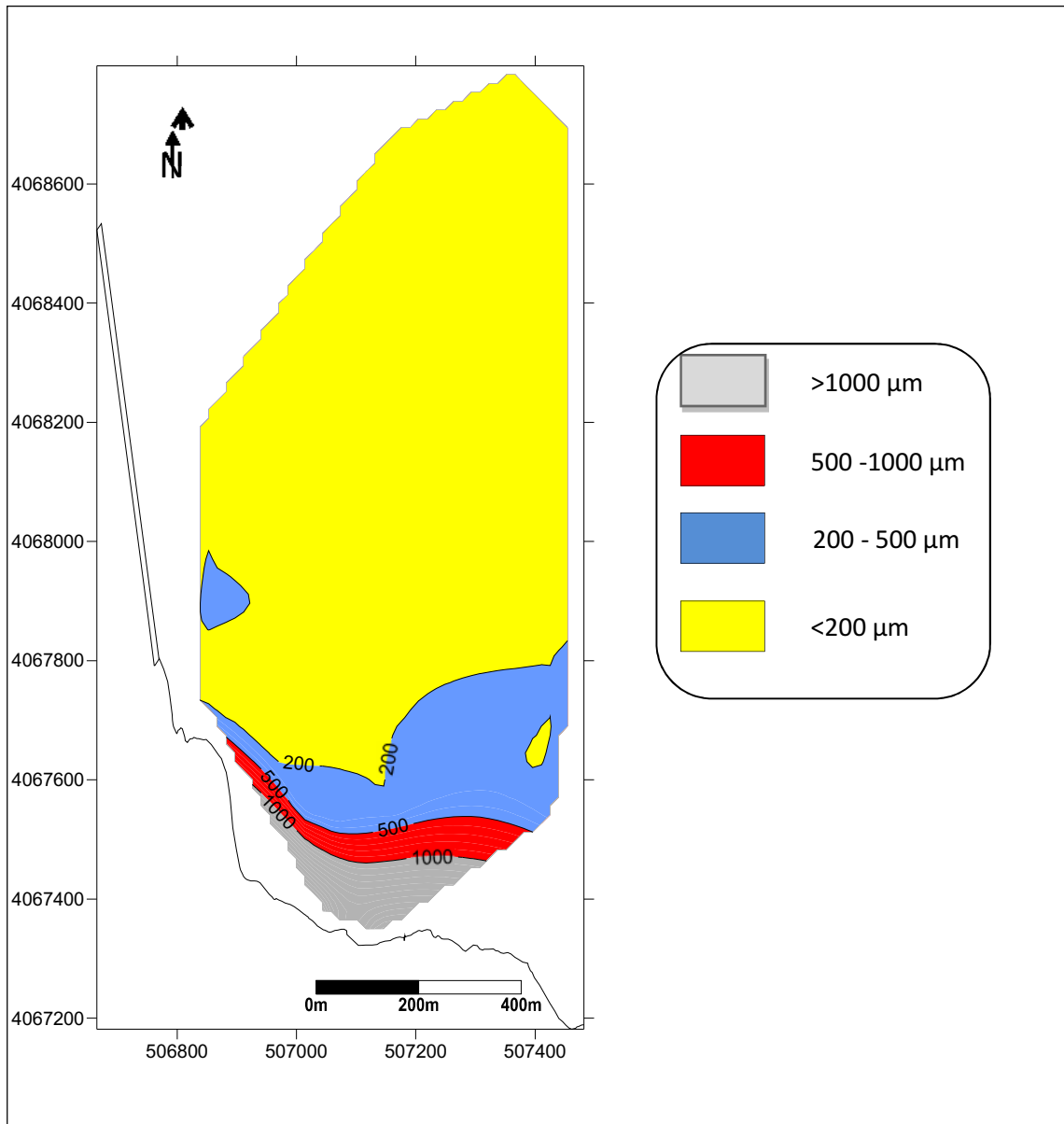


Fig. IV.16 : La répartition spatiale de la médiane (Q50).

Le schéma général décrit une zonation granulométrique décroissante de la côte vers le large. Les particules grossières ( $Q_{50} \geq 500 \mu\text{m}$ ) se situent près de la côte. A cela succède les particules avec un diamètre médian compris entre 0 et 500  $\mu\text{m}$  représentant les sables moyens et fins qui couvrent la majorité du site d'étude.

Cette répartition répond au schéma classique de la répartition des sédiments en mer à savoir une diminution graduelle de la taille des particules dans le sens de la côte vers le large.

#### ➤ Répartition spatial du quartile supérieur (Q75)

Il représente le diamètre du grain dont l'ordonnée est de 75 % du poids total du sédiment. Les diamètres les plus importants ( $>700 \mu\text{m}$ ) se localisent principalement sur la totalité de la côte, puis ils diminuent d'une manière graduelle vers le large (Fig. IV.17).

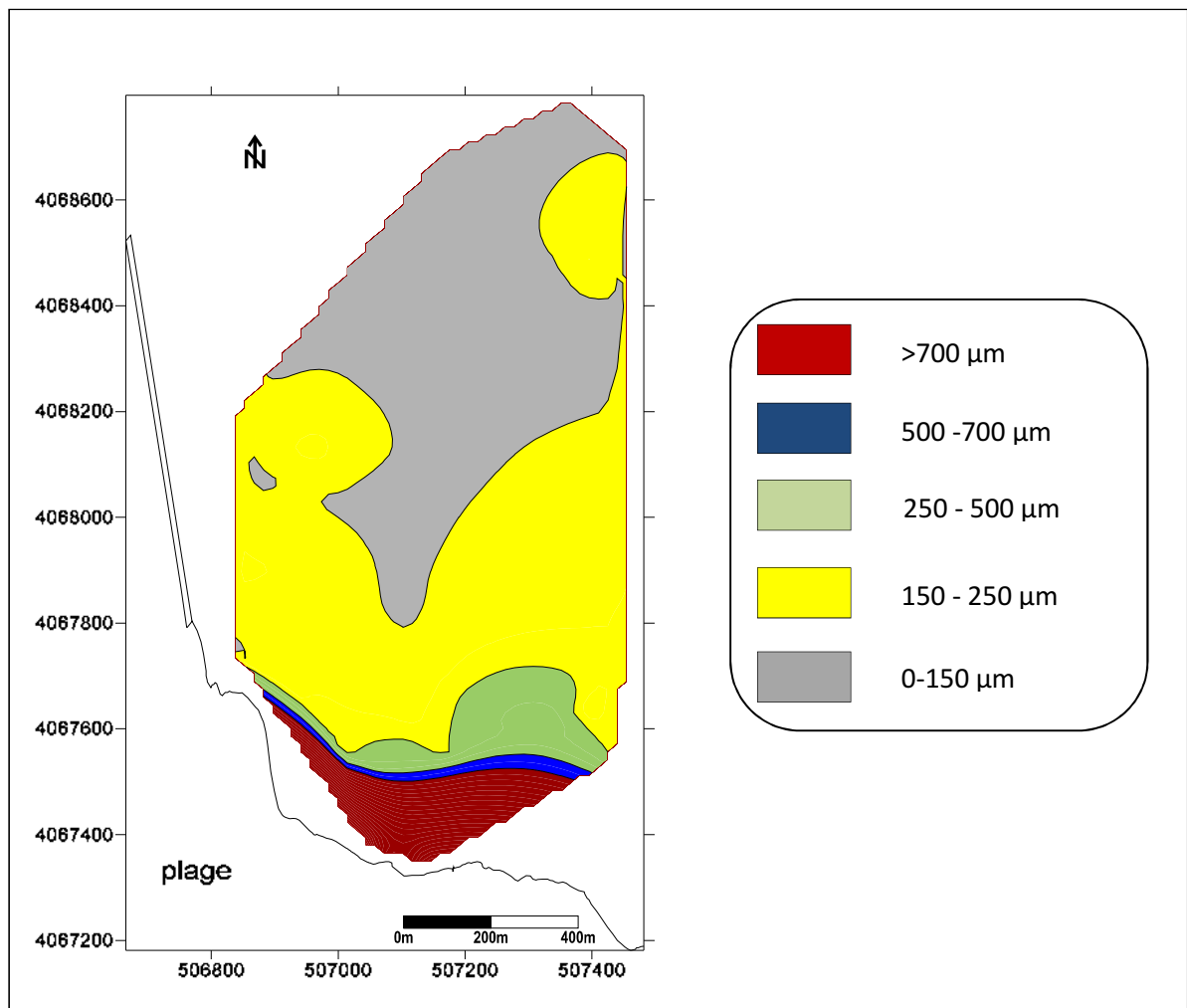
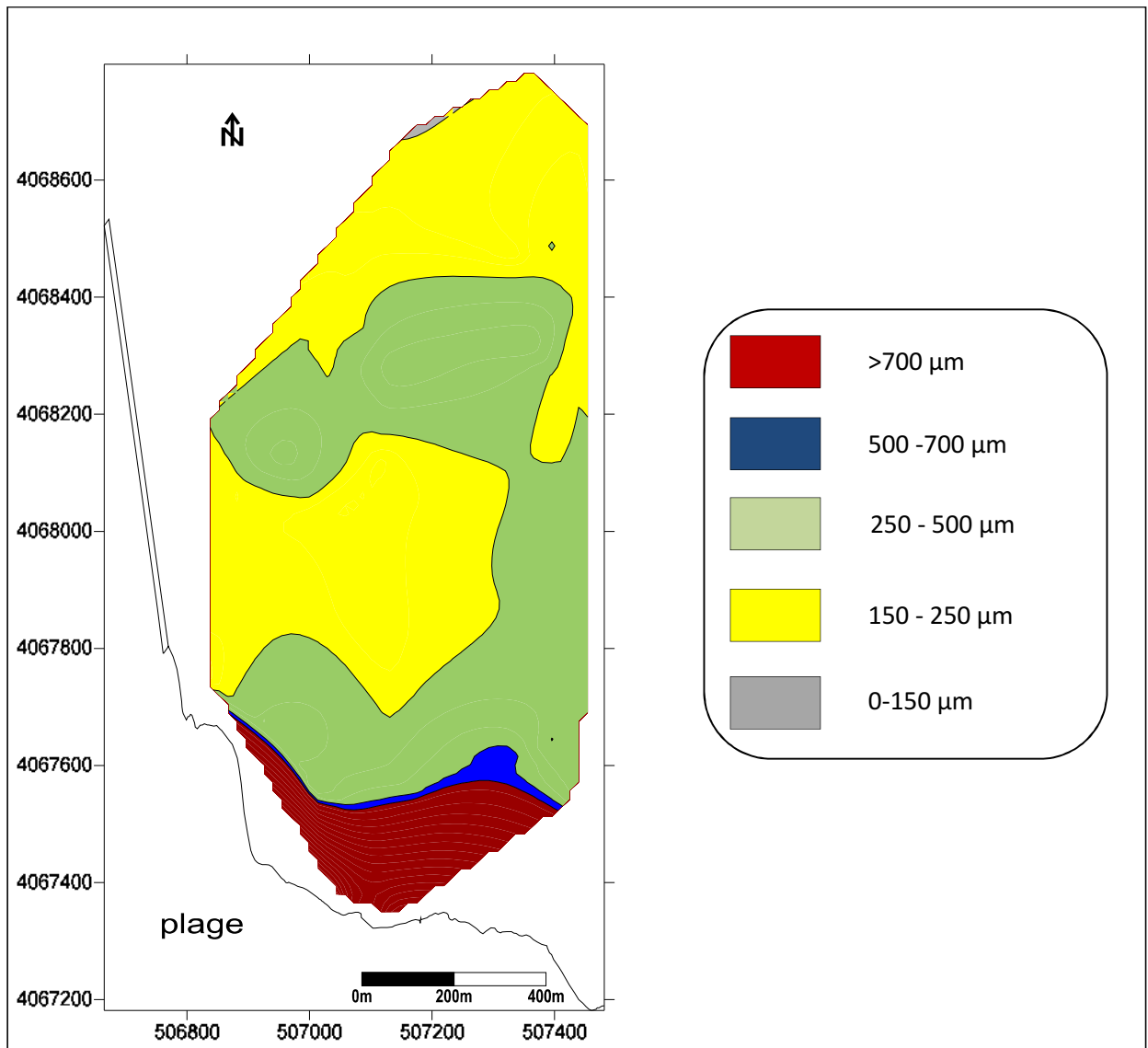


