

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en sciences de la mer
et de l'aménagement du littoral

OPTION : GESTION ET PROTECTION DU LITTORAL

**Influence de promontoire rocheux (cap Matifou) sur les processus
hydrosédimentaire de la plage Tamenfoust-Est**

Présenté par:

- **DERAFA Yaakoub**
- **LAIDANI Ahmed**

Soutenu le 10 /12/ 2020 devant le jury suivant :

Mr MEZOUAR K.	Maître conférence A (ENSSMAL)	Président
Mr DAHMANI A.	Maître assistant A (ENSSMAL)	Promoteur
Mr OTMANI H.	Maître conférence B (ENSSMAL)	Examineur
Mme ABDELDAIM H.	Maître conférence B (ENSSMAL)	Examinatrice

Promotion : 2019-2020

Remerciements

- ❖ Au terme de ce travail, Nous tenons à adresser nos sincères remerciements au Dieu Tout Puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a données afin de réaliser ce mémoire de fin d'études.
- ❖ Nous nous adressons notre profond remerciement à notre promoteur Monsieur Dahmani, A d'avoir accepté et encadré et de nous aider et diriger pour faire ce mémoire et par ses conseils et sa disponibilité, nous avons bénéficié de son expérience et de ses connaissances et cela en suivant constamment la progression de ce travail.
- ❖ Nos vifs remerciements s'adressent aux membres du jury :
- ✚ Nous tenons à remercier monsieur Mazouar, K. qui nous fait l'honneur de présider le jury de cette soutenance.
- ✚ Nous tenons à remercier monsieur Otmani, H. d'avoir pris le temps d'examiner ce travail.
- ✚ Nous remercions également madame Abdeldaim, H. d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.
- ❖ Nous tenons aussi à remercier toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à enrichir nos modestes connaissances.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

✚ *A mes Chers parents*

Qui m'ont toujours poussé vers le chemin du savoir, pour leurs sacrifices, leur soutien inconditionnel moral et matériel et pour faire de moi l'homme que je suis que Dieu le Tout Puissant garde ma mère en bonne santé et fasse mon père un part de sa miséricorde

✚ *A mes chers frères et sœurs*

Qui m'ont soutenu et aidé moralement et matériellement au long de mes études,

✚ *A tous mes amis*

Tous qu'ils ont contribués à ce travail de loin et de près. Surtout mon binôme LAIDANI Ahmed

🌍 *DERAFA Yaakoub*

Je dédie ce modeste travail :

✚ *À mon père*

À celui qui m'a tout inculqué et indiqué la bonne voie en me rappelant sans cesse que la patience, la volonté et le travail ont toujours fait les grands hommes.

✚ *À ma mère*

À celle qui m'a donné le goût du travail qui ne ménage aucun effort pour ma réussite et a su attendre avec patience les fruits de sa bonne éducation.

✚ *À mes frères et sœurs*

À ceux et celles qui, de leur amour, leur respect et leur dévouement me bercent le cœur.

✚ *À tous mes amis*

Ouail, Badreddine Surtout mon binôme DERAFA Yaakoub

🌍 *LAIDANI Ahmed*

Sommaire

Remerciement	
Dédicaces	
Sommaire	
Liste des Figures	
Liste des Tableaux	
Liste des Acronymes	
Introduction Générale.....	01

CHAPITRE (I): Généralité

1. La complexité du domaine littoral.....	05
2. Processus hydrodynamiques.....	05
2.1. La houle	05
2.2. Processus en eau peu profond.....	07
2.3. Les courants	08
2.3.1. Le courant de retour.....	08
2.3.2. Le courant de dérive ou "long shore current".....	09
2.3.3. Le courant sagittal ou "rip current".....	09
2.3.4. Le courants de marée.....	10
2.4. Le vent.....	11
3. Morpho-dynamique côtière : principe et concepts	11
4. Transport sédimentaire	12
4.1. Les Différents modes de transport	13
4.2. Transport sédimentaire lie au courant de la houle	14
4.2.1. Contribution des courants au transport longitudinal des sédiments.....	14
4.2.2. Contribution des courants au transport transversal des sédiments	14
5. Erosion.....	15

CHAPITRE (II): Présentation de la zone d'étude

1. Introduction	17
2. Cadre géographique	17
3. Cadre géologique	18
4. Cadre morphologique	20
4.1. Les plages.....	20
4.2. Les falaises.....	20
4.3. La bathymétrie.....	20
5. Cadre météorologiques et hydrographiques	21
5.1. Aspect climatologique	21
5.1.1. Précipitations	21
5.1.2. Température	23
5.1.3. Les vents.....	24
5.2. Aspect hydrographiques.....	26
5.2.1. Oued EL Hamiz	26
5.2.2. Facteurs hydrodynamiques	26

CHAPITRE (III) : L'étude de l'évolution du trait de côte

1. Introduction	31
2. Les logiciels utilisés pour étudier l'évolution du littoral.....	31
2.1. Google Earth Pro	31
2.2. ArcGis10. 2	31
2.3. L'extension DSAS	32
3. Les méthodes de détection des variations de la position du trait de côte	32
4. Les méthodes statistiques de calcul de la mobilité du trait de côte sous l'extension DSAS.....	33
4.1. La méthode des points extrêmes (End Point Rate - EPR)	33
4.2. La méthode de la régression linéaire (Linear Regression - LRR)	33

4.3. La méthode de la Mouvement de rivage net (Net Shoreline Movement NSM).....	33
4.4. La méthode de Shoreline Change Envelope (SCE).....	33
5. La méthodologie suivie.....	34
5.1. Les données disponibles.....	34
5.2. Préparation et lancement au calcul.....	34
5.2.1. Géo-référencement.....	34
5.2.2. Digitalisation des traits de côte.....	35
5.2.3. Création de la géo-data-base.....	36
5.2.4. Lancement de calcul.....	39
5.2.5. Bilan surfacique de la zone d'étude.....	44
6. Conclusion.....	45

CHAPITRE (IV) : Etude bathymétrique et hydrosédimentaire

1. Introduction	47
2. Profondeur de fermeture	47
3. Source des données bathymétriques.....	47
4. Génération de la grille de points à partir des données brutes sous surfer	47
5. Génération de la carte du modèle d'élévation du terrain sous surfer	48
6. Génération des profils bathymétriques avec le logiciel Global Mapper.....	49
7. Aperçu du progiciel MIKE21.....	51
7.1. Description du modèle de simulation MIKE 21.....	51
7.2. Modèle FM MIKE21/3 Couplé.....	52
7.3. Modèle de vague de MIKE (MIKE 21-SW).....	52
7.4. Modèle hydrodynamique de MIKE (MIKE21- HD).....	53
7.5. Modèle de transport de sable (MIKE21- ST).....	53
8. Matériel et méthode.....	53
8.1. Base des données.....	53
8.2. Génération de la carte bathymétrique.....	54

8.2. Création de la mesh.....	55
8.3. Configuration du fichier de simulation « coupled model (FM) ».....	56
8.4. Paramètre du modèle « MIKE 21/3 Coupled Model FM ».....	56
9. Résultats et discussions.....	57
9. 1.Résultats de calcul pour le SW (réfraction de la houle).....	57
9. 2.Résultats de calcul pour le HD (courantologie).....	61
9.3. Résultats de calcul pour le ST (transport sédimentaire).....	63
10. Conclusion.....	65

CHAPITRE(V) : Etude Granulo-Sédimentaire

1. Introduction.....	67
2. Echantillonnage.....	67
2.1. Site d'étude.....	67
2.2. Le prélèvement dans la partie terrestre et marine.....	68
3. Etude au laboratoire.....	69
4. Protocole d'analyse.....	70
4.1. Méthode d'analyse.....	70
4.2. Calcul des paramètres granulométriques.....	71
4.2.1. Les fractions grossières.....	71
4.2.2. Les fractions fines.....	73
5. Résultats et Discussion.....	73
5.1. Partie terrestre.....	73
5.1.1. Analyse de la fraction fine.....	73
5.1.2. Analyse des grains moyens.....	75
5.1.3. Analyse des courbes cumulatives.....	76
5.1.4. Interprétation des valeurs des indices granulométriques.....	77
5.2. Partie marine.....	77
5.2.1. Analyse de la fraction fine.....	77

5.2.2. Analyse des grains moyens.....	79
5.2.3. Analyse des courbes cumulatives.....	80
5.2.4. Interprétation des valeurs des indices granulométriques.....	81
6. Conclusion.....	82

CHAPITRE (VI) : gestion intégrée des zones côtières

1. Introduction.....	84
2. Risques côtiers au niveau de la baie d'Alger.....	84
3. La loi « littoral », un cadre juridique approprié pour la GIZC.....	84
4. L'indicateurs clés.....	85
5. Les acteurs.....	86
6. Solutions proposées.....	86
7. Conclusion.....	88
Conclusion Générale.....	90
Références bibliographiques.....	93
Annexes.....	98

Listes des figures :

Figure (I)- 1 : les grandeurs caractéristiques des vagues.....	6
Figure(I)- 2: Principes de formation, de propagation et de transformation de la houle (Source: www.shom.fr)	7
Figure (I)- 3: Les 4 phénomènes physiques en eau peu profond : (Diffraction, Shoaling, Réflexion, Réfraction) (L'EID Méditerranée., SMNLR, 2005).....	8
Figure (I)- 4: Courant de retour (Castelle, 2004).....	9
Figure (I)- 5: Le courant de dérive ou "long shore current" (LEYVA, 2005).....	9
Figure(I)- 6: Le courant sagittal et le transport sédimentaire (MEZOUAR, 2009).....	10
Figure(I)- 7: Courant de marée (http://voilejmh.free.fr).....	11
Figure(I)- 8: Relation spatio-temporelle des systèmes morphodynamique côtiers. D'après la synthèse de (LEVOY 2000).....	12
Figure (I)- 9 : Les courants responsables du transport des sédiments, les courants côtiers, les courants de déchirure et les courants de dérive. (Bernatchez et Fraser. 2008).....	13
Figure (I)- 10: Représentation schématique des modes de transport. (Degoutte. R, 2004)....	14
Figure (II)- 1 : Situation géographique de la baie d'Alger.....	18
Figure (II)- 2 : Carte géologique de la baie d'Alger (Aymé, A. 1962).....	19
Figure (II)- 3 : Carte bathymétrique de la baie d'Alger exploitée par le logiciel mike zéro.....	21
Figure (II)- 4: Diagramme de précipitations en mm de Dar El Beida durant l'année 2019...22	
Figure (II)- 5: Diagramme de précipitation en mm par saison de Dar El Beida durant l'année 2019.....	23
Figure (II)- 6: Diagramme de température de Dar El Beida durant l'année 2019.....	24
Figure (II)- 7: Diagramme des vitesses moyennes du vent de Dar El Beida durant l'année 2019.....	25
Figure (II)- 8: La rose du vent dans la zone d'étude en 2019.....	25
Figure (II)- 9: La rose des houles au large de la zone d'étude.....	29
Figure (III)- 1 : Image satellitaire de la zone d'étude de l'année 2007 (Google Earth pro) ...	34
Figure (III)- 2 : Image satellitaire de la zone d'étude de l'année 2012 (Google Earth pro) ...	34
Figure (III)- 3 : Image satellitaire de la zone d'étude de l'année 2016 (Google Earth pro) ...	34
Figure (III)- 4 : Image satellitaire de la zone d'étude de l'année 2019 (Google Earth pro) ...	34

Figure (III)- 5 : Le géo référencement de la zone d'étude sous Arc Gis 10.2.....	35
Figure (III)- 6 : La digitalisation du trait de côte de la zone d'étude.....	36
Figure (III)- 7 : La création des traits de cote de la zone d'étude.....	37
Figure (III)- 8 : L'ajout de la ligne de base dans la zone d'étude.....	37
Figure (III)- 9 : Fenêtre de dialogue de la création des transects sur logiciel Arc GIS/extension Dsas.....	38
Figure (III)- 10 : Création des transects sur logiciel Arc GIS/extension Dsas.....	39
Figure (III)- 11 : Résultat cartographique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode NSM en (m) entre 2007 et 2019.....	39
Figure (III)- 12 : Résultat graphique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode NSM en (m) entre 2007 et 2019.....	40
Figure (III)- 13 : Résultat cartographique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode EPR en (m/an) entre 2007 et 2019.....	41
Figure (III)- 14 : Résultat graphique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode EPR en (m/an) entre 2007 et 2019.	41
Figure (III)- 15 : Résultat cartographique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode LLR en (m/an) entre 2007 et 2019.....	42
Figure (III)- 16 : Résultat graphique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode LRR en (m/an) entre 2007 et 2019.	43
Figure(III)-17 : Bilan surfacique sédimentaire de la zone d'étude durant la période 2007-2019.	44
Figure (IV)-1 : Partie du tableau de données (X, Y, Z).....	48
Figure (IV)-2 : Modèle numérique de terrain en 3D sur Surfeur 11.	48
Figure (IV)-3 : Carte des profils bathymétriques réalisés par global mapper 17.....	49
Figure (IV)-4 : Premier profil de la zone d'étude.	50
Figure (IV)-5 : Deuxième profil de la zone d'étude.....	50