Fig. IV.17 : la répartition spatiale des quartiles supérieurs (Q75)

➤ Répartition spatiale du décile D90

Le D90 correspond au diamètre dont l'ordonnée est 90% du poids total du sédiment.

Cette carte montre la répartition des sédiments dans le secteur d'étude (**Figure. IV.18**)



**Fig. IV.18** : La répartition spatiale du décile supérieur (D90)

Elle signale la même répartition que celle de la médiane, on observe pour ce paramètre les particules les plus grossières dont le diamètre du grain supérieur à 700µm, s'étalent à la côte du site d'étude.

#### IV.3.4. Les indices granulométriques

##### ➤ Indice du classement (Sorting du Trask) $S_o$ :

Il permet de rendre compte de l'intensité du tri du sédiment, il mesure les écarts granulométrique entre les poids symétriques (en %) par rapport à la médiane et exprime donc la dispersion du sédiment entre Q75 et Q25.

Le calcul de cet indice montre que la majorité des échantillons sont constitué par un sédiment très bien classé  $S_o < 2$ , selon la classification de « Folk, 1966 », les résultats obtenus sur la (Figure IV.19).

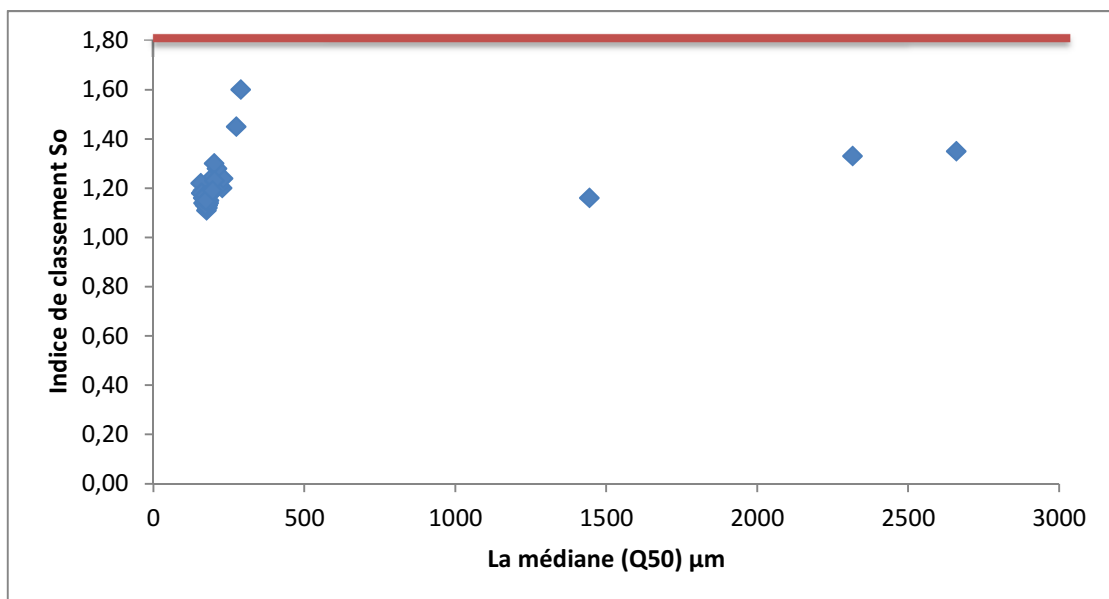
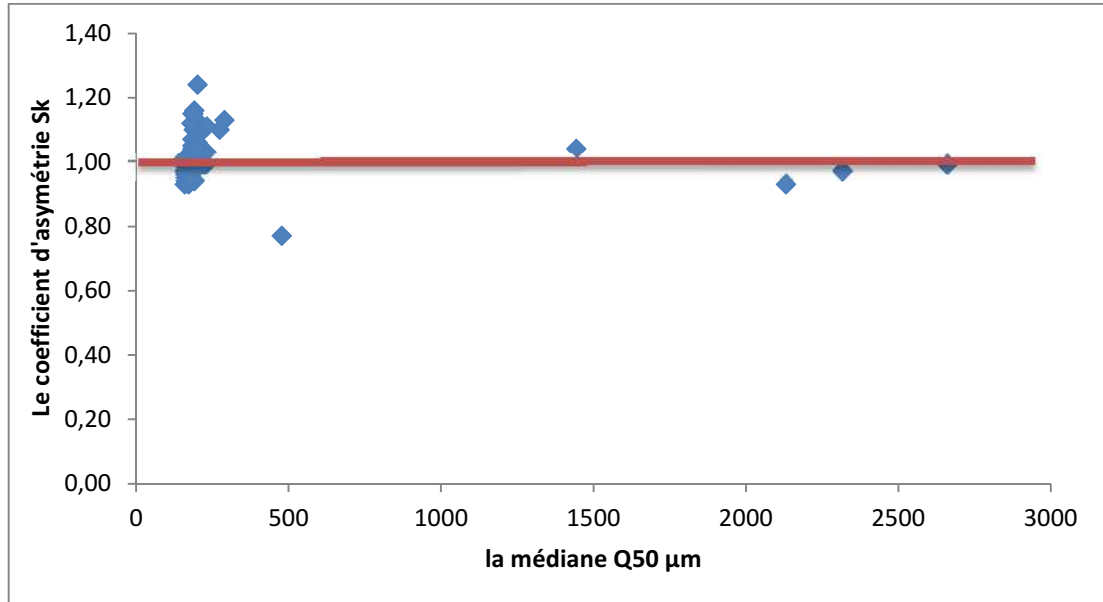


Fig. IV.19 : La relation entre l'indice de classement et la médiane.

##### ➤ Le coefficient d'asymétrie ( $S_K$ ) :

Cet indice indique le tri du sédiment par rapport à la médiane, il décrit l'aspect des représentations graphique, au fait qu'on puisse caractériser de manière relative la prédominance des sédiments fins ou des sédiments grossiers dans les échantillons.

Le  $S_K$  montre l'état d'évolution du sédiment vis-à-vis des conditions dynamiques en mouvement du dépôt. Sur notre site, les valeurs de cet indice sont pour la plus part voisines de 1 «  $S_K = 1$  » (Figure IV.20).

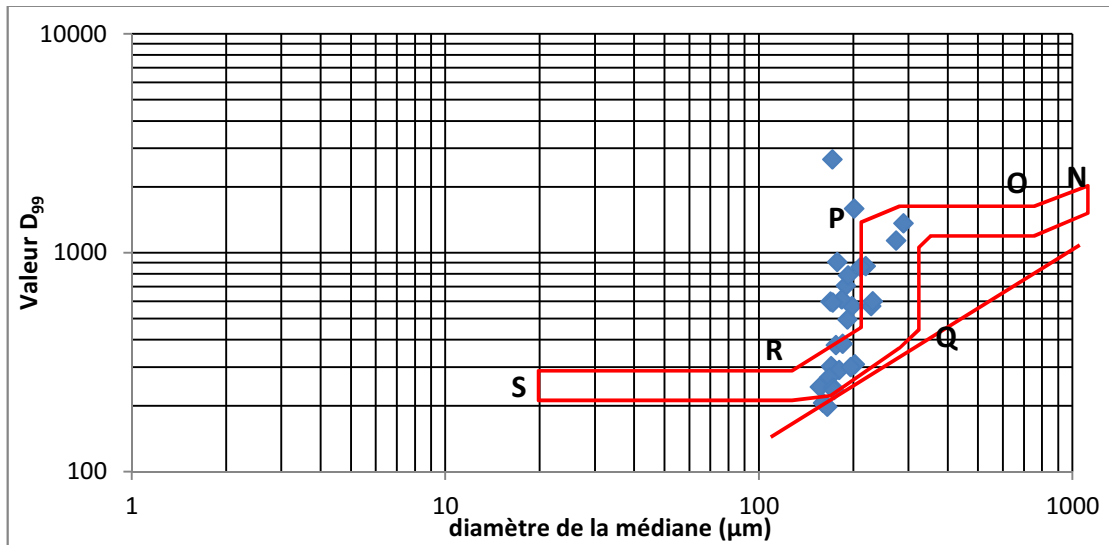


**Fig. IV.20** : La relation entre le coefficient d'asymétrie et la médiane.

Les sédiments présentent un coefficient d'asymétrie (SK) plus proche de 1, aussi bien du côté fins que du côté grossiers donc une répartition symétrique qui correspond à un bon classement selon (Folk, 1966).

➤ **Diagramme de PASSEGA :**

Afin de définir le mode de mise en place du sédiment « **R. PASSEGA 1967** » a proposé une méthode d'interprétation des données granulométrique basé sur le centile D90 et la médiane D50, chaque segment correspond à un type de transports.



**Fig.IV.21** : Le diagramme de PASSEGA.

D'après la (**Figure IV.21**) les prélèvements occupent la branche **PQ** et **QR** :

- Les sédiments occupent la branche QR correspond à un transport en suspension graduée. Ce sont des dépôts qui se déposent quand la charge dépasse la capacité du transport. Le dépôt se fait dans des zones relativement calmes permettant le dépôt des particules fines.
- Quant aux sédiments de branche PQ, ils sont transportées par roulement à la surface de la suspension graduée. Ce type se fait dans des zones de haute énergie ou le matériel sédimentaire est en perpétuel remaniement.

- **Site du Lido:**

Les résultats graphiques du site du Lido sont représentés ci-après par (**Figure. IV. 22**) à droite par son paramètre représentatif par excellence des tailles sédiments.

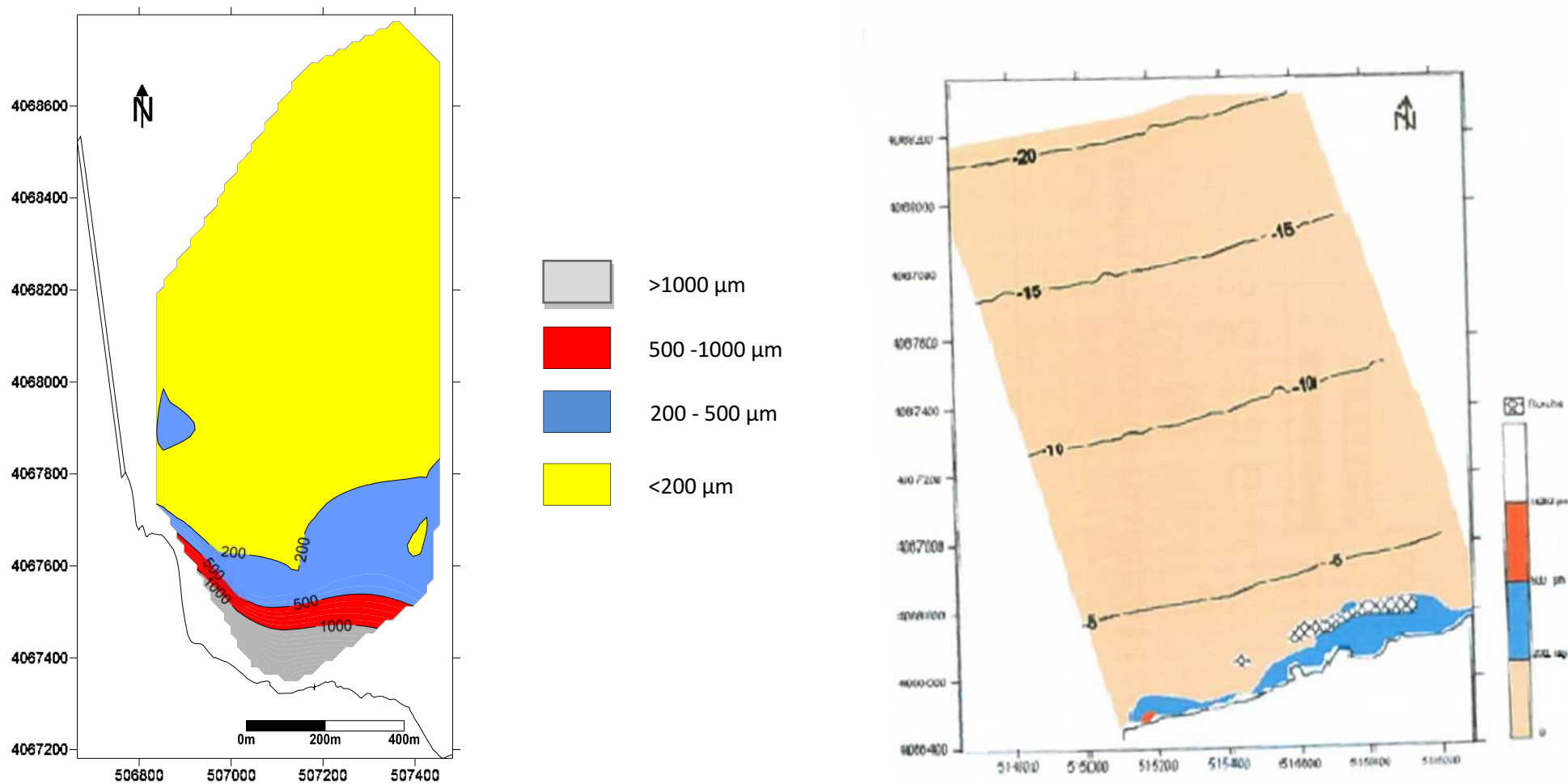


Fig.IV 22. : Répartition spatiale de la médiane Q50 dans les deux sites « station dessalement et LIDO ».

Au niveau des deux sites, on note :

- ✓ une diminution graduelle de la taille des particules dans le sens de la côte vers le large.
- ✓ Les grossiers  $>500 \mu\text{m}$  s'étalent près de la côte, les particules moyens et fins  $<500 \mu\text{m}$  qui couvrent la majorité des deux sites.

#### IV.3.5. Conclusion sur l'étude sédimentologie

Du fait de sa situation intermédiaire et très proche des deux sites, une interpolation sur ses deux sites déduit la répartition spatiale des sédiments au niveau du site des sablettes c'est-à-dire une distribution conforme au schéma classique de la répartition des sédiments en mer à savoir une diminution graduelle de la taille des particules de la côte vers le large.

L'étude de la fraction sableuse a conduit à définir sa répartition et ces différentes caractéristiques sédimentologies avec une diminution du D50 et du D90 de la cote vers le large.

La répartition de la médiane granulométrique indique la dominance des sables fins (125 et 250  $\mu\text{m}$ ), cette répartition est confirmée par l'analyse modale montrant la prédominance du stock sédimentaires appartenant au mode M1. Les teneurs en pélites sont comprises entre 0 et 10 % depuis la cote jusqu'à l'isobathe de -12m de fonds au maximum, ceci pourrait s'expliquer par l'hydrodynamisme en cet endroit qui maintient les sédiments en remaniement. Au-delà ces teneurs augmentent pour atteindre les 30 % à -18 m de profondeur.

Selon la classification de (Folk, 1966) le sédiment sont bien classé, le tri est régulier par rapport à la médiane ( $S_K = 1$ ) et les matériaux sédimentaires présentant un mode de dépôt par suspension et roulement selon le diagramme de PASSEGA.

Cette répartition résulte de la présence de la principale source d'alimentation qu'est Oued El harrach et de la courantologie locale de la baie.

La présence de sédiments moyens témoigne d'une énergie de houle de faible intensité sur cette partie de la baie due à la déviation des houles de l'ouest considérées comme les plus intenses vers la cote et la perte d'une bonne quantité de leur énergie du large.

Nous considérons alors notre site d'étude comme étant un site situé dans un contexte plus ou moins agité vis-à-vis des fortes houles contrairement aux sites de la partie Est de la Baie.

*3<sup>ème</sup> partie : Contribution à la  
valorisation et à la protection  
de la plage ‘les sablettes’*

# *Chapitre V : Aménagement et protection*

**Introduction :**

Rappelons que selon le programme européen pour l'aménagement intégré des zones côtières, La zone littorale est définie comme « une bande terrestre et marine dont la largeur varie en fonction du milieu et des besoins de l'aménagement. Elle correspond rarement à des entités administratives ou de planifications existantes. Les systèmes naturels côtiers et les zones dans lesquelles les activités humaines sont liées à l'exploitation des ressources littorales peuvent donc s'étendre bien au-delà des eaux territoriales et des kilomètres à l'intérieurs des terres » (Hedef. R, 2008)

Lorsqu'il s'agit de l'aménagement intégré d'une plage de certaine étendue ; la réalisation des méthodes et des de protection de la zone côtière sableuse comme le cas « des Sablettes » sont fondus dans le contexte de la préservation des sites naturels.

Pour cela, nos aménagements et ouvrages de protection seront aussi souples que possible et utiliseront des matériaux naturels.

**V.1. Plan d'aménagement**

Dans le respect des orientations du cadre de cohérence de l'étude de la baie d'Alger, nous proposons un plan d'aménagement intégré répondant aux besoins et boostant le développement.

- 1- Volet touristique et besoins en plages nécessite une augmentation des surfaces de baignades et équipements annexes donc nécessité de créer une plage supplémentaire à la plage existante et de la maintenir par des ouvrages maritimes.
- 2- Volet économique et développement par la création d'accès et liaison.

**V.1.1 Protection littoral****V.1.1.Variante N°1 :brise-lames immergé en enrochement et Rechargement.(Figure V.1)****V.1.1.1. Les brise-lames immergés**

«Les brise-lames sont des ouvrages mis en place sur les petits fonds, donc en avant de la côte, et disposés plus ou moins parallèlement à son tracé. Ils ont pour but d'atténuer ou de supprimer l'impact des vagues sur un rivage en réfléchissant ou en absorbant leur énergie

avant qu'elles ne l'atteignent. En provoquant, par voie de conséquence, une décélération de la dérive littorale, en diffractant aussi la houle lorsqu'elle heurte leurs extrémités, les brises – lames induisent une sédimentation à leur abri.

Des langues de sable ou de galets, d'allure triangulaire, se développent à partir du rivage. Elles peuvent arriver à rattacher les brise-lames à la terre ferme ; on les appelle alors des tombolos. Il se forme ainsi des plages alvéolaires.