Figure (IV)-6 : Troisièmes profils de la zone d'étude.	50
Figure (IV)-7 : Quatrième profil de la zone d'étude.	51
Figure (IV)-8 : Carte bathymétrique sur mike zéro.....	54
Figure (IV)-9 : Maillage du domaine de travail de la zone d'étude.....	55
Figure (IV)-10 : Interface du Coupled Model (FM).	56
Figure (IV)-11 : Carte des points d'extraction des résultats pour -1 de profondeur.....	57
Figure (IV)-12 : Carte des points d'extraction des résultats pour -3 de profondeur.....	57
Figure (IV)-13 : Carte de la réfraction de la houle Nord est 45°, T=12.64s.....	58
Figure (IV)-14 : Carte de la réfraction de la houle Ouest 270°, T=9.52s.....	60
Figure (IV)-15 : Carte de la direction et la vitesse des courants Nord-est 45°, T=12.64s.....	61
Figure (IV)-16 : Carte de la direction et la vitesse des courants Ouest 270°, T=9.52s.....	62
Figure (IV)-17 : Carte de transport sédimentaire Nord-est 45°, T=12.64s.....	63
Figure (IV)-18 : Carte de transport sédimentaire Ouest 270°, T=9.52s.....	64
Figure (V)- 1 : Localisation de la plage d'étude. (Google Earth Pro. 2019).....	68
Figure (V)- 2 : Les Positionnement des points de prélèvement dans la partie terrestre et marine de la plage « Tamenfoust-est ».	69
Figure (V)- 3 : Méthodologie suivie pour l'analyse granulométrique.....	71
Figure (V)- 4 : Carte de la répartition des pélites (%) dans la partie terrestre au niveau de la plage « Tamenfoust-est ».	74
Figure (V)- 5 : Carte de la répartition des grains moyens dans la partie terrestre au niveau de la plage «Tamenfoust-est ».	75
Figure (V)- 6 : Courbes cumulatives des 13 échantillons de sédiments terrestres de la zone d'étude.	76
Figure (V)- 7 : Carte de la répartition des pélites (%) dans la partie marine au niveau de la plage «Tamenfoust-est ».	78

Figure (V)- 8 : Carte de la répartition des grains moyens dans la partie marine au niveau de la plage «Tamenfoust-est ».....	79
Figure (V)- 9 : Courbes cumulatives des 14 échantillons de sédiments marins de la zone d'étude.	80
Figure(VI)- 1 : Aléas côtiers, activités humaines et risques.	84
Photo (V)-1 : plage de Tamenfoust-est.....	67

Liste des tableaux

Tableau (II)- 1 : les précipitations mensuelles en mm de Dar El Beida durant l'année 2019. (www.RP5.ru.com)	22
Tableau (II)- 2 : les températures en °C (moy, max, min) de Dar El Beida durant l'année 2019. (www.RP5.ru.com).....	23
Tableau (II)- 3 : les vitesses moyennes du vent par mois en (m /s) de Dar El Beida durant l'année 2019. (www.RP5.ru.com).....	24
Tableau (II)- 4 : Descriptif de l'affluent Oued El Hamiz (ANRH, 2014).....	26
Tableau (II)- 5 : fréquences mensuelles par direction des houles au large d'Alger (SSMO 1963-1970).....	27
Tableau(II)- 6 : Répartition des houles au large par période, hauteur significatif et direction (LEM.1975-2010).....	28
Tableau (II)- 7 : répartition de l'hauteur équivalente des houles par période et direction (LEM.1975-2010).....	28
Tableau (II)- 8 : répartition de la fréquence des houles par période et direction (LEM.1975-2010).	28
Tableau (IV)- 1 : Répartition de vitesse du vent et de l'hauteur équivalente des houles au large par période et direction.	54
Tableau (IV)- 2 : Points d'extraction des résultats de réfraction de la houle du secteur Nord-est 45°	58
Tableau (IV)- 3 : Points d'extraction des résultats de réfraction de la houle du secteur Ouest 270°.....	59
Tableau(V)- 1 : Les limites de l'indice de classement de Si. (Folk et Ward).....	72
Tableau(V)- 2 : Les valeurs adoptées de Mz. (Folk et Ward).....	72
Tableau(V)- 3 : Les limites de l'indice d'asymétrie « SKi ». (Folk et Ward).....	73
Tableau(V)- 5 : Calcule des indices granulométriques et interprétation des résultats de la partie terrestre.....	77
Tableau(V)- 4 : Calcule des indices granulométriques et interprétation des résultats de la partie marine.	81
Tableau (VI) - 1 : Indicateurs clés au niveau de la baie d'Alger.....	85
Tableau(VI)- 2 : Solutions alternatives des menaces et impacts sur l'écosystème.....	86

Liste des acronymes :

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques.

A.P.C : Assemblée Populaire Communale.

A.P.W : Assemblée Populaire de Wilaya.

C.N.L : Commissariat National du Littoral.

DHI : Danish Hydraulic Institut.

D.S.A.S : Digital Shoreline Analysis System.

E.P.R: End Point Rate.

E.S.R.I : Environmental Systems Research Institute.

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

FM : Flow Model.

G.E.B.C.O : General Bathymetric Chart of the Oceans.

H.s : Hauteur significative.

I.N.C.T : Institut Nationale de Cartographie et Télédétection.

L.E.M : Laboratoire d'Études Maritimes.

L.R.R : Linear Regression.

m : Mètre.

m/an : Mètre par an.

m/s : Mètre par seconde.

m² : Mètre carré.

M.N.T : Modèle Numérique du Terrain.

N.S.M : Net Shoreline Movement.

P.A.C : Plans d'aménagement côtier.

RP5 : Réelles Prévisions.

S.C.E : Shoreline Change Envelope.

S.I.G : Système d'Information Géographique.

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

SW: spectral wave.

T: Période.

U.T.M : Universal Transverse Mercator.

W.G.S : World Geoïde System.



Introduction générale

Introduction générale :

Le littoral est un lieu de convergence et de compétition entre des nombreuses activités humaines, quelquefois concurrentes (industrie, agriculture, transport, tourisme), constitue aussi un patrimoine biologique et paysager de première importance où les équilibres écologiques sont sans cesse fragilisés par les aléas naturels mais également par l'Homme. **(MEZOUAR, 2009).**

La pression démographique sur les régions Nord du pays a provoqué des situations non compatibles avec la vocation naturelle de certains espaces et généré des dégradations pouvant hypothéquer, à terme, la durabilité de ces zones. **(CAR/ASP, 2015).**

Un cap ou une pointe est une avancée des terres dans une étendue d'eau et constituant une proéminence du littoral. Le relief inverse au cap est la baie ou le golfe. Les caps maritimes actuels se sont formés au cours de la stabilisation du niveau de la mer à la fin de la dernière glaciation. En effet, les vagues et les courants marins ont érodé les zones tendres des côtes et dégagé les zones plus résistantes qui ont alors formé des caps. D'autres caps sont composés de sédiments meubles, le plus souvent du sable ou des alluvions, qui sont déposés par les courants marins selon le même processus que pour les tombolos. **(www.wikipedia.org)**

Un sédiment est un ensemble de particules en suspension dans l'eau, l'atmosphère ou la glace et qui a fini par se déposer sous l'effet de la pesanteur, souvent en couches ou strates successives. Un sédiment est caractérisé par sa nature (composition physicochimique), son origine, sa granulométrie, les espèces qu'il contient et son éventuelle toxicité... La consolidation des sédiments est à l'origine de la formation des couches sédimentaires rocheuses. **(www.wikipedia.org)**

Les interactions possibles entre les fluides en mouvements et les sols sur lesquelles ils coulent, sont extrêmement complexes en nature et les mouvements sédimentaires que l'on peut constater dépendent de multiples paramètres tels que : les gradients de vitesse dans le fluide, géométrie des fonds, tracés des rives, nature des matériaux, porosité et cohésion des dépôts, caractéristiques du fluide...etc. Vont intervenir dans les conditions d'érosion et de transport sédimentaires. **(ZEROUALI, K. 2013)**

L'objectif de cette étude consiste à faire une approche globale sur l'évolution côtière morphologique de la zone d'étude Tamenfoust et sur la modélisation bathymétrique et la dynamique sédimentaire dans le but de connaître l'influence du cap Matifou sur les processus hydro sédimentaire de la plage « Tamenfoust-est ».

Introduction générale

Notre mémoire s'articule en six chapitres :

Le premier chapitre est consacré à une généralité sur processus hydro-sédimentaires. Nous avons présenté des connaissances nécessaires qui permettent de comprendre et d'expliquer le système côtier, en résumant tout ça sous 5 notions : la complexité du domaine littoral, les processus hydrodynamiques, morphodynamique côtière, le transport sédimentaire, l'érosion.

Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté notre site d'étude, plus précisément la situation géographique de ce site, puis nous avons entamé les différents aspects de la zone : géographique, géologique, morphologique, météorologiques, hydrographiques.

Le troisième chapitre porte sur l'évolution du trait de côte en utilisant l'extension DSAS 3.4 de logiciels Arc GIS 10.2 dans le but de voir et identifier le phénomène de l'érosion et de l'accumulation, leur influence sur la frange littorale de notre zone d'étude (Tamenfoust) dans la période 12 ans (de 2007 jusqu'à 2019).

Le quatrième chapitre fait l'objet de l'étude de la modélisation bathymétrique et hydrodynamique des processus hydro sédimentaire à l'aide du logiciel MIKE 21 avec une interprétation des résultats pour les 3 modèles (HD, ST, SW).

Le cinquième chapitre est consacré pour l'analyse granulométrique, donc la connaissance de la nature des sédiments superficiels qui constituent la zone d'étude. Il décrit des diverses techniques de traitement et d'analyse des données à travers des logiciels (MATLAB, Excel et ArcGIS 10.2), la représentation et interprétation des résultats font le but de décrire la situation de la zone d'étude.

Le dernier chapitre vise à la Mise en place d'un dispositif de monitoring pour la gestion des risques côtiers au niveau de la baie d'Alger.



Chapitre (I) : Généralités

I.1. La complexité du domaine littoral :

Le littoral se situant à l'interface de la lithosphère, de l'atmosphère et de l'hydrosphère, influence continentale au travers des caractéristiques de la structure géologique (disposition et résistance des roches, topographie de l'arrière-pays), l'influence marine par l'action des facteurs hydrodynamiques (niveau moyen de la mer, houle, marée et courants associés) et l'influence atmosphérique, à savoir l'action des agents et des processus d'érosion subaériennes qui participent à la météorisation du littoral et de l'intérieur des terres. **(France. Ministère de l'écologie, 2010)**

L'évolution des littoraux est donc fonction de toutes ces interactions, variables à diverses échelles de temps et d'espace. La compréhension de ce milieu dynamique nécessite donc une approche systémique (et pluridisciplinaire) au travers d'une analyse par emboîtement d'échelles spatiales et temporelles. Dans l'étude des milieux littoraux, cette approche systémique incontournable fait appel à trois idées clés que sont la complexité, le rôle essentiel des interactions et l'organisation de l'espace (homo- ou hétérogénéité spatiale). **(France. Ministère de l'écologie, 2010)**

I.2. Processus hydrodynamiques

La zone littorale est une zone complexe où se produisent de nombreuses interactions entre les agents dynamiques responsables des circulations hydrodynamiques. **(STÉPANIAN, A. 2002)**

I.2.1. La houle

Une houle est une onde mécanique progressive, créée par un vent fort en haute mer qui perturbe la surface de l'eau, qui se transforme en mouvement oscillant une fois que le vent ne souffle plus. (<http://hmf.enseeiht.fr>)

Les houles sont caractérisées par :

- ✓ **La période (T)** : le temps qui s'écoule entre le passage entre deux crêtes successives. Elle est généralement inférieure à 30 secondes pour les grands océans. En Méditerranée, cette valeur est souvent inférieure à 10 secondes.
- ✓ **La hauteur (H)** : qui désigne la distance verticale entre un creux et une crête.
- ✓ **L'amplitude (A)** : qui désigne la demi-distance verticale entre un creux et une crête.
- ✓ **La longueur d'onde (L)** : qui correspond à la distance entre deux crêtes successives.

Chapitre (I) : Généralités

- ✓ **La célérité (c)** : c'est la vitesse de propagation de la houle.
- ✓ **Nombre d'onde(k)** : $k = 2\pi / L$.
- ✓ **Cambrure** : H/L .
- ✓ **Fréquence (f)** : $f = 1 / T$.
- ✓ **Pulsation (w)** : $w = 2\pi / T$.

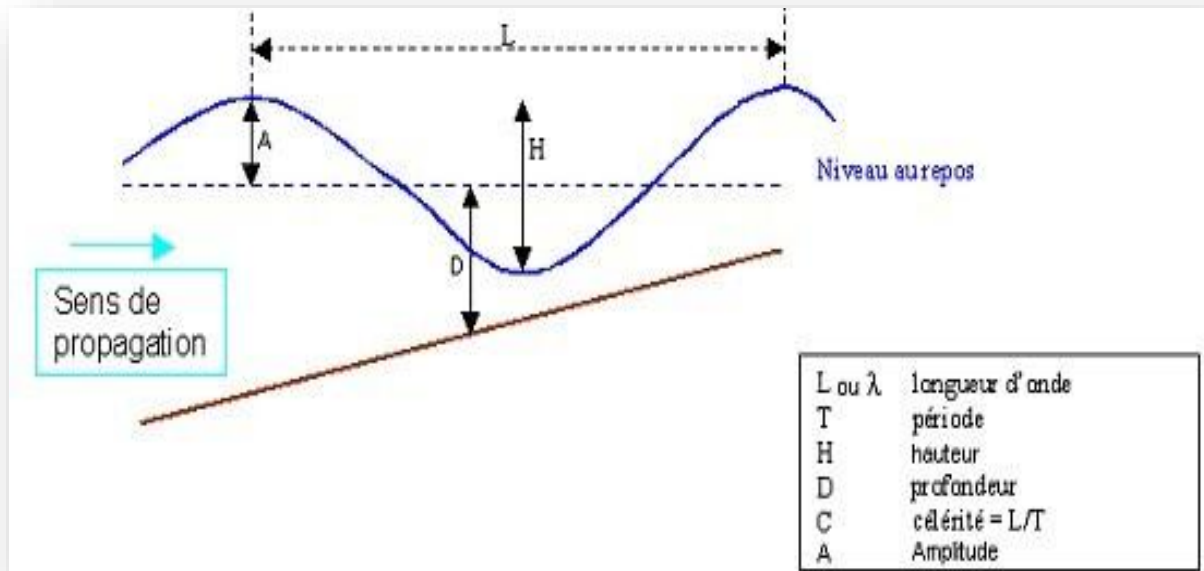
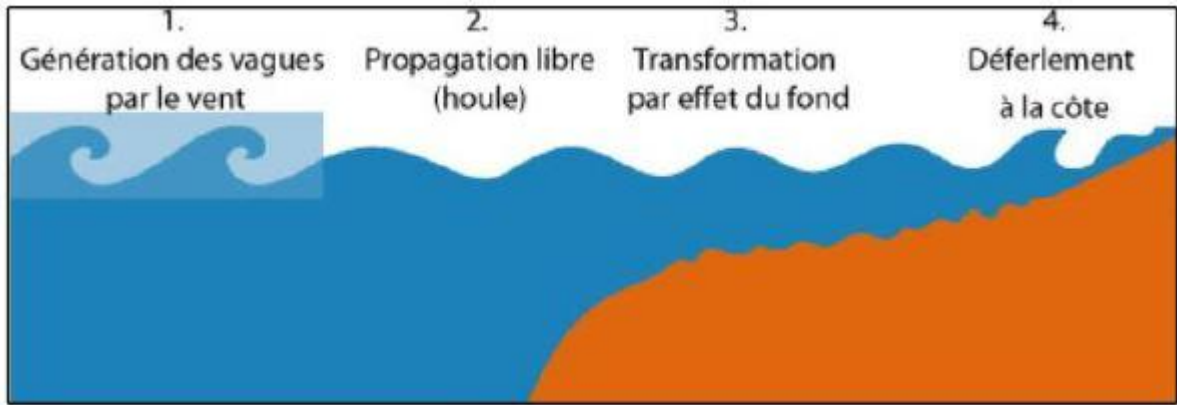