Les brise-lames sont donc capables, non seulement d'arrêter l'érosion d'une côte, mais également d'accroître l'espace disponible pour l'accueil du public». (PASKOFF. R, 1992)

#### **V.1.1.1.1. Caractéristiques des brise-lames :**

- Ils ont en général un profil transversal trapézoïdal.
- Ils sont constitués par des accumulations de matériaux de grande taille, des gros blocs rocheux ou des pièces de béton.
- Caractériser aussi par la hauteur, la longueur, la largeur, leur positionnement par rapport au rivage dépendent des caractéristiques des houles de mauvais temps.
- des profondeurs de l'avant-côte et, bien sûr, du plus ou moins grand secteur de rivage à protéger. (PASKOFF. R, 1992)

#### **V.1.1.1.2. Objectif et fonctionnement des brise-lames**

Favorisent en général un meilleur renouvellement de l'eau, mais leur efficacité dépend de leur profondeur par rapport au niveau de la mer, de la pente de la plage, des marées, des intempéries et de la granulométrie des sédiments. Toutefois, dans les deux cas, des phénomènes importants de réflexion sont constatés sur la base extérieure de l'ouvrage, ce qui peut provoquer son affouillement, voire son écroulement.

Les grands principes de fonctionnement des brise-lames sont les suivants :

- Ils créent un gradient longitudinal des hauteurs des agitations.
- Les courants sont orientés de la zone agitée vers la zone abritée.
- Les sables sont transportés vers la zone abritée ou ils s'accumulent.

### V.1.1.1.3. Pré dimensionnement des brise-lames (Figure.V.2).

#### ❖ Longueur de l'ouvrage par rapport la côte

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

$$L > 1.2 (l_c + 0.3L) \quad (6)$$

$l$  : longueur du brise-lames.

$l_c$  : distance du brise-lames à la côte.

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

#### • Calcul

-La période (T) des houles au large est de **10,60s**

-la distance du brise-lames à la côte,  $l_c = 300$  m (cette distance correspond à une profondeur égal à 5 m).

-longueur d'onde de la houle au large

$$L_0 = 1,56 T^2 \quad (7)$$

$$L_0 = 175,28 \text{ m}$$

Longueur d'onde de la houle au pied de l'ouvrage :

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \cdot \tanh\left(\frac{4\pi^2 D_p}{T^2 g}\right) \quad (8)$$

$$L = 75,75 \text{ m}$$

### ❖ Hauteur de la houle de dimensionnement $H_b$ en (m)

Le dimensionnement des ouvrages en mer se fait en recherchant le paramètre présentant les conditions de la houle qui risquent d'arriver sur l'ouvrage. Ce paramètre est appelé houle de projet.

### ❖ La hauteur de l'ouvrage

La hauteur à donner à un brise-lames dépend de l'objectif poursuivi, dans la mesure où son efficacité dépend en grand partie de sa cote d'arase, qui conditionne la hauteur la hauteur des houles qui le franchissent sans déferler.

- Pour que l'ouvrage soit totalement émergent, il serait nécessaire de l'araser à une cote de l'ordre du niveau de la marée la plus haute augmentée de 1,25 fois la hauteur de houle maximale.
- Pour un brise-lames submersible, on peut estimer que l'amortissement de la houle qu'il provoque est égal à 50% si l'ouvrage est arase à une cote voisine du niveau de l'eau au repos.

P : profondeur d'implantation de l'ouvrage = **5 m**.

Donc en prend h (hauteur de brise-lames) est égal à  $p - 1,5 = 3,5$  m.

**$h = 3$  m (Hauteur de brise lame)**

**0,5 m (Tapis pour protection)**

### ❖ La largeur en crête

Les expériences réalisées en laboratoire ont montré que si la cote d'arase d'un brise-lames doit être abaissée, cette diminution rendant l'ouvrage plus vulnérable à l'arrière et moins efficace lors des tempêtes, cette dernière peut être en partie compensée par une augmentation de la largeur en crête.

Cette condition s'exprime par la relation :

$$\mathbf{b = 4 * H_b} \quad (9)$$

$$\text{Ou} \quad 25-5z_a < b < 15+5z_a \quad (10)$$

Avec :

$b$  : la largeur de brise-lames en crête (m).

$z_a$  : Côte d'arase de l'ouvrage (m).

$$b = 20 \text{ m}$$

#### V.1.1.1.4. Stabilités des ouvrages de protection

Les formules les plus usuelles pour les dimensionnements des blocs utilisées dans l'ouvrages de protection contre la houle sont celle Hudson et Van Der Meer ;

Si on arrive à calculer le poids de bloc de la carapace de l'ouvrage par ces formules on peut déduire d'autre paramètre de la structure comme l'épaisseur, poids de sous-couche ...

L'ouvrage est dimensionné par la formule de Hudson, qui est la plus utilisée

##### ❖ La carapace

La carapace représente l'élément clé de la stabilité de la structure. Elle se compose soit d'enrochement naturels soit de blocs artificiels en béton. mais on ne retiendra ici que la formule d'**Hudson** qui est la plus utilisée et dont le domaine d'application est le mieux connu.

##### ❖ Le poids de la carapace

$$W_{\text{carapace}} = \frac{\gamma_s \cdot H_s^3}{K_d \left( \frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1 \right)^3 \cdot \cot^2 \alpha} \quad (11)$$

$W$  : poids des enrochements en tonne (t) ;

$\gamma_s$ : La masse volumique des enrochements (t /m<sup>3</sup>) ;

$H_s$  : hauteur de la houle de dimensionnement (m) ;

$K_d$  : coefficient de stabilité (pour les enrochements rugueux anguleux et la houle déferlante) ;

$\gamma_w$ : La masse volumique de l'eau de mer (1,028t/m<sup>3</sup>).

$cot\alpha$  : La pente de l'ouvrage.

#### ❖ Epaisseur de la carapace

$$E = n Kt \left(\frac{W}{\gamma_s}\right)^{1/3} \quad (12)$$

$Kt$  : Coefficient de la couche (1,15 pour l'enrochement anguleux)

$n$  : nombre de couche ( $n=2$ )

#### ❖ La butée de pied

De façon à éviter que les carapaces ne glissent trop en partie basse, il est souvent utile d'en bloquer le pied par un massif d'enrochements.

L'implantation de la butée liée directement à la hauteur d'eau  $h$  et le creux de la houle de projet lorsque  $h$  disponible au-dessus de celle-ci est inférieur à 1,3 fois le creux de la houle de projet elle sera constituée de blocs identique à ceux de la carapace si le cas contraire le poids de ces blocs donner par la formule suivante :

$$W_{\text{filtre}} = 1/10 W_{\text{carapace}} \quad (13)$$

#### ❖ Le filtre

Les couche filtre ont pour but, à la fois d'empêcher que les matériaux du noyau passent à travers les protections latérales contre l'érosion des courant engendrés essentiellement par les montées et descentes les vagues sur l'ouvrage, et de continuer à dissiper l'énergie de la houle après son passage à travers la carapace.

$$W_{\text{filtre}} = 1/10 W_{\text{carapace}} \quad (14)$$

Dans le cas de ce projet le poids de filtre inclus dans le noyau c'est-à-dire pas de filtre.

#### ❖ Noyau

C'est le cœur de la digue, qui est en général constitué de tout venant de carrière (économiquement intéressant), généralement entre (0,5-1,5t)

$$W_{\text{noyau}} = \frac{1}{200} W_{\text{carapace}} \quad (15)$$

## IV.1.1.1.5. Tableau des résultats de Pré dimensionnement des brise-lames immergés

Tableau V.1 : tableau de résultats de pré dimensionnement des brise-lames en enrochement immergé

Partie de l'ouvrage	La formule	Application numérique	Résultats	
				Catégorie
Carapace	$W_{\text{carapace}} = \frac{\gamma_s \cdot H d^3}{K_d \left( \frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1 \right)^3 \cdot \cot \alpha}$ $Dn_{50} = \sqrt[3]{\frac{W_{\text{carapace}}}{\gamma_s}}$ $E = n \cdot K_t \cdot Dn_{50}$	$W_{\text{carapace}} = \frac{2,65 \cdot 3,5^3}{3,5 \left( \frac{2,65}{1,026} - 1 \right)^3 \cdot 1,5}$ $Dn_{50} = \sqrt[3]{\frac{5,5}{2,65}}$ $E = 2 \cdot 1,15 \cdot 1,27$	W= 5,5t Dn <sub>50</sub> =1,27m E=3 m	[3-6t]
Filtre	—	—	—	—
Le noyau	—	—	—	[0,5-1,5t]
La largeur en crête	15-5 RC < e < 25-5 RC	10 < e < 20	e = 20 m	

## V.1.1.1.6. Avantages et inconvénients des brise-lames

## ❖ Avantages

-On estime généralement qu'un ouvrage arasé à la cote du niveau de l'eau au repos amortit de moitié l'énergie d'une houle.

-Une bonne protection d'un rivage est obtenue avec un arasement correspondant au niveau des pleines mers de vives eaux, augmenté de la hauteur significative des houles de tempête.

-Les brise-lames doivent pouvoir résister à la force des vagues de tempête qui les frappent de plein fouet. (PASKOFF, R, 1992)

### ❖ Inconvénients

-Un déficit en matériaux qui induit ou accentue des phénomènes d'érosion contre lesquels il faudra bientôt lutter si des aménagements sont menacés.

-Ils reviennent plus chers que les autres ouvrages de défense.

-En accroissant la sédimentation dans la zone d'ombre qu'ils créent, ils provoquent dans le secteur immédiatement adjacent à l'aval, dans le sens de la dérive littorale dominante, un déficit en matériaux qui induit ou accentue des phénomènes d'érosion contre lesquels il faudra bientôt lutter si des aménagements sont menacés.

-Les plages alvéolaires qui se forment en arrière des brise-lames ont tendance à constituer des milieux confinés dans lesquels l'eau se renouvelle avec difficulté. Sa qualité pour la baignade en souffre surtout si une source de pollution existe à proximité.

-Au moment de la construction des brise-lames, le déversement de matériaux sur les fonds fait subir des traumatismes au milieu sous-marin, en particulier là où existent des prairies infralittorales de posidonies ou de zostères qui jouent un rôle important non seulement dans les équilibres écologiques mais aussi dans la dynamique sédimentaire de l'avant-côte.

-Lorsqu'ils sont hauts, ils bouchent la vue sur la mer. C'est le cas sur les côtes où l'amplitude de la marée est grande. Des ouvrages trop bas n'auraient qu'une efficacité limitée lors des pleines mers au moment des tempêtes. (PASKOFF, R, 1992)

#### V.1.1.2. Rechargement en sable

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). Ce sont des techniques douces respectueuses de la dynamique sédimentaire et de l'évolution naturelle des zones côtières. 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.

#### V.1.1.2.1. Rechargement artificielles

Le rechargement constitue une solution de protection douce du littoral, son intérêt principal 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 apport 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.

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 les gisements sont présents.
- L'extraction en carrière.

##### ➤ Principe

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 de 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.

#### V.1.2.2.2. Les étapes de rechargement :

« L'alimentation artificielle a pour but de corriger un déséquilibre sédimentaire sans perturber le jeu des processus en actions sur une côte. C'est une méthode souple pour contrecarrer le démaigrissement et le recul des plages. » (PASKOFF, R, 1993)

Dans le cadre de notre étude, l'opération du rechargement artificiel de la plage « les Sablettes » se feront 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 les 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 du sédiment in-situ de la plage naturelle (en évitera 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 des sédiments 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.

**$L_m > 15 \text{ m}$**

- 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 =  **$640.000 \text{ m}^2$**

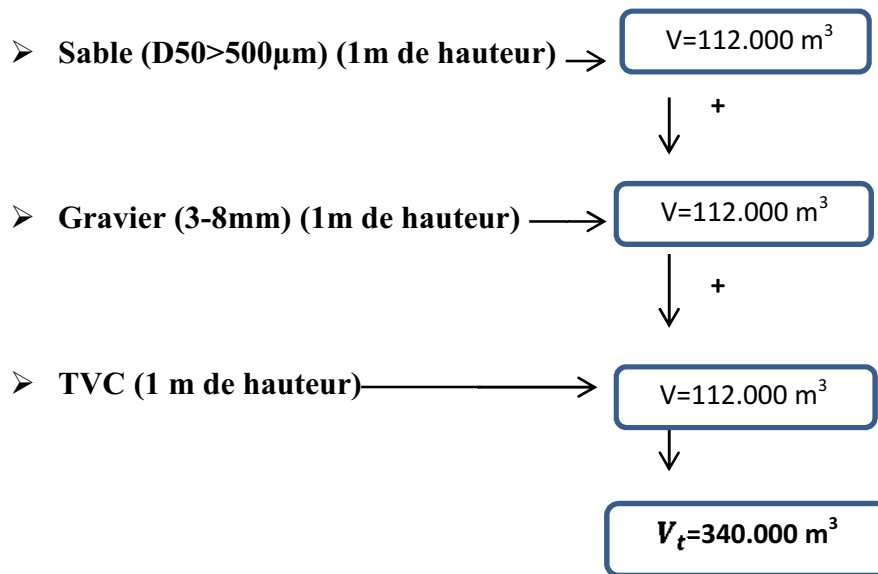
Avec une surface individuelle minimale comprise entre 4 et 6 m<sup>2</sup> par personne en zone urbaine, en Algérie on prend 4 m<sup>2</sup> pour chaque individu. Donc les superficies ainsi aménagées répondraient à l'achalandage de 160.000 baigneurs sur cette nouvelle plage.

- Estimation du volume de matériaux nécessaire. Cette estimation est effectuée à l'aide du logiciel auto Cad.

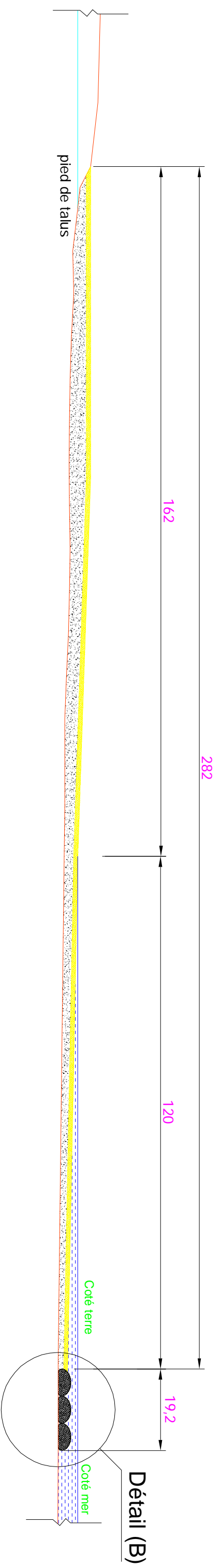
**V.1.2.2.3. Les paramètres de rechargement (Figure.V.3 ,Figure.V.6)**

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

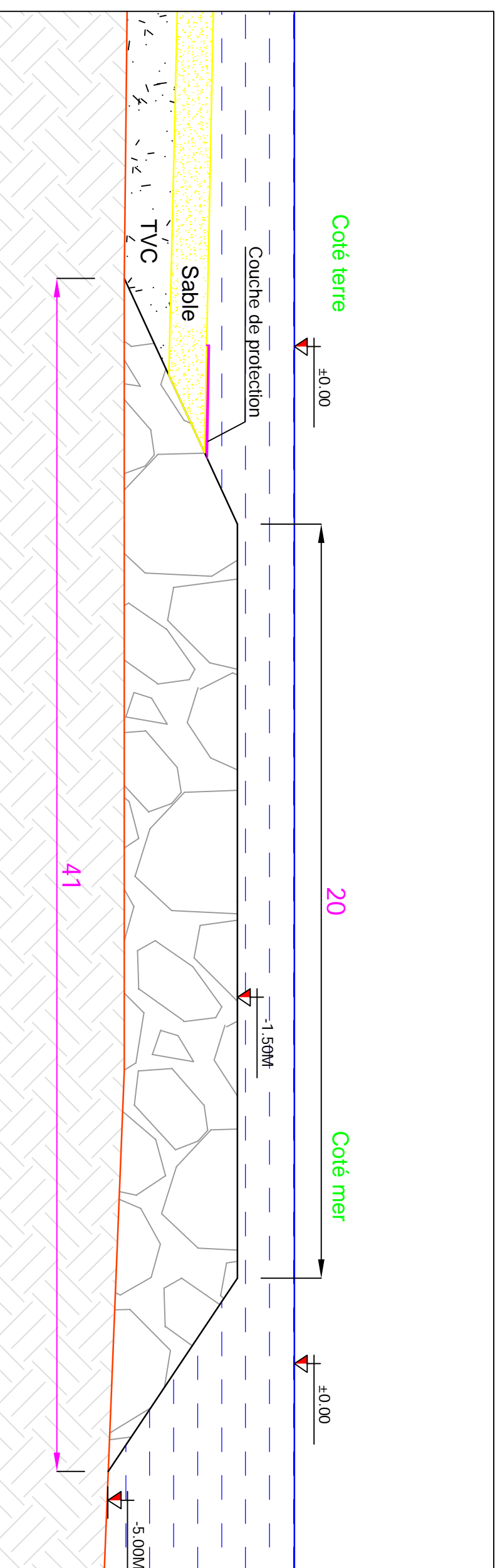
- mise en place d'un rechargement avec un sable de carrière de grain grossier ( $D_{50} > 500\mu\text{m}$ ), gravier (3-8 mm) et TVC en noyau.
- longueur de la plage : 4 Km.
- Hauteur moyenne du rechargement : 3m
- Largeur de la berme : 280m
- Le volume des sédiments de rechargement :







# DETAILLA BRISE LAME



### V.1.2. Variante N°2 : brise-lames immergées en géotubes et rechargement (Figure.V.4)

Dans le contexte d'aménagement et de développement de la zone côtière, Le rechargement de plage est une solution adaptée au site d'étude. Ce rechargement de plage peut être efficace s'il est combiné à un autre aménagement de type ouvrage longitudinal en mer.

Parmi les ouvrages doux de protection des plages pour arrêter la dégradation des côtes, la technique nouvelle des géotextiles peut assurer un résultat souhaitable. Cette technique a été utilisée dans plusieurs projets ces dernières années à travers plusieurs pays dans le monde : pays bas , Amérique ; Gold Coast , en Australie et très récemment en Algérie.

#### V.1.2.1. Définition

Il s'agit de tubes ou boudins géotextiles d'une enveloppe tissée de haute résistance remplie de sable. La structure réalisée in-situ est remplie par pompage hydraulique avec des matériaux locaux, à l'intérieur de l'enveloppe (al 2002). Le géotube est fabriqué sur mesure selon les besoins de l'ouvrage et il est disponible en dimensions et longueur variables pour correspondre aux spécifications de l'ouvrage et de l'étude. Il est idéal pour une installation à sec ou à des profondeurs d'eau n'excédant pas 5 mètres.



**Photo n°8.** Installation d'un géotube, (plage du MORE ROGE, CANNES)

#### V.1.2.2. Prédimensionnement de l'ouvrage

##### V.1.2.2.1. Paramètres d'implantation de l'ouvrage en géotube (Figure.V.5).

La mise en œuvre de brise-lames sous-marins ou atténuateurs de la houle positionnés parallèlement au trait de côte, à une centaine de mètres de cette dernière peut accompagner un

rechargement massif de la plage. L'objectif est ainsi de diminuer l'énergie de la houle, avant son déploiement sur le rivage.

**Tableau V.2:**Caractéristiques géosynthétique en fonction de leurs paramètres.

(LEM, 2013).

	<b>Circonférence</b>	<b>Hauteur</b>	<b>Volume</b>	<b>Largeur max</b>	<b>Largeur base</b>	<b>Géo synthétique recommandé</b>
D	C	H	F	W	W <sub>b</sub>	
M	m	m	m <sup>3</sup> /mL	M	m	
1,60	5,0	1,0	1,7	2,0	1,7	PP 120 S
2,50	7,9	1,1	4,1	3,2	2,7	PP 120 S
3,25	10,2	2,0	6,9	4,2	3,5	PP 200 S
4,00	12,6	2,4	10,4	5,1	4,3	PP 200 S
5,00	15,7	3,0	16,3	6,4	5,4	PP 200 S

H = 3 m, W = 6,4 m, D = 5 m, géosynthétique recommandé = PP 200 S.