Figure (I)- 1 : les grandeurs caractéristiques des vagues. (www.wavepower.ek.la)

Près de la surface de la mer, la houle est une onde qui provoque la rotation des particules d'eau lors de son passage. Vers le fond, ce mouvement devient elliptique, puis se transforme en courant alternatif susceptible de déplacer les sédiments. Du large vers la côte, d'après (la Figure (I) 2) on trouve (ABDELLAOUI, A. 2017)

- **Zone de génération des vagues par le vent** : Au large, en eau profonde ($H > 2L$), les vagues se propagent sans ressentir l'influence du fond et gardent une symétrie d'amplitude crête-creux.
- **Zone de levée** : à l'approche de la plage la profondeur d'eau diminue, les vagues sont déformées par le fond et développent une asymétrie de forme avec de hautes crêtes et de larges creux.
- **Zone de déferlement** : Lorsque les vagues deviennent trop pincées, les crêtes (moins ralenties par les frottements du fond) se propagent plus rapidement que les creux et les vagues se brisent puis déferlent.



Figure(I)- 2: Principes de formation, de propagation et de transformation de la houle.

(Source: www.shom.fr)

I.2.2. Processus en eau peu profond

Si la houle pénètre dans les eaux peu profondes, ses paramètres changent. Les phénomènes physiques tels que la réflexion, la réfraction, la diffraction, l'effet d'eaux peu profondes, le déferlement, le frottement du fond, et la perméabilité sont appelés les processus en eaux peu profondes. Les paramètres de longueur L , de direction θ , et de hauteur H de la houle incidente sont modifiés lors de sa propagation vers la côte. (COURTAUD, 2000)

Dans ce qui suit, nous présentons brièvement les phénomènes cités précédemment.

- **La réfraction** : le frottement de la houle sur le fond entraîne une diminution de la vitesse et une modification de la direction de propagation et, de ce fait, la réduction de l'énergie transportée.
- **La diffraction** : c'est le phénomène par lequel une onde, en rencontrant un obstacle, génère à l'aval de celui-ci une onde circulaire de même période mais d'énergie décroissante.
- **La réflexion** : quand la houle rencontre un obstacle, elle est réfléchi dans une direction qui fait avec la perpendiculaire à l'obstacle un angle égal à l'angle d'incidence.
- **Le déferlement** : la houle se brise en arrivant à de faibles profondeurs, puis déferle jusqu'au rivage. Le déferlement a une action très importante sur la morphologie du rivage et mobilise d'importants volumes de matériaux. (L'EID Méditerranée, SMNLR. 2005)

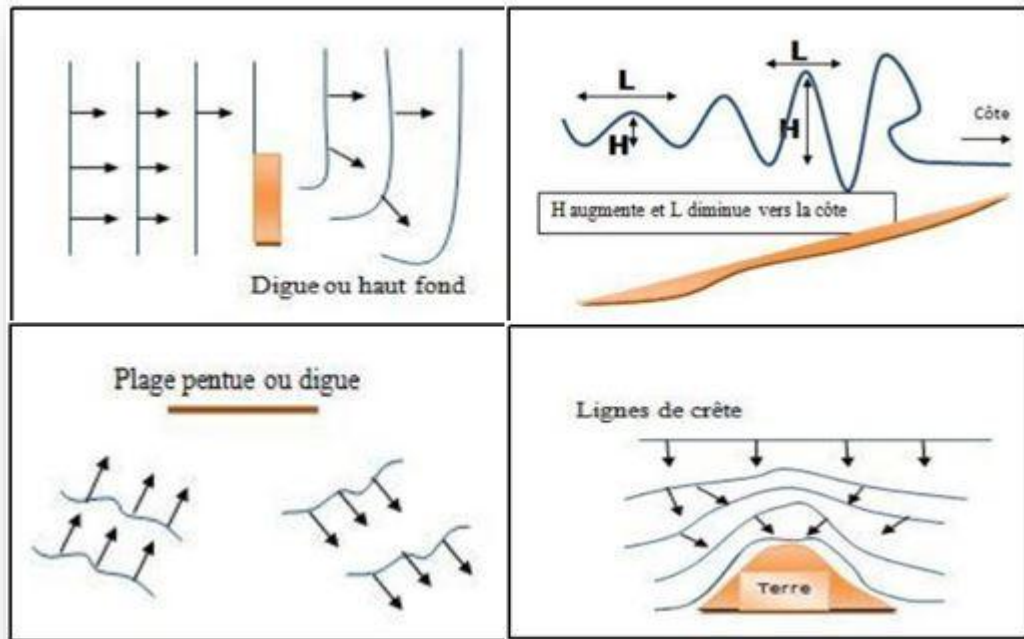


Figure (I)- 3: Les 4 phénomènes physiques en eau peu profond : (Diffraction, Shoaling, Réflexion, Réfraction). (L'EID Méditerranée, SMNLR. 2005)

I.2.3. Les courants

Selon (CASTELLE. 2004), les courants moyens sont les mouvements des masses dont les variations sont plus lentes que celles associées aux ondes infra gravitaires et aux instabilités de courants. Les principaux courants moyens induits par la houle peuvent être divisée de la manière suivante :

- Le courant de retour
- Le courant de dérive ou courant "long shore"
- Le courant sagittal ou "rip current"
- Le courant de marée

I.2.3.1. Le courant de retour

En milieu côtier la houle transporte de l'eau dans sa direction de propagation. Cela est particulièrement vrai dans la zone de déferlement. Le courant de retour permet donc de compenser cet apport de masse en transportant les masses d'eau vers le large.

(La Figure (I) 4) montre une schématisation du courant de retour sur une plage homogène. (CASTELLE.2004)

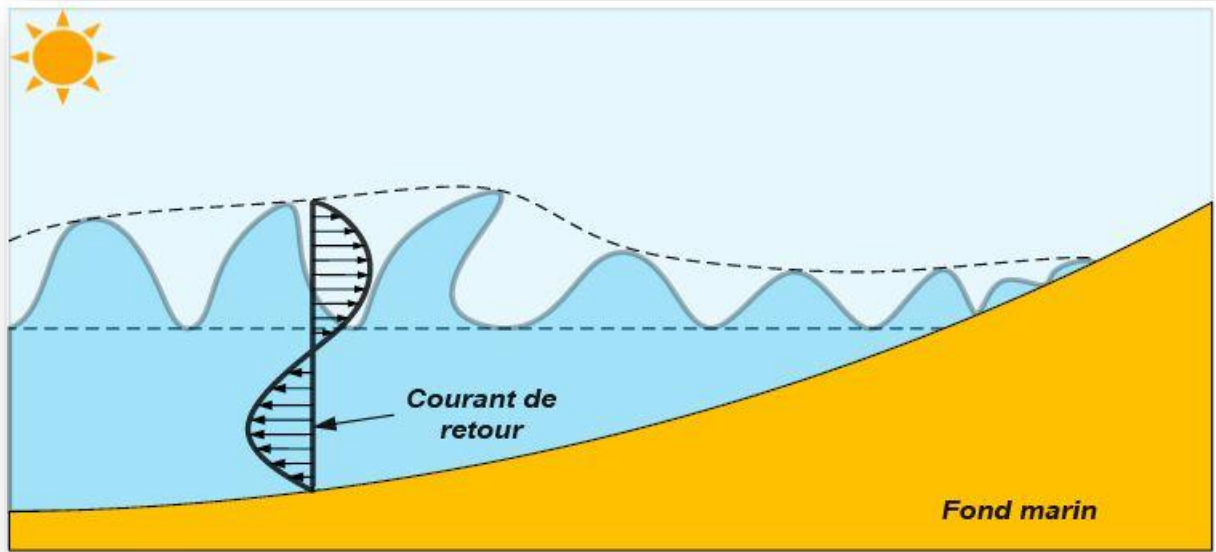


Figure (I)- 4: Courant de retour. (Castelle. 2004)

I.2.3.2. Le courant de dérive ou "long shore current"

Dans le cas d'une plage plane et homogène dans la direction parallèle au trait de côte, les houles obliques vont générer un courant parallèle à la plage en déferlant.

(La Figure(I) 5) montre une schématisation de ce courant. (LEYVA. 2005)

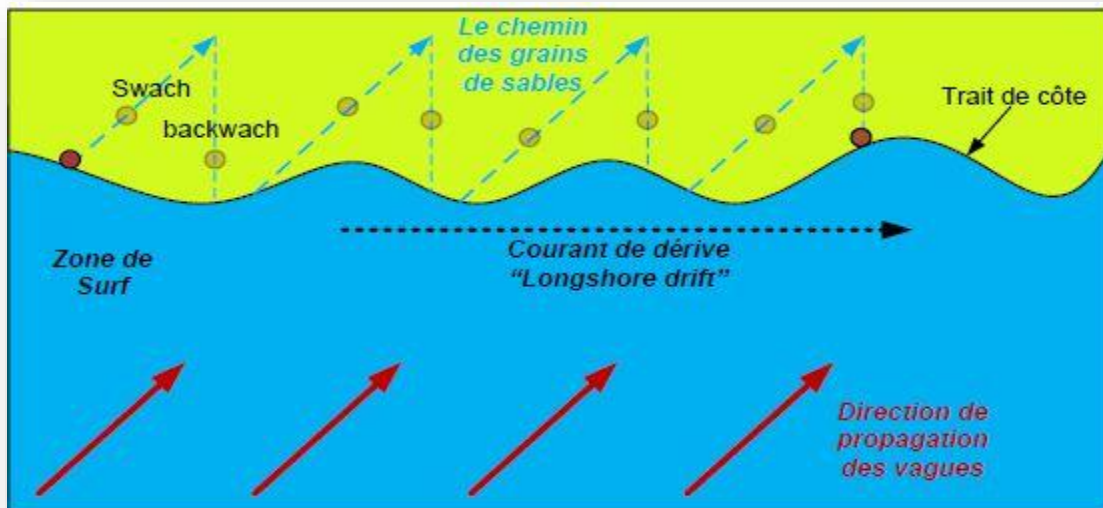


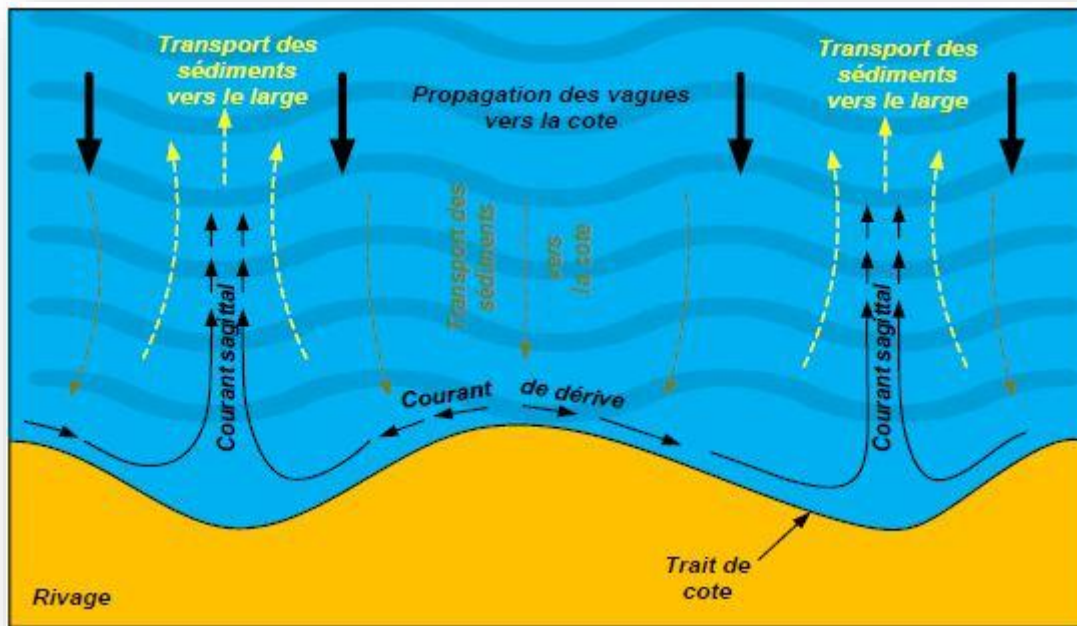
Figure (I)- 5: Le courant de dérive ou "long shore current". (LEYVA. 2005)

Dans notre zone d'étude le courant de dérive varie de Nord-ouest vers le Sud-est.