Le dimensionnement du géotube à partir des caractéristiques et les données de la houle au pied de l'ouvrage on obtient :

- Une distance à la côte d'environ 280m.
- Une longueur de 4 Km (chaque structure de 100m de longueur) ;
- Une profondeur moyenne d'implantation de -4,5 m de profondeur, qui correspond à une hauteur significative de la houle est 3,5 m ;
- Une côte d'arase de -1,5 m NGA par rapport au niveau de la mer ;
- Une largeur d'environ 20 m (chaque structure de 6,4 m) ;
- Une pente de 3/2 à l'extrémité (extérieur).

**V.1.2.2.2. Vérification de stabilité du géotube :**

Pilarsky (2000), a proposé l'équation suivante de stabilité des géotubes :

$$\frac{Hs}{\Delta \cdot b} < 1 \quad (16)$$

Avec :

- $H_s$  : étant la hauteur significative des vagues incidentes ;
- $b$  : la largeur du géotube ;
- $\Delta$  : la densité relative du matériel ;

$$\Delta = (1 - n) \frac{\gamma_s - \gamma_w}{\gamma_w} \quad (17)$$

$$\Delta = 0,95$$

$n$  : Porosité de sable ( $n=0.4$ ).

$\gamma_s$ : La masse volumique de sable utilisé pour remplir le géotube.

$\gamma_w$  : La masse volumique de l'eau

$$\frac{Hs}{\Delta b} = \frac{3,5}{19,02} = 0,19 < 1$$

**V.1.2.3. Avantages et inconvénient des géotubes :**

➤ **Avantage :**

- L'avantage de cette solution est que la pose peut se faire très rapidement et entièrement par voie maritimes.

-Sans créer de gênes à terre.

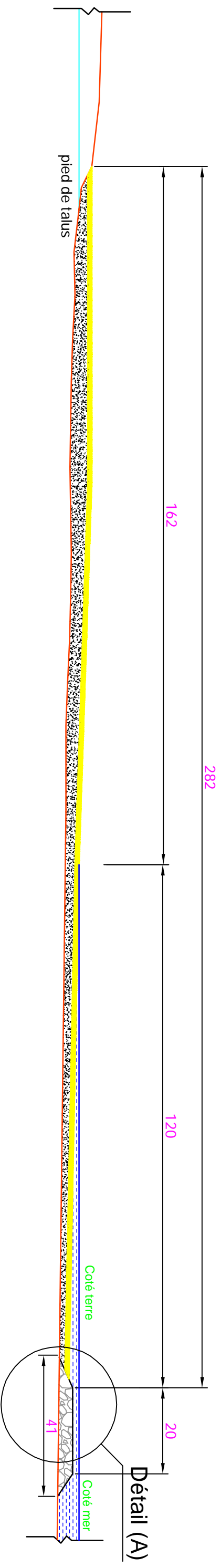
-Sans moyens technique trop lourds comme pourrait le nécessiter la pose d'énrochements.

-le fait d'être immergé permet également d'offrir une solution non agressive visuellement, cette dernière pouvant en outre être facilement réversible.

➤ **Inconvénient :**

- Stabilité faible sur les fonds en pente dans les cas de fortes houles ;
- Risque important de déchirement de l'enveloppe.
- Affouillement possible en pied si des vides existent dans la structure, dus à un remplissage trop lent;
- Il faut assurer une surveillance très régulière impérative pour ajuster éventuellement le fonctionnement et pallier les défauts







## V.2. Estimation du cout des variantes :

Tableau V.3 : Estimation de couts de la variante n°1

Ouvrages	Type	Volume	prix/unité	prix HTTC
brise-lames	enrochement	344.000m <sup>3</sup>	2200DA/t	476.784 DA
rechargement	sable (D50>500 µm)	1.120.000 m <sup>3</sup>	500DA/ m <sup>3</sup>	560.000.000 DA
	gravier (3mm-D50-8mm)	1.120.000 m <sup>3</sup>	1500 DA/ m <sup>3</sup>	1.680.000.000 DA
	TVC	1.120.000 m <sup>3</sup>	1500 DA/ m <sup>3</sup>	1.680.000.000 DA
installation du chantier			10%	392.000.047DA
			<b>PRIX TOTAL</b>	<b>4.321.476.831 DA</b>

Tableau V.4 : Estimation de couts de la variante n°2

Ouvrages	Type	Volume	prix/unité	prix HTTC
géotube	Sable	195.600 m <sup>3</sup>	500 DA/ m <sup>3</sup>	97.800.000 DA
	géotextile PP200 S	188.400 m <sup>3</sup>	1200 DA/ m <sup>3</sup>	226.080.000 DA
rechargement	sable (D50>500 µm)	1.120.000 m <sup>3</sup>	500DA/ m <sup>3</sup>	560.000.000 DA
	gravier (3mm-D50-8mm)	1.120.000 m <sup>3</sup>	1500 DA/ m <sup>3</sup>	1.680.000.000 DA
	TVC	1.120.000 m <sup>3</sup>	1500 DA/ m <sup>3</sup>	1.680.000.000 DA
Installation du chantier			5%	212.194.000DA
			<b>PRIX TOTAL</b>	<b>4.668.268.000DA</b>

### V.3.Comparaison des variantes :

La comparaison multi critères des variantes est basée sur un système de notation A, B et C qui est attribué respectivement au critère favorable, peu favorable et défavorable.

La comparaison se fait selon les critères suivants :

- ✓ l'esthétique ;
- ✓ L'entretien ;
- ✓ Impact ;
- ✓ Réalisation ;

**Tableau V.5:** la comparaison des variantes.

	Variante N°1	Variante N°2
Coût de réalisation	A	B
Esthétique	B	A
Impact	B	B
Réalisation	B	A
Entretien	B	A
Total	A+3B	3A+2B

D'après cette comparaison, la variante N° 2 comptabilisée 4A et 1B est la variante la plus avantageuse.

#### V.4 Aménagement terrestre :

L'aménagement de site des sablettes ne s'agit pas seulement d'une création de plage protectrice, mais il s'agit d'un vaste champ balnéaire et touristique, il sera doté de multiples services de loisirs qui répondent aux besoins des touristes fréquentant le site (espace vert pour la détente, parking, chemins d'accès orientés, piste piétonne, kiosques, piste cyclable, restauration, sanitaires et autres...). **Photo n°9**



**Photo n°9** : Implantation des espaces verts au niveau du site des sablettes

Lors de l'élaboration de notre travail de mémoire, notre humble tentative d'aménager la partie terrestre le long du site a été orienté vers des espace verts ayant des superficies variables selon l'espace disponible et des équipements, entrecoupés par endroits par des kiosques, des sanitaires, des bancs, des jets d'eaux...).

Sur les 4 km, plusieurs chemins d'accès à la plage seront aménagés, ces derniers seront construit en bois et implantés chaque 500m en tant que chemins principales et chaque 200 m pour les chemins secondaires.

-Une végétation en hauteur telles des arbres ou palmiers offrant aux visiteurs des coins d'ombre en périodes de chaleur.

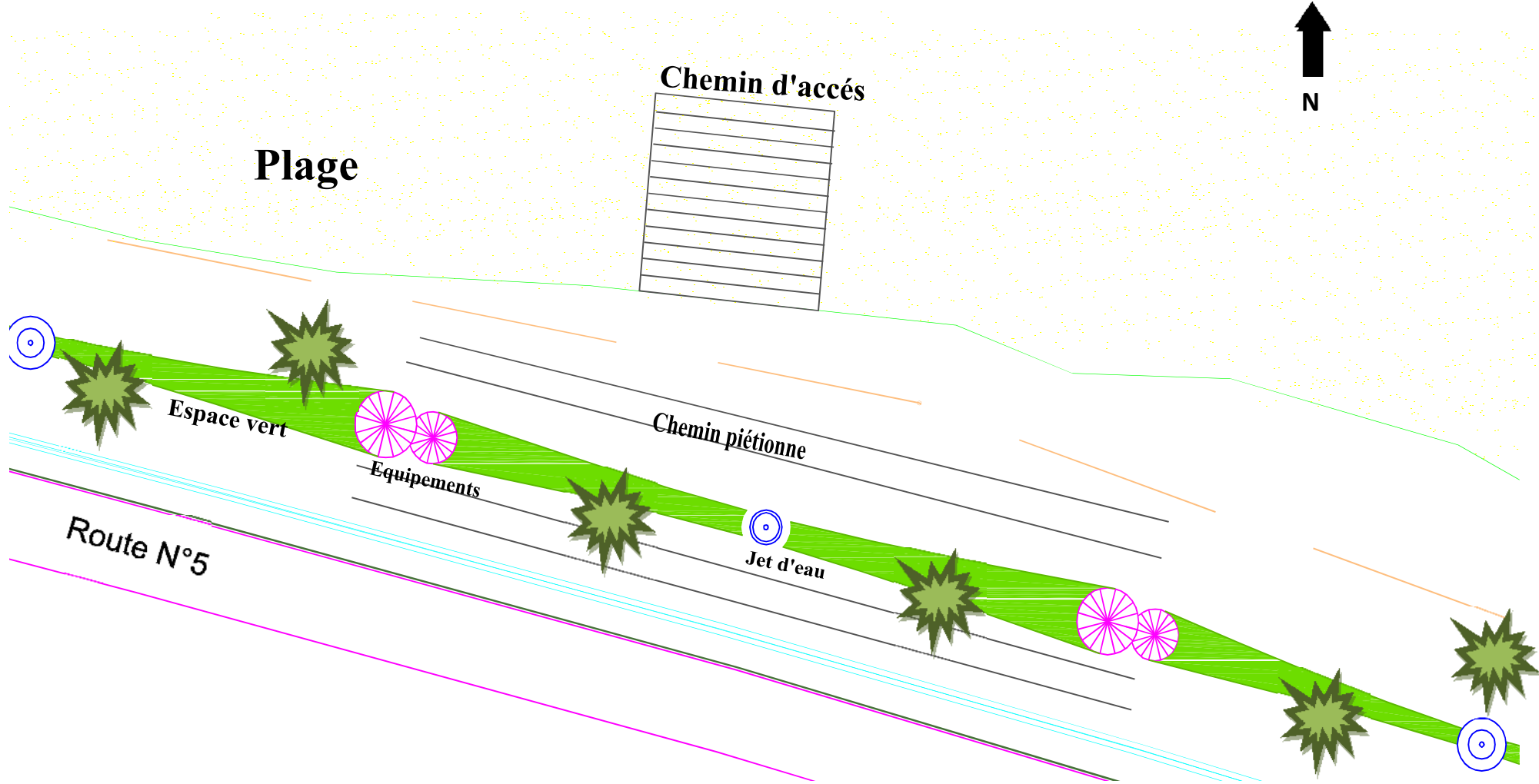
- Une réserve d'eau au niveau de la plage.