I.2.3.3. Le courant sagittal ou "rip current"

Le courant sagittal est un courant violent, intense et étroit dirigé vers le large, qui est observé sur de nombreuses plages. Il transporte de grandes quantités de sédiments. Il fait également

partie d'un ensemble complexe de cellules de circulation des courants moyens, et joue un rôle essentiel dans la morphodynamique côtière et les processus d'érosion. Ce rôle a été également récemment mis en évidence dans les mécanismes de formation et de développement des barres sédimentaires périodiques le long de la côte. Des mesures de terrain et en laboratoire ont permis de mieux connaître quantitativement la structure horizontale des courants sagittaux et de mettre en évidence sa forte sensibilité au niveau de marée. Plusieurs mécanismes ont été évoqués pour expliquer la formation des courants sagittaux. On peut citer, par exemple, la variabilité du forçage des vagues parallèlement à la côte ou encore les interactions vague-courant. En fait, l'hydrodynamique et, en particulier l'occurrence des courants sagittaux, est principalement contrôlée par la bathymétrie locale. La présence de bancs de sable tridimensionnels va induire une focalisation de l'énergie des vagues dans certaines zones et la formation de courants sagittaux. (Figure(I) 6), (Bruno Castelle & Philippe Bonneton.2006)



Figure(I)- 6: Le courant sagittal et le transport sédimentaire. (MEZOUAR. 2009)

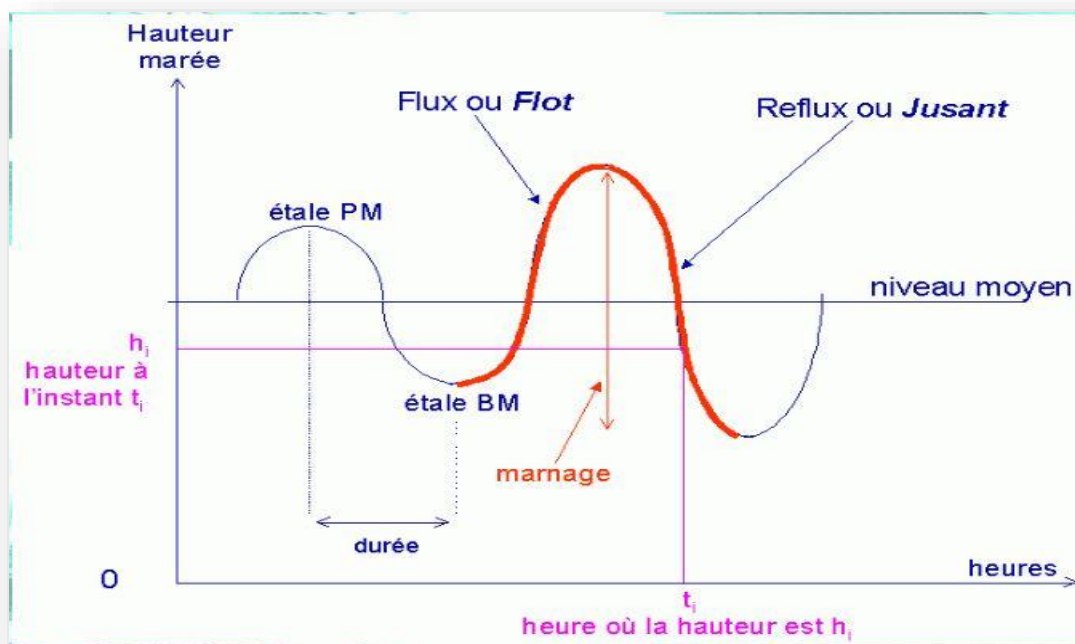
I.2.3.4.Le courants de marée :

Les principales forces motrices des mouvements de marée sont astronomiques, ce qui permet de prévoir avec précision le niveau des marées et les courants associés.

La géographie et la bathymétrie peuvent causer une amplification considérable des niveaux des marées dans les mers peu profondes et dans les estuaires.

Le marnage, à peu près égal à deux fois l'amplitude de la marée, est généralement inférieur à 1 m en haute mer mais augmente légèrement en direction des continents ; il peut même augmenter de manière considérable sur le plateau continental.

Le marnage s'annule aux points amphidromiques, l'onde de marée se propage autour des points amphidromiques dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère Nord. (CIRIA, CUR, CETMEF.2009)



Figure(I)- 7: Courant de marée. (<http://voilejmh.free.fr>)

I.2.4. Le vent :

Le vent a une action primordiale dans la dynamique sédimentaire : d'une part, il est responsable de la génération de la houle, d'autre part, il joue un rôle important en agissant directement sur les sédiments de la plage émergée. (L'EID Méditerranée., SMNLR. 2005)

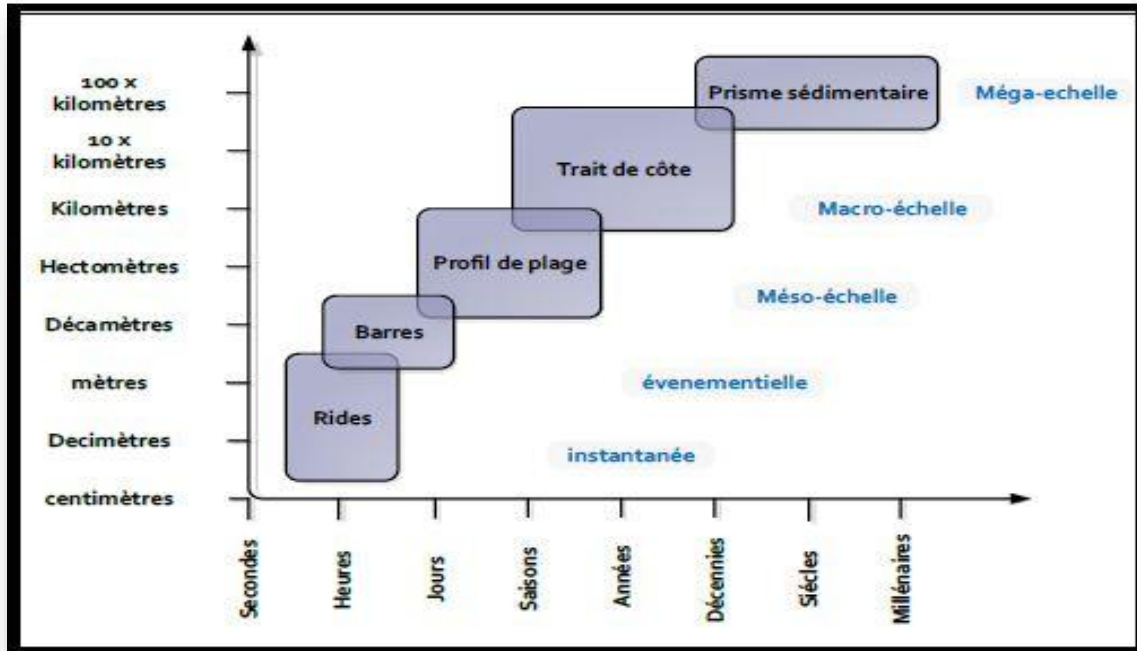
I.3. Morpho-dynamique côtière : principe et concepts :

Le système morpho-dynamique subit des variations graduelles et réversibles, l'évolution morpho-dynamique d'un système doit donc être étudiée en prenant en fonction de celui-ci (notion héritage morphologique, state dépendant).

Les plages sableuses sont des systèmes dynamiques dont les variations sont contrôlées par différentes échelles de temps.

La morpho-dynamique des plages est l'évolution spatio-temporelle de la morphologie des plages sous l'effet du forçage hydrodynamique, tels que la houle, les courants, le niveau d'eau ou encore la marée. Sur les plages, à ces processus, s'ajoute la dynamique sédimentaire

complexe liée au niveau d'érodabilité (dépendant du type de sédiment, taille, forme etc...), aux différents modes de transports et aux interactions au sein du sédiment. (THORENTON et al. 2000)



Figure(I)- 8:Relation spatio-temporelle des systèmes morphodynamique côtiers. D'après la synthèse de (LEVOY. 2000)

La problématique centrale de la morphodynamique des plages reste le couplage entre le forçage hydrodynamique des vagues et la réponse morphologique des plages.

I.4.Transport sédimentaire :

Les trois courants principaux responsables du transport des sédiments entre la mer et la côte sont : les courants de vague, les courants de déchirure ou (courant d'arrachement) et les courants de dérive. Les courants de vague amènent à la côte des sédiments provenant de la zone intertidale et marine tandis que les courants de déchirure transportent les sédiments de la côte vers la mer. Enfin, les courants de dérive se déplacent parallèlement à la côte : ils permettent des échanges le long de la côte entre les zones d'apport et de dépôt des sédiments. (Bernatchez et Fraser. 2008)

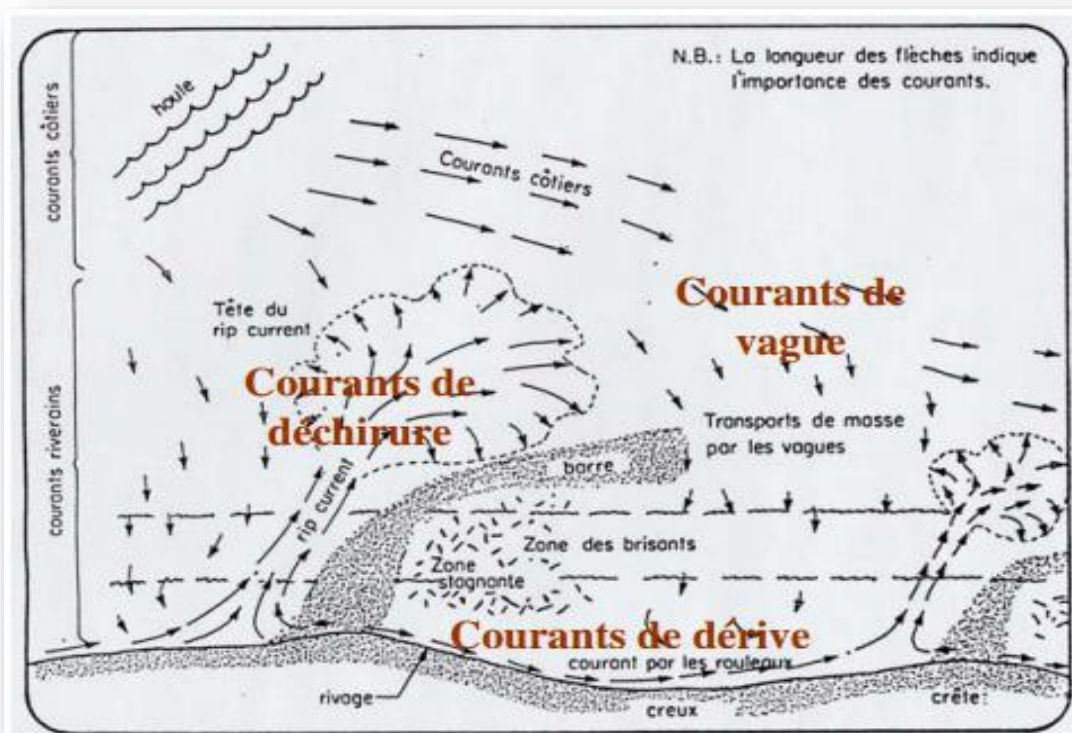


Figure (I)- 9 : Les courants responsables du transport des sédiments, les courants côtiers, les courants de déchirure et les courants de dérive. (Bernatchez et Fraser. 2008)

I.4.1. Les Différents modes de transport :

Généralement, le transport sédimentaire est séparé en 3 catégories (Bujan nans. 2009):

- ✓ **Transport par charriage :** Transport sur une tranche d'eau étroite (de l'épaisseur de quelques diamètres de grains sédimentaires) sur le fond ou le mouvement est d'abord provoqué par les collisions entre grains plutôt que par la turbulence du fluide. Les grains peuvent glisser ou rouler (traction) dans la tranche ou être soulevés sur de faibles distances (saltation).
- ✓ **Transport par suspension :** Les grains sont maintenus en suspension dans la colonne d'eau sous l'effet des vitesses verticales turbulentes dans le fluide.
- ✓ **Transport par ruissellement en nappe :** Les grains sont déplacés au sein d'une couche limite lorsque les courants sont intenses et les sédiments grossiers.

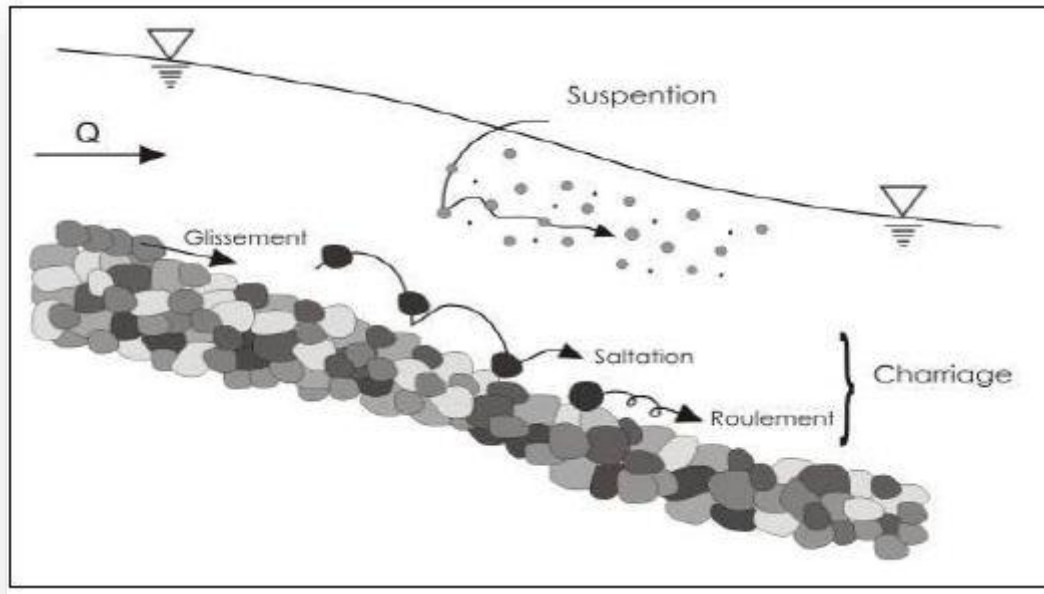


Figure (I)- 10: Représentation schématique des modes de transport. (Degoutte, R. 2004)

I.4.2. Transport sédimentaire lié au courant de la houle :

I.4.2.1. Contribution des courants au transport longitudinal des sédiments :

Le transport de sédiment dans le sens parallèle à la plage est appelé dérive littorale, il résulte de l'action de courants longitudinaux. Pour les plages planes ou à barres rectilignes, le courant longitudinal est un courant de dérive qui est maximum au niveau du point de déferlement des vagues. Soit, dans le cas des plages à barres, au niveau de la crête de la barre ou à lieu le déferlement. (Bujan nans. 2009)

I.4.2.2. Contribution des courants au transport transversal des sédiments :

Les mouvements de sédiments dans la direction perpendiculaire au rivage sont considérés comme des tendances a priori sur un plus court terme que le transport longitudinal. Le transport transversal est plus difficile à estimer que le transport longitudinal car les courants dans le sens transversal sont fortement variables sur la colonne d'eau. Ils résultent de (Stepanian, A. 2002):

- ✓ L'action de l'asymétrie des vitesses orbitales de la houle qui provoque un flux net vers le rivage (vitesse de Stokes) ;
- ✓ L'action des courants de retour due à la houle dirige vers le large ;
- ✓ L'action des ondes infra gravitaires forcées, ou de bord fuyantes et stationnaires ; dans une moindre mesure, des vents de terre forts dans la région qui transportent une certaine quantité de sable vers le large. (Bujan nans. 2009)

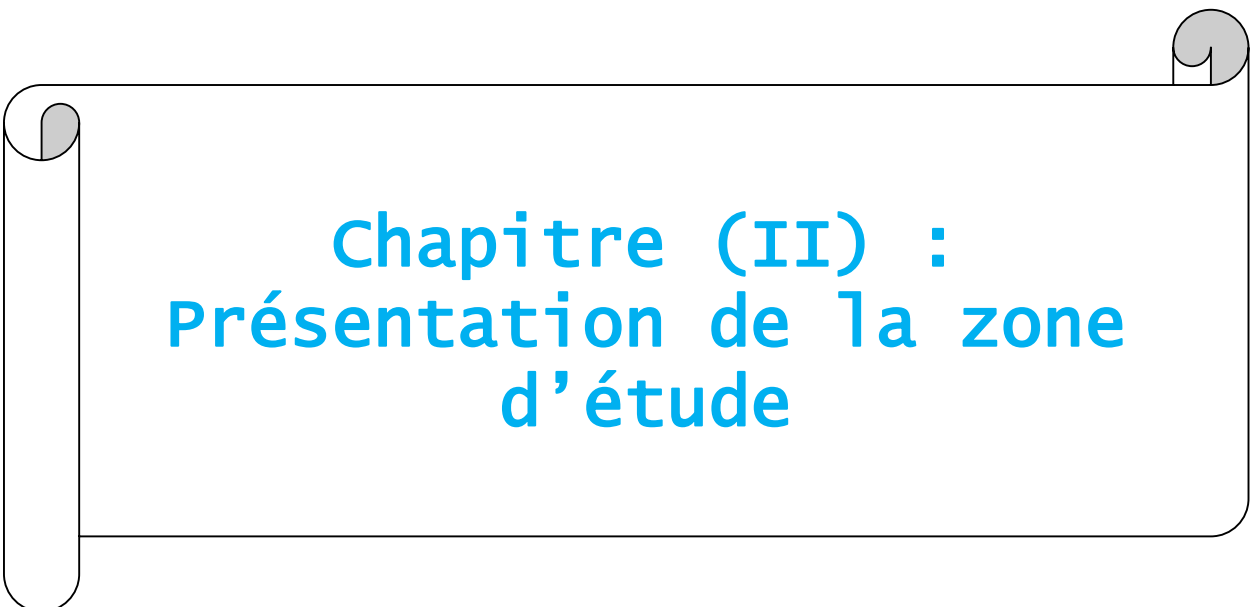
I.5. Erosion – Accrétion:

L'érosion est définie comme un gain d'espace de la mer sur la terre et l'accrétion comme un gain de la terre sur la mer, s'observant sur des périodes suffisamment longues.

(EUROSION. 2004)

Les effets de l'érosion marine sur les zones côtières (CGDD, 2011):

- ✓ Le changement climatique engendrera une accélération conséquente de l'érosion des plages (En tout cas de celles déjà soumises à ce problème) tandis que leur reconstruction naturelle entre les tempêtes sera freinée ;
- ✓ Une modification de la circulation sédimentaire et des courants littoraux pouvant priver les plages de leur alimentation régulière en sédiments ;
- ✓ Les baies, souvent à dominantes vaseuses et partiellement protégées des houles, verront leur comblement s'accroître ;
- ✓ L'augmentation de précipitations pourra induire une augmentation des éboulements et des effondrements des falaises ;
- ✓ Dans le cas de falaises protégées actuellement par une plage de sable ou de galets, ces plages seront érodées voire pourront disparaître. La falaise sera alors moins protégée de l'action mécanique des vagues notamment lors de tempêtes ;
- ✓ L'érosion des berges et la submersion dans les zones basses seront favorisées. L'érosion des rives dépendra des actions opposées exercées par l'élévation du niveau de la mer et les tempêtes, et par les apports fluviaux.



Chapitre (II) :
**Présentation de la zone
d'étude**

II .1. Introduction :

Ce chapitre va faire l'objet d'une description de notre zone d'étude, la frange côtière de l'Est de la baie d'Alger (El-Marsa), plus précisément la plage (Tamenfoust-Est).

Premièrement, nous allons présenter la situation géographique de cette zone. Ensuite nous allons entamer les différents aspects de la zone : géographique, géologique, morphologique, météorologiques, hydrographiques.

II .2. Cadre géographique :

La baie d'Alger se situe dans la partie centrale de la côte algérienne, elle se caractérise par sa forme semi-circulaire dont l'ouverture est de l'ordre de 27 km d'Est vers l'Ouest et de 7 km du nord au sud et elle s'inscrit en creux dans la plaine de la Mitidja. Elle est délimitée par Rais Hamidou (Pointe Pescade) à l'Ouest, le Cap Matifou (Tamenfoust) à l'Est, au Sud la ville d'Alger et la plaine de la Mitidja, et au Nord par la mer Méditerranée.

Ces coordonnées géographiques sont comme suit :

- Longitude : Est 03°01'00" E à 03°14'30" E
- Latitude : Nord 36°44'30" N à 36°49'15" N

La zone d'étude de Tamenfoust est située à 20km à l'Est d'Alger, elle est délimitée par Ain Taya et Borj El Bahri au Sud et entourée par la mer Méditerranée pour les autres trois directions.

Ces coordonnées géographiques sont comme suit :

- Longitude : Est 03°13'35.60" E
- Latitude : Nord 36°48'36.93" N



Figure (II)- 1 : Situation géographique de la baie d'Alger.

La baie d'Alger composée essentiellement de plage en poches, de promontoires rocheux et de falaises, subit une érosion significative. (Maouche, et al.2009). Elle est aussi soumise à une variabilité météorologique élevée caractérisée par des périodes de crue exceptionnelles, qui ont provoqué par le passé des désastres.

La plaine est aussi bordée par des reliefs prononcés (mont de Bouzareah), et sujette à des glissements de terrain et à des coulées de boues. (EGIS EAU, et al. 2013)

II .3. Cadre géologique :

Le Nord de l'Algérie appartient à l'orogénèse alpine périméditerranéenne ; il correspond actuellement à un domaine géologique en compression attestée par des failles inverses actives. Cette activité tectonique est l'expression de la convergence des plaques Afrique – Eurasie ; elle se traduit par l'apparition en surface de plis et failles inverses souvent associés. (Soudani Leila. 2015)

Le bassin d'Alger est compris entre le massif d'Alger à l'Ouest et le Cap de Bordj El Bahri à l'Est, le rivage s'incurve et délimite une baie très régulière, bien encadrée dans les terres émergées de la Mitidja au Sud. (Merzouk, G. 2016)

La région d'Alger a connu une très grande lacune de sédimentation au cours du secondaire et de base du tertiaire (Eocène-Oligocène). Seul le Primaire et le Mio- Poli-quaternaire sont

II.4.Cadre morphologique :

Le linéaire côtier de la baie d'Alger s'étend sur environ 27 km .il est composé des plages, de côtes rocheuses:

II.4.1.Les plages:

Les plages de l'est de la baie d'Alger sont sableuses assez développées présentent le plus souvent des pentes faibles < 3 %. La largeur de ses plages varie entre 20 m et 40 m.

Elles sont caractérisées par une granulométrie de types (sable fin et moyen et grossier), et par un aspect érosif.

II.4.2.Les falaises

Les falaises de la baie d'Alger sont constituées de roches cristallophylliennes (les gneiss, les schistes et les micaschistes) et de dépôts marins à sables rouges poudingues et grés grossiers.

(Merzouk,G. 2016)

La zone de l'Est de la baie d'Alger caractérisée par la présence d'un relief rocheux « Cap Matifou » pourvu de falaises mortes et vivantes à l'extrémité de la baie et caractérisée aussi par une distribution générale des faciès sableux et carbonates. **(Maouche. 1987)**

II.4.3.La bathymétrie

La bathymétrie constitue un document fondamental et nécessaire pour reconnaître et interpréter la morphologie sous-marine.

La pente continentale passe du massif de la Bouzeréah au Cap Matifou d'une façon quasi rectiligne, le fond de la baie d'Alger caractérise par une forme très régulière et par une pente uniforme, douce près de la cote et plus douce au large avec l'existence des petites fosses sous-marines.

Cette carte bathymétrique a été faite à l'aide du logiciel Mike 21 et à partir les données du trait de côte et les données bathymétrique (x y z).

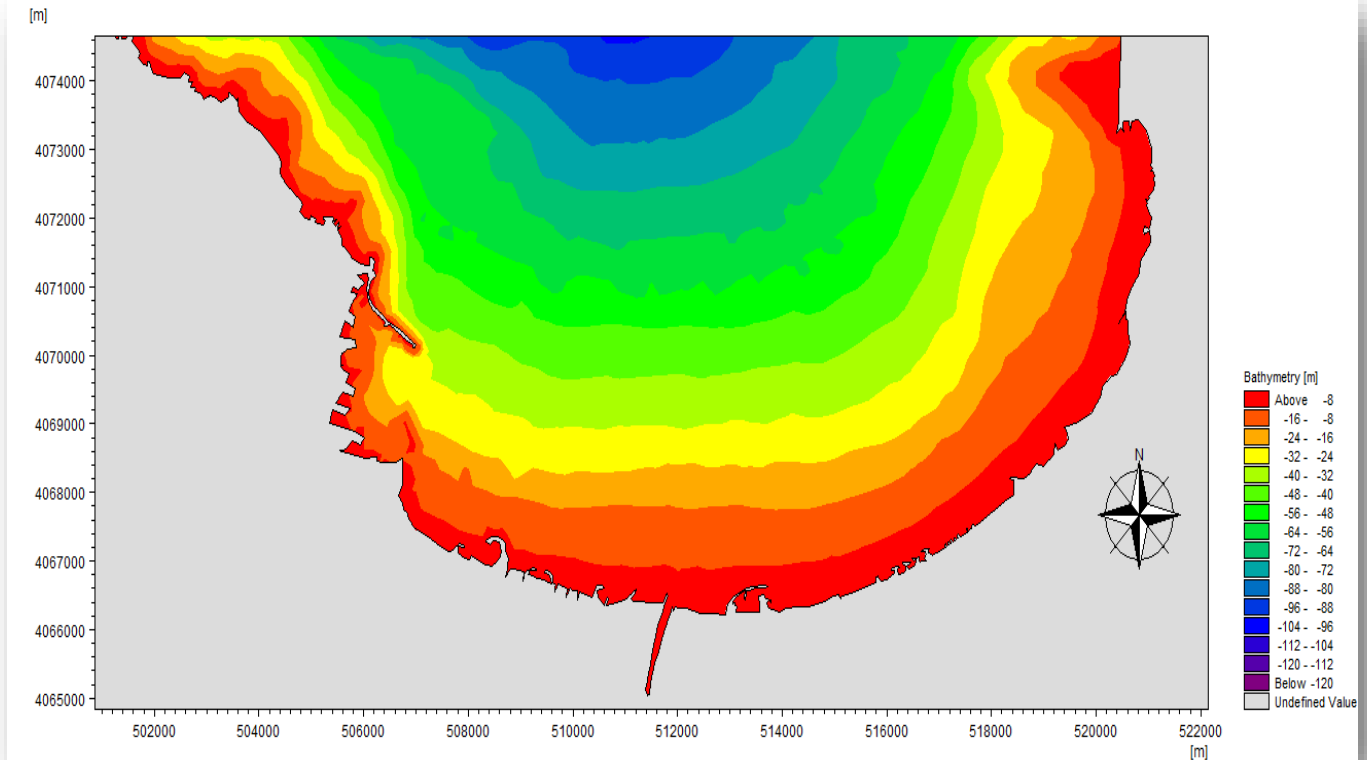


Figure (II)- 3 : Carte bathymétrique de la baie d'Alger exploitée par le logiciel mike zéro.

II.5. Cadre météorologiques et hydrographiques :

La connaissance des conditions météorologiques et hydrologiques nous conduit à une bonne compréhension des régimes hydrodynamiques.

II.5.1.Aspect climatologique :

La zone d'étude est caractérisée par un climat de type méditerranéen avec des étés chauds et secs et des hivers tempérés et humides.

Dans notre cas les données climatologiques sont enregistrées au niveau de **la station de Dar El Beida** qui a une altitude 24m au niveau de la mer et des coordonnées géographiques :

Latitude: 36°42'47 Nord, **Longitude :** 3°12'44" Est

II.5.1.1. Précipitations :

-Les pluies sont importantes généralement en automne et surtout intenses en hiver souvent avec des régimes orageux, en revanche sont faibles en été et sont de régime oscillant en printemps.