- Un réseau d'électricité le long de la route et au niveau des espaces et équipements donnant au site une ambiance agréable et attractif.

Le site sera aussi doté d'équipements pour la sécurité des touristes parmi lesquels on cite :

- Plusieurs points de surveillance : Gendarmerie nationale et protection civile.

**Fig.V.7 : Plan d'aménagement terrestre**



## *Conclusion générale*

## Conclusion général

---

Le site 'des Sablettes' qui a une longueur de 4 Km fait partie de la grande promenade de la baie d'Alger qui a une longueur de 50 Km, donc c'est la tranche la plus importante a aménagée dans le grand projet d'aménagement de la baie d'Alger.

Le site des Sablettes nécessite un rechargement artificiel au vu du déficit des sédiments au niveau de cette plage d'une part, et pour le but de trouver des solutions douces, durables, et intégrées à l'esprit du grand projet de la baie d'Alger d'autre part.

L'aménagement durable et la gestion intégrée d'un site côtier relèvent des choix et des décisions multicritères. Le type et les méthodes de défense, le genre d'intervention, l'implantation et le dimensionnement des ouvrages, le type de dispositif, sont autant de paramètres qui nécessitent l'étude et la réflexion autour de plusieurs facteurs :

- côté touristique.
- intégrations des ouvrages avec le milieu naturel.
- la justification de l'opportunité de la protection envisagée par rapport à la valeur des biens dommageables.
- l'appréciation des contraintes économiques qui pondèrent la mise en place des dispositifs de protection par rapport au fonctionnement du milieu physique, notamment du point de vue environnemental.

Dans le cadre du travail que nous avons réalisé sur le 'site des Sablettes', les ouvrages et les méthodes proposés présentent chacun des avantages et des inconvénients. Toutefois, nous favorisons le choix de la variante 2 (rechargement artificiels + protection avec des géotubes). En effet l'option d'une méthode environnementale et donc légère peut être aussi confortée par la mise en place d'un ouvrage assurant sa stabilité et de ce fait sa pérennité aussi (durabilité).

## Conclusion général

---

L'objectif principal de cette étude est l'implication de l'océanographe ou l'aménagiste au fait que l'aménagement côtier est intimement lié à l'environnement naturel et à la société qui le composent, au territoire auquel il s'intègre, et surtout à la conviction que son métier consiste à être au service de l'homme et à l'environnement où il vit « œuvrer avec la nature ».

# *Bibliographie*

## Bibliographie

---

- Belkessa .R , 2005.** Les ports d'Alger : ensablement,pollution et dragage des sédiments ; these de doctorat .Université de Constantine.
- Berkennou. N et Sallaye. M, (2012).** Etude de protection du rivage du complexe culturel de Chenoua. *Mémoire d'ingéniorat, ENSSMAL, Alger.*
- Boutaflika. M, 2012.**Alger.Une ville portuaire en renouvellemnt.*In « chantiers »,numéro sur l'exposition d'urbanisme et d'architecture moderne d'Alger(1933),p 49-53.*
- CERC;** (Coastal Engineering Research Center). *Shore Protection Manual* (1984).
- Chamley. H, 1987.** Bases de sédimentologie. 2<sup>ème</sup> Ed DUNOD, Paris, p178.
- Gao. S et Collins. M. B.1994.** Analysis of grain-size trends for defining sediment pathways in marine environments. *Journal of coastal Research*, p10, 70-78.
- Hadef. R, 2008.** Quel projet urbain pour un retour de la ville à la mer ?, Cas d'étude : SKIKDA, *Mémoire de magister, université mentouri, Constantine*, p83.
- Khedimi. F et Abderrahmani. K, (2008).** Baie d'Alger : Etude de quelques paramètres de gestion du littoral et apport de la télédétection, *Mémoire d'ingéniorat, ENSSMAL, Alger*, p72-73.
- Koffler, Bendriss, Zengerink, 2002.** Les géosynthétiques en protection contre l'érosion des berges et en construction d'ouvrage hydrauliques et maritimes. *Paris.*
- Laiachi. A et Zouaghi. M, (2012).** Approche intégrée d'un littoral sableux spécifique dans le cadre du 'Plan GIZC de Réghaia', *Mémoire d'ingéniorat, ENSSMAL, Alger*, p17.
- LCHF ;** (Laboratoire Central d'Hydraulique de France). – *Plages et littoraux artificiels* (1972).
- LEM, 1996.** Etude de protection des sablettes et de bordj-El-Kiffan, *Mission 1*, p1-26.
- LEM. Arte Charpentier Architectes, (2013).**
- Matoug , 2009.** Etude de protection de site LIDO, Mission 1, p.
- PASKOFF. R, 1992**(1<sup>ère</sup> édition). Côtes en danger, Edition Masson, Paris, p79.

## Bibliographie

---

**PASKOFF. R, 1993 (2<sup>ème</sup> édition).** Les littoraux, Impact des aménagements sur leur évolution, *Edition Masson*, Paris, p69.

**PDAU (Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme), (2011).** Rapport d'Orientation, p15-17.

**RAMOGE. 2002.** La défense des plages contre l'érosion (dans la zone RAMOGE), Monaco, p12-13.

**Riviere. A, 1977.** Méthodes granulométrique: Techniques et applications. *Ed Masson*, Paris, p170.

**Vatan. A, 1967.** Manuel de sédimentologie. Ed Technip, France, p397.

**Folk. 1966.**

**Passega. R.1967.**

# *Annexes*

## Annexe

**Le tableau suivant donne la répartition spatiale des sédiments du site « Station Dessalement EL Hamma »**

station	X	Y	D50	SK	S0	As	D90	D99	p10	q25	q75
E1	507088,299	4067349,07	1444,41	1,04	1,16	1,35	2285	3015	1059,84	1268,84	1717,77
E2	507088,053	4067825,66	175,91	0,98	1,11	1,23	225,25	377,94	131,61	157,22	192,93
E3	507089,531	4068345,11	171,55	0,96	1,17	1,36	297,84	297,84	124,13	143,6	195,91
E6	507063,669	4068456,93	177,77	0,96	1,15	1,32	239,8	906	126,95	151,58	200,39
E8	507061,945	4067529,12	274,1	1,1	1,45	2,12	582,76	1133,51	164,29	197,91	418,98
E9	507035,098	4067371,24	2659,3	0,99	1,35	1,83	4518,89	7417,68	1328,58	1957,6	3578,81
E11	507035,591	4068263,34	169,31	0,95	1,17	1,38	290,31	3361,11	105,37	140,36	193,41
E15	507008,498	4068032,06	171,44	0,94	1,15	1,33	225,47	3858,46	111,08	144,16	191,11
E16	507007,266	4067554,24	227,99	0,99	1,2	1,45	307,21	568,59	161,08	188,7	273,1
E18	506981,905	4067883,65	189,37	1,1	1,18	1,4	290,91	706,26	140,85	167,7	235,46
E19	506981,415	4068332,78	169,92	0,94	1,16	1,36	302	302	112,12	141,59	191,97
E23	506958,382	4068128,92	198,08	1,13	1,28	1,63	568,71	568,71	130,66	164,66	268,55
E24	506959,117	4067650,39	191,71	1,16	1,24	1,53	494,86	494,86	138,23	167,25	255,24
E34	506873,604	4068078,44	163,67	0,94	1,19	1,43	241,35	3741,66	93,49	132,66	189,54
E40	506847,142	4067900,31	219	0,99	1,21	1,46	300,71	865,6	150,95	180,1	262,51
E41	506823,375	4067747,17	166,75	0,94	1,14	1,31	195,56	2607,69	117,55	141,32	184,75
E42	506825,58	4068192,62	180,04	1	1,13	1,28	290,6	290,6	131,33	158,56	203,68
E46	507443,284	4068401,63	167,64	0,95	1,17	1,36	269,03	269,03	115,7	140,49	190,98
E47	507443,039	4067947,85	185	1,07	1,17	1,36	382,52	382,52	130,38	163,88	223,12
E48	507442,794	4067535,23	230,94	1,03	1,24	1,55	383,31	598,41	163,37	188,27	291,54
E50	507467,541	4067753,79	211,09	1,09	1,28	1,63	348,73	857,31	142,17	172,72	281,73
E52	507469,011	4068691,49	171,75	0,94	1,16	1,35	232,1	2682,62	115,68	143,46	193,77
E53	507114,707	4067618,29	192,71	1,1	1,19	1,41	338,13	785,44	147,14	170,18	240,11
E54	507117,403	4068124,02	171,65	0,95	1,13	1,29	218,01	2664,89	128,07	147,89	190,05
E55	507115,565	4068492,53	156,43	0,99	1,22	1,48	243,17	243,17	89,66	128,09	189,95