-La valeur annuelle de la précipitation donnée par **la station de Dar El Beida** couvrant l'année 2019 est de l'ordre de 893 mm.

-La valeur mensuelle moyenne de la précipitation donnée par **la station de Dar El Beida** couvrant l'année 2019 est de l'ordre de 74.417 mm.

Chapitre (II) : Présentation de la zone d'étude

-Les précipitations se concentrent du mois de Novembre jusqu'en Avril, avec un maximum hivernal de l'ordre 225.2 mm en Janvier ; celles-ci diminuent progressivement du mois de Mai jusqu'en Août, avec un minimum de l'ordre 1.9 mm en juillet.

-Les valeurs de précipitations de l'année 2019 sont très réduites, donc les épisodes de cette année sont secs.

Tableau (II) -1 : les précipitations mensuelles en mm de Dar El Beida durant l'année 2019.

(www.RP5.ru.com)

Mois	Précipitation
Janvier	225,2
Février	41,1
Mars	77
Avril	106,4
Mai	25,7
Juin	12
Juillet	1,9
Août	3,3
Septembre	101,1
Octobre	36
Novembre	203,7
Décembre	59,6
Annuelle	893

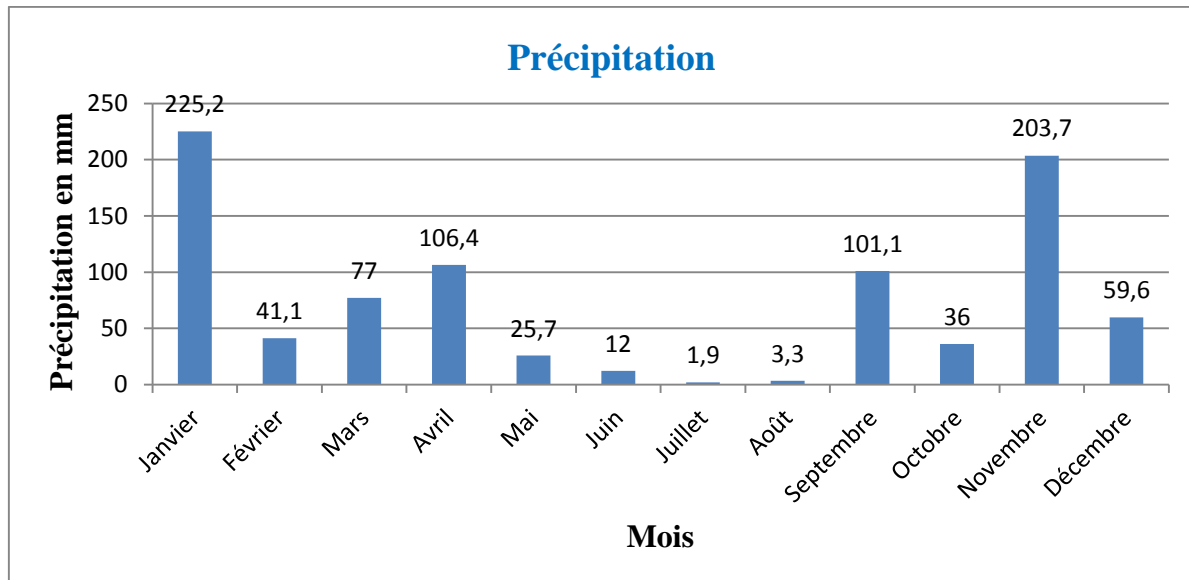


Figure (II)- 4: Diagramme de précipitations en mm de Dar El Beida durant l'année 2019.

(www.RP5.ru.com)

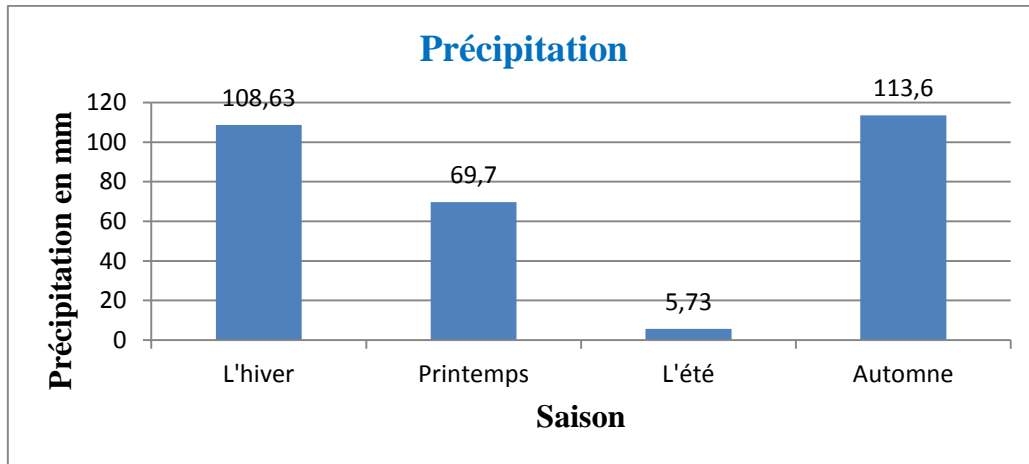


Figure (II)- 5: Diagramme de précipitation en mm par saison de Dar El Beida durant l'année 2019. (www.RP5.ru.com)

II.5.1.2. Température :

-Les températures sont importantes généralement en Eté avec l'existence dans certains cas le courant du siroco, par contre sont faibles en Hiver avec un régime oscillant.

-D'une manière générale les températures dans la région côtière connaissent un adoucissement dû à la proximité de la mer. Dans le cas de notre zone d'étude, L'analyse des températures moyennes mensuelles présente une période estivale caractérisée par des températures qui sont relativement élevées avec 27.5°C en Août, 27.2 °C pour Juillet et 24.2°C au mois de Septembre. Par contre le mois le plus froid est celui de Janvier avec 9.9°C.

La valeur maximale de la température est enregistrée durant le mois d'Août avec une valeur de 39.7°C, tandis que la température minimale est enregistrée durant le mois de Janvier avec une valeur de 0.5°C.

Tableau (II)-2 : les températures en ° (moy, max, min) de Dar El Beida durant l'année 2019. (www.RP5.ru.com)

mois	moy	Max	min
janvier	9,9	20,1	0,5
février	10,6	21,2	1,2
mars	13,1	29,6	1,5
avril	15,3	25,1	6,1
mai	18,4	29,2	8,1
juin	23,1	38,2	10,5
juillet	27,2	39,4	18,9
aout	27,5	39,7	17,2
septembre	24,2	34,7	14,7
octobre	20,1	35,1	10,2
novembre	15,1	27,5	4,5
décembre	13,8	23,4	4,2

Chapitre (II) : Présentation de la zone d'étude

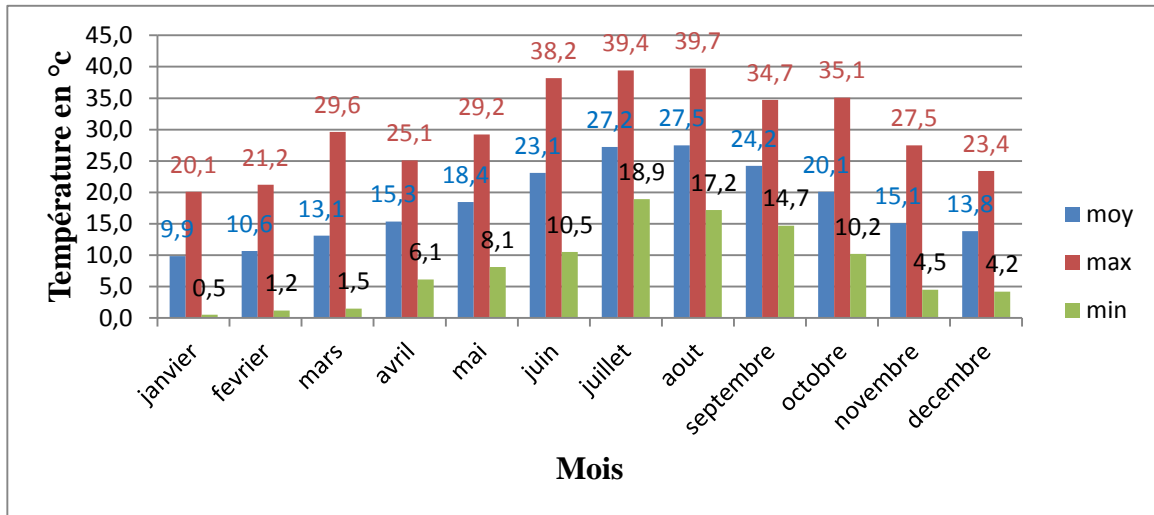


Figure (II)- 6: Diagramme de température de Dar El Beida durant l'année 2019.

(www.RP5.ru.com)

II.5.1.3. Les vents :

-Les vents jouent un rôle important sur le transfert sédimentaire éolien et dans la dynamique des eaux marines superficielles. Ils sont les générateurs des houles et des courants superficiels.

-La baie d'Alger durant l'Année 2019, se caractérise par des vitesses moyennes du vent convergentes et moins importantes avec un maximum de l'ordre 4.03 m/s en Mars et avec un minimum de l'ordre 2.72 m/s en janvier et avec une vitesse moyenne annuelle de l'ordre 3.3 m/s.

Tableau (II)- 3 : les vitesses moyennes du vent par mois en (m/s) de Dar El Beida durant l'année 2019. (www.RP5.ru.com)

Mois	vitesse du vent
Janvier	2,72
Février	2,98
Mars	4,03
Avril	3,30
Mai	3,45
Juin	3,35
Juillet	3,52
Août	3,42
Septembre	3,17
Octobre	2,73
Novembre	3,81
Décembre	3,10

Chapitre (II) : Présentation de la zone d'étude

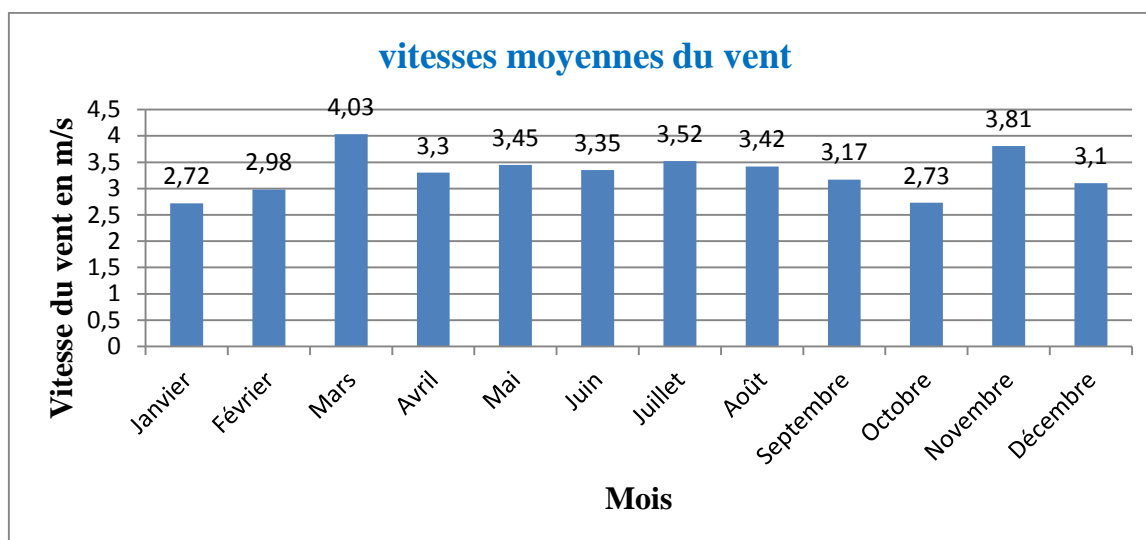


Figure (II)- 7: Diagramme des vitesses moyennes du vent de Dar El Beida durant l'année 2019. (www.RP5.ru.com)

-Cette rose du vent a été faite grâce au logiciel WRPLOT VIEW à partir des données du vent (direction et vitesse) du site (www.waveclimate.com) dans une seule année 2019.

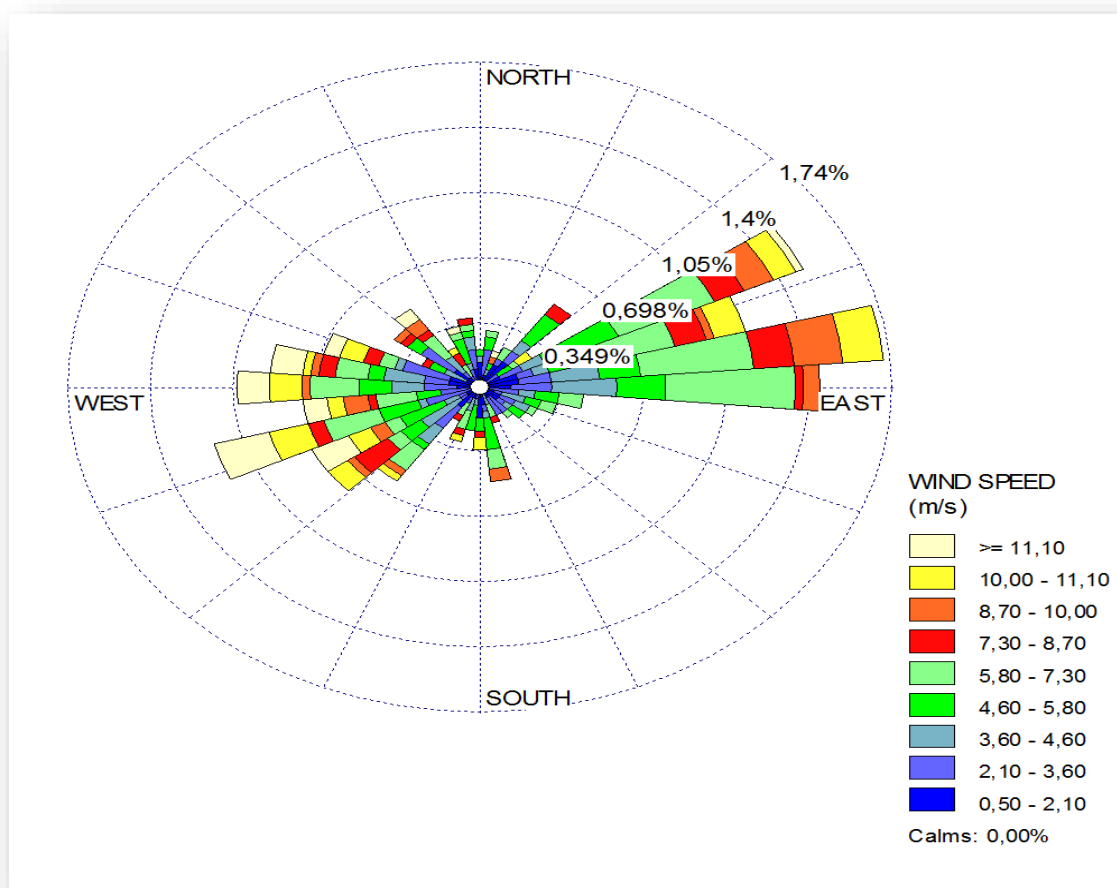


Figure (II)- 8: La rose du vent de la zone d'étude en 2019.

II.5.2.Aspect hydrographiques:

Oued EL Hamiz draine respectivement la partie orientale de la Mitidja avant de se jeter dans la mer. Cet Oued est un torrent à débit irrégulier. Dans son cours inférieur, il présente une direction générale du Sud vers Nord. (LEM. 1996)

II.5.2.1.Oued EL Hamiz :

En ce qui concerne l'Oued EL Hamiz, la présence d'un barrage portant le même nom a largement réduit les apports solides vers la mer actuellement, l'Oued EL Hamiz se jette en mer par une ouverture étroite d'une cinq à six de mètre de large. (LEM. 1996)

Tableau (II) -4 : Descriptif de l'affluent Oued El Hamiz. (ANRH. 2014)

Caractéristiques	El Hamiz
Superficie (km ²)	86
Orientation	Nord-Ouest
Apports solides (m ³ /an)	100226
Apports liquides (m ³ /an)	11000000
Affluents	Oued Bouera et Oued barek
Communes traversées	Bordj El Bahri, Bordj El Kiffan,Rouiba, El Hamiz, Ain Taya, Bab Ezouar, Oued Essemar, Dar El Beida...

II.5.2.2.Facteurs hydrodynamiques :

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

1-Les courants :

Le courant atlantique (pénétration des eaux par le détroit de Gibraltar) longe d'Ouest en Est les côtes d'Afrique du Nord, sa vitesse est de l'ordre de 3 à 4 km/h. Ce courant s'étale sur plusieurs milles nautiques. Encore très sensible au large de l'Algérois (vitesse = 0,7 nœud), son action va en diminuant vers l'Est du bassin occidental de la Méditerranée. (LEM. 2009)

2-Les marrées :

- La différence générale entre marée basse et marée haute pour l'ensemble de la zone maritime algérienne est d'environ 0,30 m, la marée est pratiquement négligeable au port d'Alger (marée astronomique max. : 08 cm) elle a une période de 24h et 12h.
- Le niveau de la mer varie avec la direction des vents et la différence des niveaux atteint 75 à 80 cm maximums. (www.portalger.com.dz)

3-La houle :

La houle est un mouvement ondulatoire de la surface de la mer qui est formé par un champ de vent éloigné de la zone d'observation (vent lointain). (<https://fr.m.wikipedia.org>)

Données de houles au large :

Les données de houle disponibles au large sont Les données de mesure réelles du Summary Of Synoptic Meteorological Observations (SSMO) qui consistent en des observations de navire.

La houle au large :

Tableau (II)- 5 : fréquences mensuelles par direction des houles au large d'Alger. (SSMO 1963-1970)

Mois	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Janvier	8,1	12,9	18,2	5	6,5	13,2	28,8	7,3
Février	8,8	13,3	12,6	4	6	16,9	35,6	5,8
Mars	11,3	12,6	15,8	3,6	4,5	13,3	30,5	9,2
Avril	11,7	15,3	16	2	4,4	13,7	26,6	10,2
Mai	8,4	26,3	31,9	3	3,3	17,2	13,9	6,2
Juin	9,2	29,1	29,8	1,8	1,4	18,2	16,3	2
Juillet	5,9	32,5	35,1	1,4	0,9	5,9	16,2	2
Août	8,9	27,7	37,4	1,9	1,1	5	13,4	4,9
Septembre	6,7	26,4	40,5	2,2	2,3	4,5	14,8	2,5
Octobre	7,8	14,1	20,3	3,2	4,3	14,8	28,8	6,9
Novembre	5,4	5,7	10	5,1	8	15,9	40,4	9,4
Décembre	10,2	6,2	9,3	4,6	7,4	15	37,1	10

On remarque à partir de ces données que les houles les plus fréquentes sont de secteur Ouest, Est et Nord-est dans tous les mois. En période hivernale, les houles d'Ouest sont les plus dominantes, par contre, en période estivale les houles d'Est et Nord- est les plus dominantes.

Chapitre (II) : Présentation de la zone d'étude

Tableau(II)- 6 : Répartition des houles au large par période, hauteur significatif et direction.

(LEM.1975-2010)

Période	classes	Hs	Nord	Nord-est	Ouest	Nord-ouest	Est
6	0	ind	0	0	0	0	0
	0,5	0 à 0,5	179	236	255	97	353
	1	0,5 à 1	263	615	546	182	818
	1,5	1 à 1,5	148	462	607	147	574
	2	1,5 à 2	77	197	363	81	226
8	2,5	2 à 2,5	41	69	224	41	49
	3	2,5 à 3	25	25	107	19	25
	3,5	3 à 3,5	14	8	53	7	6
	4	3,5 à 4	3	5	31	5	1
10	5	4 à 5	5	5	24	3	0
	6	5 à 6	3	5	5	0	0
	7	6 à 7	0	0	6	0	1
	9	7 à 9	0	0	3	0	0
	11	9 à 11	0	0	1	0	0
	13,5	11 à 13,5	0	0	0	0	0

Tableau (II)-7 : répartition de l'hauteur équivalente des houles par période et direction.

(LEM.1975-2010)

Période	Nord	Nord-est	Ouest	Nord-ouest	Est
6	1,00	1,09	1,19	1,10	1,06
8	2,67	2,56	2,67	2,64	2,53
10	4,92	5,05	5,54	4,53	6,52

Tableau (II)-8 : répartition de la fréquence des houles par période et direction. (LEM.1975-

2010)

Période	Nord	Nord-est	Ouest	Nord-ouest	Est
6	7,52	17,02	19,97	5,72	22,22
8	0,94	1,21	4,68	0,81	0,91
10	0,09	0,11	0,44	0,03	0,01

Des tableaux ci-dessus, on constate que :

- Les houles du Nord Est et du Nord-ouest et d'Est sont les plus fréquemment observées.
- Les hauteurs significatives d'ordre 0 à 3 sont les plus dominantes.
- Les hauteurs équivalentes réduites correspondants à la période 6 ; les moyennes à la période 8 ; les plus hautes à la période 10.
- Les fréquences plus importantes sont celles de la période 6.

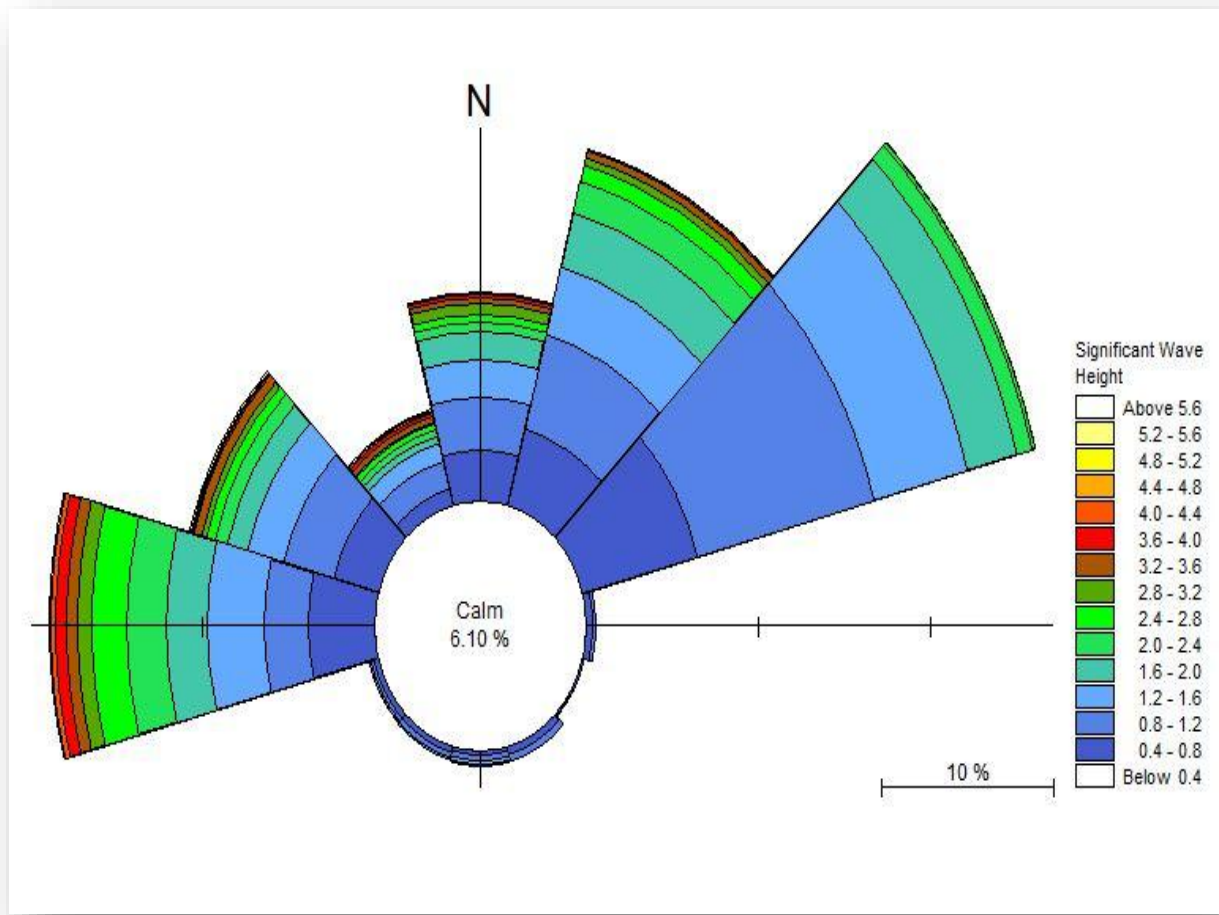


Figure (II)- 9: La rose des houles au large de la zone d'étude.



**Chapitre(III) :L'étude de
l'évolution du trait de
la côte**

III.1.Introduction :

L'objectif principal de ce chapitre s'articule sur la théorie d'érosion et d'accumulation côtière, et sur le développement et la poursuite de l'analyse de l'évolution du trait de la côte.

Il est nécessaire, pour comprendre la dynamique globale du site, d'étudier son évolution à diverses échelles : Une vision à moyen terme, a pour principal objectif de nous guider dans le choix d'une ligne de référence ainsi que d'un protocole méthodologique efficace pour l'extraction et l'analyse de l'évolution du linéaire côtier de notre zone d'étude.

III.2. Les logiciels utilisés pour étudier l'évolution du littoral :

Dans le cas de notre étude, nous avons utilisé Google Earth Pro pour avoir les cartes suivant les différentes années et aussi le logiciel « Arc GIS » pour la modélisation des traits de côte combiné à l'extension « Dsas » (Digital shore line analyses system) pour le calcul de leur évolution afin d'appréhender les phénomènes (l'érosion et l'accumulation) et leur influence sur la frange littorale de notre zone d'étude.

2.1. Google Earth Pro :

Google Earth pro est un programme informatique qui rend une représentation 3D de la Terre basée principalement sur des images satellitaires . Le programme cartographie la Terre en superposant des images satellites, des photographies aériennes et des données SIG sur un globe 3D, permettant aux utilisateurs de voir les villes et les paysages sous différents angles. Les utilisateurs peuvent explorer le globe en entrant des adresses et des coordonnées. Les utilisateurs peuvent utiliser le programme pour ajouter leurs propres données et les télécharger via diverses sources.

Google Earth pro est capable d'afficher différents types d'images superposées à la surface de la Terre et est également un client du service de carte web. (www.wikipedia.org)

2.2. ArcGis10. 2 :

Est une suite de logiciels d'information géographique, ou logiciels SIG (Système d'information géographique) développés par la société américaine ESRI (Environmental System Research Institute, Inc). Un système d'information géographique est un système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de la gestion. (Teffahi. 2018)

2.3. L'extension DSAS :

DSAS (Digital Shore line Analysis System) est un plugin développé par l'USGS (United States Geological Survey) disponible gratuitement qui fonctionne au sein du logiciel de Système d'information géographique Arc GIS d'ESRI (Environmental Systems Research Institute). Il calcule les statistiques de taux de changement pour une série chronologique de données vectorielles de trait de côte. Cet outil a été utilisé dans différentes études de mesure et suivi de la dynamique du trait de côte à travers le monde. (Thieler et Danforth. 1994)

III.3.Les méthodes de détection des variations de la position du trait de côte :

Parmi les techniques mises en œuvre pour étudier la mobilité d'une ligne de référence donnée, on distingue les méthodes de terrain privilégiant l'observation directe et les méthodes fondées sur l'observation indirecte.