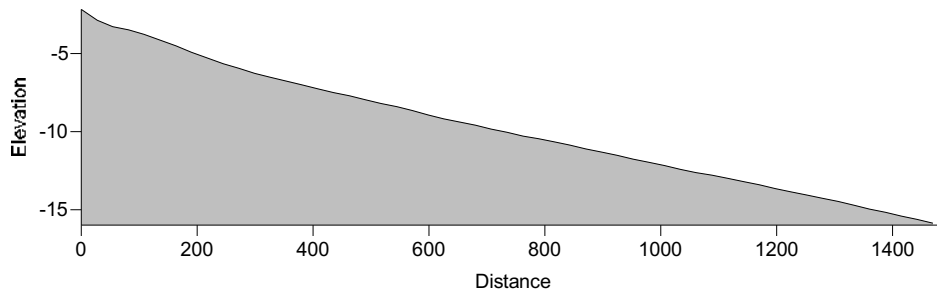
## Annexe

---

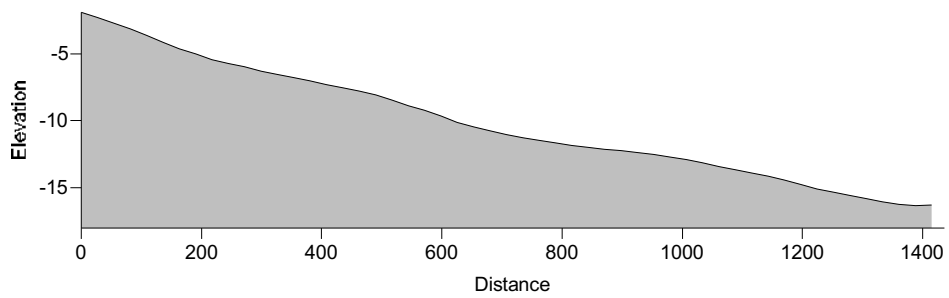
E57	507146,928	4068691,74	159,22	0,93	1,18	1,4	195,11	3787,48	91,85	129,84	181,72
E58	507143,988	4068281,57	169,3	0,94	1,17	1,36	596,45	596,45	108,83	141,1	191,81
E59	507142,517	4067720,71	183,49	1,03	1,14	1,3	260,64	610,12	134,7	163,38	212,32
E60	507142,027	4067334,8	2316,06	0,97	1,33	1,77	3889,31	6194,38	1214,51	1714,38	3033,28
E61	507168,735	4067550,91	201,23	1,24	1,3	1,68	557,75	1585,61	149,65	173,27	290,87
E86	507323,345	4067617,8	289,43	1,13	1,6	2,55	673,84	1360,82	162,59	192,63	491,31
E88	507331,431	4068471,95	160,43	0,96	1,18	1,39	205,14	205,14	100,17	133,47	185,4
E89	507363,284	4068798,08	165,2	0,94	1,16	1,34	197,56	197,56	105,53	138,59	185,42
E90	507358,628	4068320,53	172,05	0,93	1,17	1,38	591,42	591,42	100,61	141,31	194,87
E93	507389,011	4067638,87	184,78	1,05	1,15	1,32	290,39	79039	137,71	164,64	217,93
E95	507389,991	4068488,61	202,22	1,06	1,23	1,52	308,82	308,8	134,28	168,28	256,62
E97	507415,964	4068725,06	172,41	0,95	1,17	1,36	241,13	241,13	114,12	143,58	195,65
E98	507415,964	4068267,6	173,42	0,95	1,15	1,32	235,1	235,1	124,93	147,07	194,11
E99	507413,023	4067819,7	196,34	1,04	1,19	1,43	299,79	299,79	135,67	167,91	239,49

# Annexe

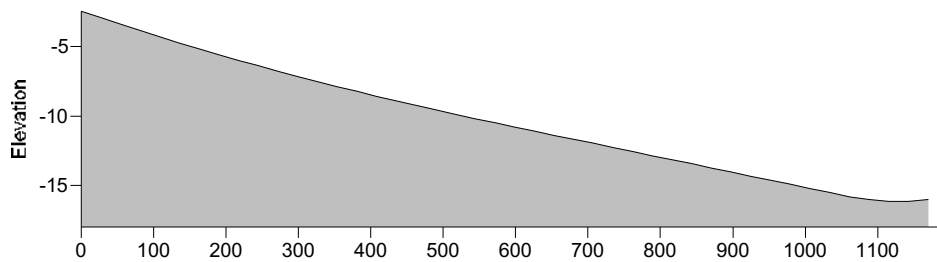
## les profils bathymétriques



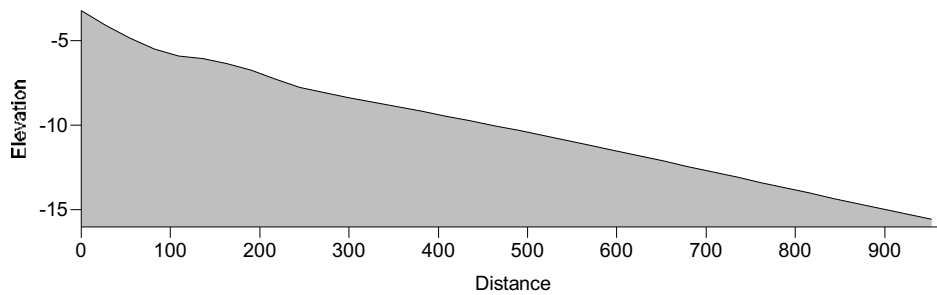
Profil sous-marin 2



Profil sous-marin 3



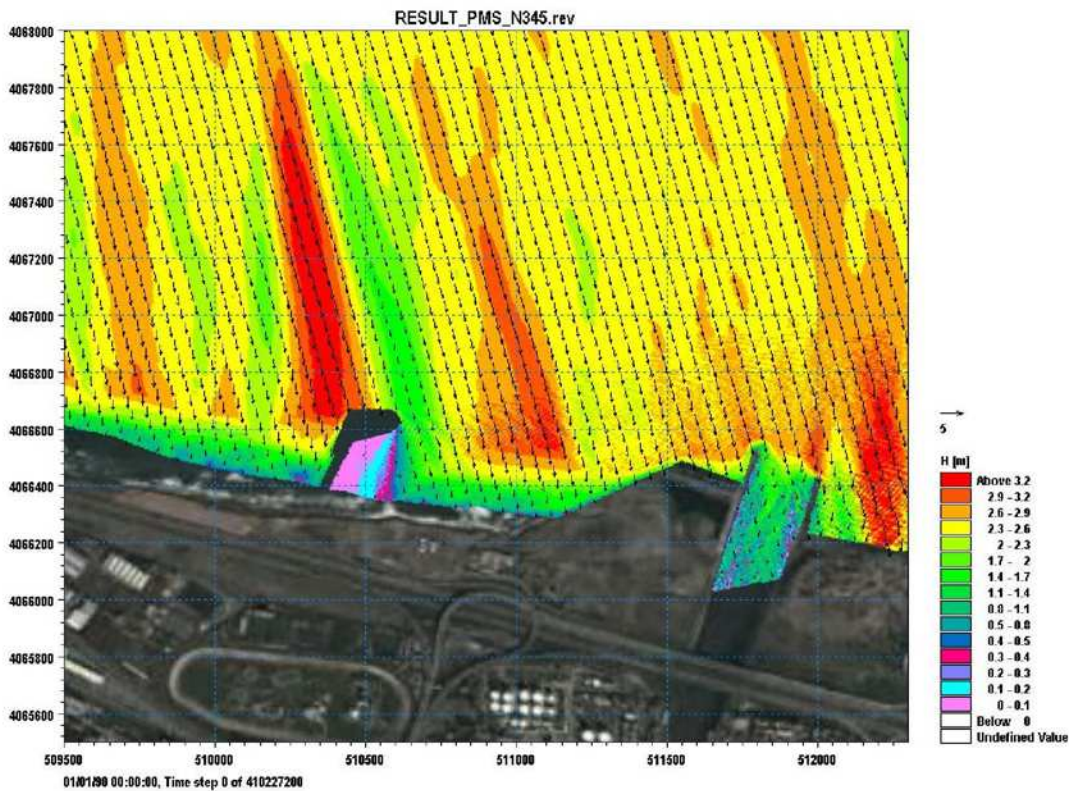
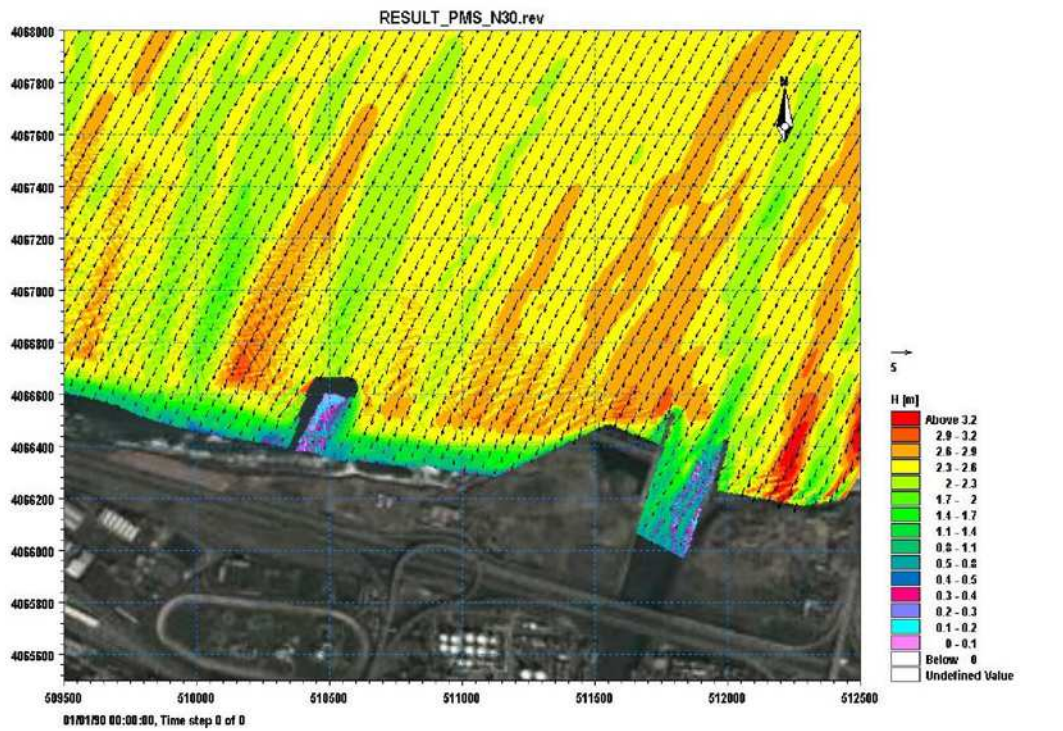
Profil sous-marin 5



Profile sous-marin 6

# Annexe

## Les cartes de la réfraction de la houle



# Annexe