1. Les approches directes :

Elles sont basées sur des mesures topographiques périodiques (hebdomadaires, bihebdomadaires, mensuelles, semestrielles, annuelles) à l'aide de matériels de levés allant des appareils à principe optique (niveau de chantier, théodolites, ...) aux appareils électroniques utilisant le laser (tachéomètre électronique, Lidar) ou le positionnement par satellites en mode différentiel (récepteur DGPS). Les mesures peuvent concerner uniquement la ligne de référence ou le profil de plage et doivent être raccordées à un même système de référence relatif ou absolu pour faciliter la comparaison entre différents levés.

2. Les méthodes indirectes :

Les méthodes d'observation indirecte s'appuient sur l'analyse graphique de documents essentiellement cartographiques et photographiques pour mesurer et cartographier les positions successives des indicateurs du trait de côte. Elles ont bénéficié des progrès technologiques réalisés au cours des deux dernières décennies dans le domaine du traitement numérique de l'information géographique. En effet, si dans les années 1960 – 1970, les techniques reposaient exclusivement sur des méthodes manuelles (mesures directes sur des photographies aériennes ou des cartes, photo-interprétation analytique), les années 1980 ont vu l'introduction de techniques de photogrammétrie analytique dans les études de cinématique littorale. De nos jours, les méthodes de photogrammétrie numérique et surtout de photo-interprétation assistée par ordinateur couplée aux SIG s'imposent. (Ibrahima Faye. 2010)

III. 4. Les méthodes statistiques de calcul de la mobilité du trait de côte sous l'extension DSAS:

4.1. La méthode des points extrêmes (End Point Rate - EPR) :

La méthode des points extrêmes n'utilise que deux positions connues de la ligne de référence (la position la plus ancienne et la plus récente). La distance mesurée entre ces deux emplacements extrêmes du trait de côte durant la période d'étude est divisée par le nombre d'années écoulées pour obtenir la vitesse d'évolution annuelle du littoral. L'avantage de cette méthode réside dans sa simplicité. Toutefois, lorsque l'on dispose de positions intermédiaires entre les deux dates extrêmes de la période d'étude, les taux estimés par cette technique n'intégreront pas les éventuelles variations temporelles dans l'évolution du littoral (accélération, ralentissement ou inversion de tendance). Ainsi, ils peuvent être moins significatifs que ceux obtenus par les méthodes régressives qui utilisent toutes les positions disponibles et nécessitent donc plusieurs traits de côte.

4.2. La méthode de la régression linéaire (Linear Regression - LRR) :

Dans le cas de la régression linéaire simple, au niveau de chaque point, les mesures de distances entre toutes les positions successives de la ligne de référence sont utilisées pour calculer par les moindres carrés une droite de régression ajustée aux différents emplacements de la ligne de référence. La pente de la droite de régression correspond au taux d'évolution. La régression linéaire est la méthode la plus robuste pour estimer les tendances historiques de l'évolution du trait de côte d'après **FENSTER et al. (1993)**. Néanmoins, dans la mesure où toutes les positions sont utilisées pour résoudre l'équation de la droite d'ajustement, les taux d'évolution obtenus peuvent être biaisés par les points excentrés liés aux traits de côte extraits de données acquises immédiatement après une tempête. Il en est de même si les linéaires côtiers analysés sont groupés et ne sont pas répartis de façon homogène dans le temps. (**THIELER et al. 2003**)

4.3. La méthode de la Mouvement de rivage net (Net Shoreline Movement NSM) :

Elle indique la distance entre les traits de côte les plus anciens et les plus récents pour chaque transect.

4.4. La méthode de Shoreline Change Envelope (SCE) :

L'enveloppe de la modification du littoral signale une distance, pas un taux. Le SCE est la distance entre la plus éloignée du littoral et de plus proche de la ligne de base à chaque transect.

Cela représente la variation totale de mouvement de rivage pour toutes les positions du rivage disponibles et n'est pas lié à leurs dates. (Himmelstoss. 2009)

III.5.La méthodologie suivie :

III.5.1. Les données disponibles :

- Les traits de cote issus des images satellitaires extraites de Google Earth pro (01/09/2007 - 22/09/2012 - 12/10/2016 – 12/09/2019).
- Le géo-référencement et la digitalisation ont été faits à l'aide du logiciel Arc Gis 10.2.
- Les calculs statistiques ont été faits à l'aide de l'extension Dsas.



Figure (III)- 1 : Image satellitaire de la zone d'étude de l'année 2007. (Google Earth pro)



Figure (III)- 2 : Image satellitaire de la zone d'étude de l'année 2012. (Google Earth pro)



Figure (III)- 3 : Image satellitaire de la zone d'étude de l'année 2016. (Google Earth pro)



Figure (III)- 4 : Image satellitaire de la zone d'étude de l'année 2019. (Google Earth pro)

III.5.2. Préparation et lancement au calcul :

5.2.1. Géo-référencement :

Le géo-référencement a pour but de rendre une image superposable à une carte ou à une autre image rectifiée ou non d'une même zone. Une image géo-référencée est donc une image brute associée à une fonction de correspondance (image/terrain). Il est alors possible de calculer pour chaque pixel ses coordonnées géographiques. Le géo-référencement consiste donc à

Chapitre(III) :L'étude de l'évolution du trait de la cote

correspondre chaque amorce au niveau de l'ancienne carte à ses coordonnées géographiques prélevées sur la nouvelle carte. (Teffahi. 2018)

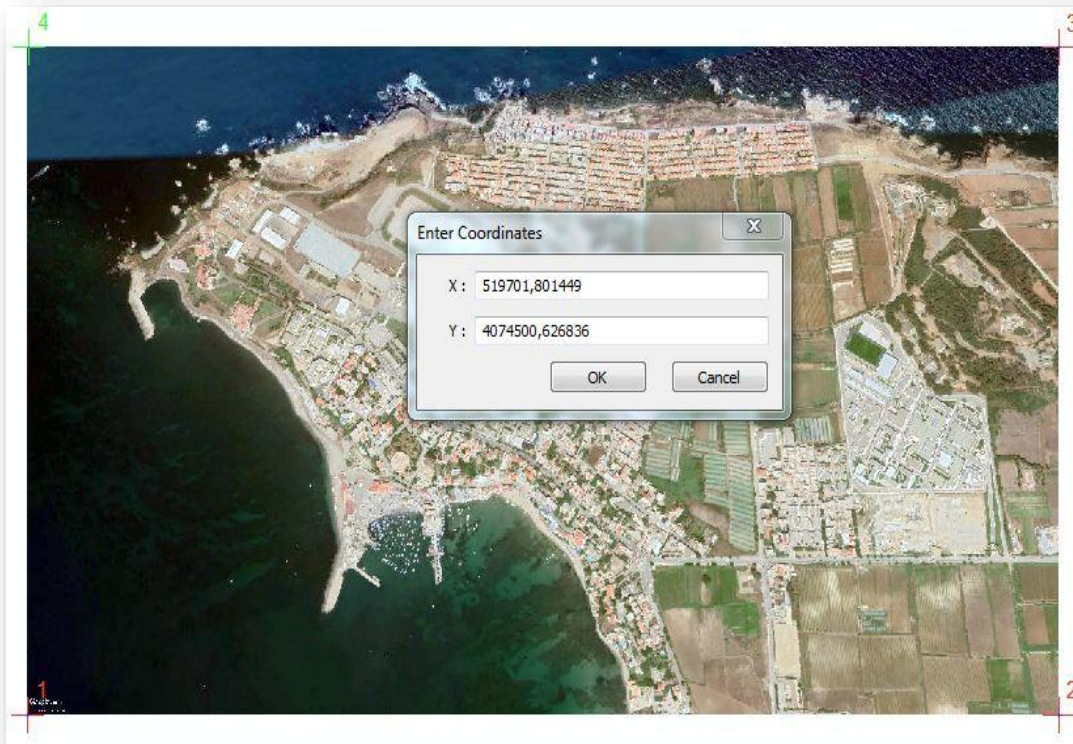


Figure (III)- 5 : Le géo référencement de la zone d'étude sous Arc Gis 10.2.

5.2.2. Digitalisation des traits de côte :

La digitalisation dans ce cas est de tracer une ligne fictive qui sépare la mer de la terre et définit le trait de côte, la digitalisation se fait grâce l'aide de l'outil « Editor » du logiciel « ArcGIS », pour extraire les différents traits de cote correspondants à chaque date.

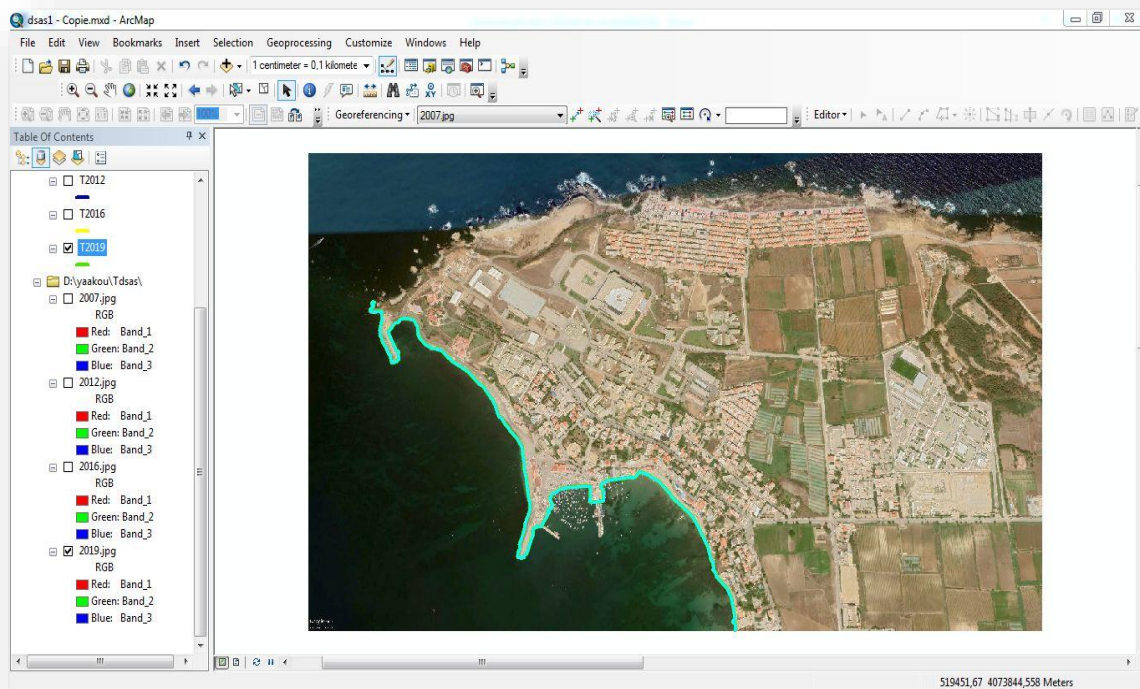


Figure (III)- 6 : La digitalisation du trait de côte de la zone d'étude.

5.2.3. Création de la géo-data-base :

Création d'une base de données (géo-data-base personnelle) sous Arc Catalog dans laquelle toutes les données seront créées et stockées.

A. Création du trait de côte :

Cette base de données permet de créer et regrouper toutes les classes d'entités (traits de côte) qui ont le même système de coordonnées projeté (WGS84_UTM) et le même type de géométrie (une ligne) puis on fusionne ces traits de côte dans une seule classe d'entité qui s'appelle (Merge) qui a le même système de coordonnées projeté (WGS84_UTM) et le même type de géométrie (une ligne) en utilisant Arc Toolbox (l'outil Append).

Chapitre(III) :L'étude de l'évolution du trait de la cote

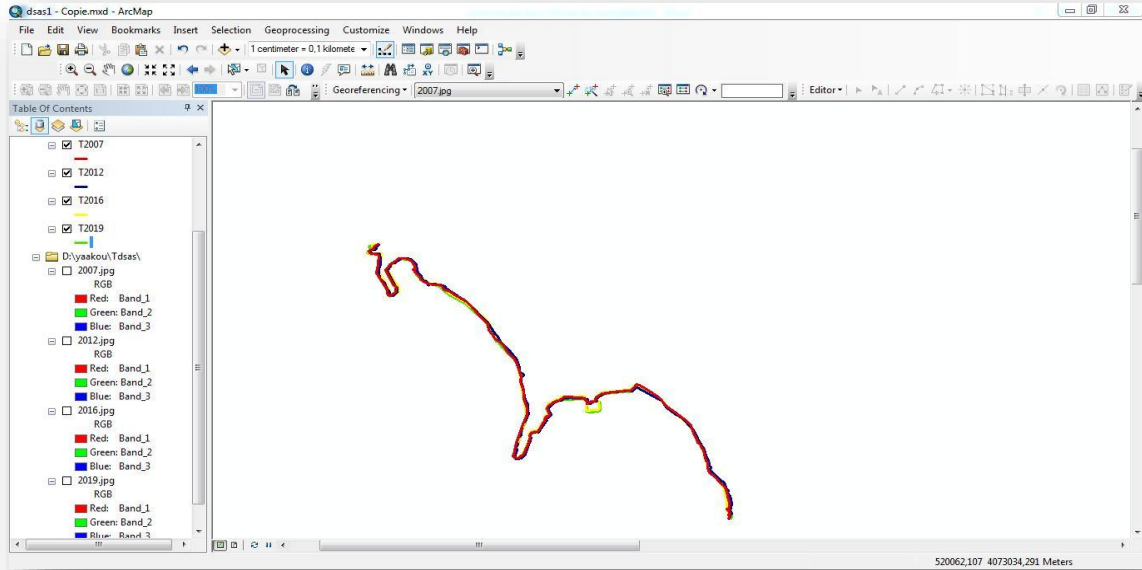


Figure (III)- 7 : La création des traits de cote de la zone d'étude.

B. Création de la couche « Baseline » :

La ligne de base considérée comment étant une ligne de référence pour Dsas et elle est très nécessaire dans le but de la génération des transects, ainsi que pour le calcul statistique de l'évolution des traits de côte. Elle représente une classe d'entité sous Arc Gis qui elle a le système de coordonnée projeté (WGS84_UTM) et le type de géométrie (une ligne).

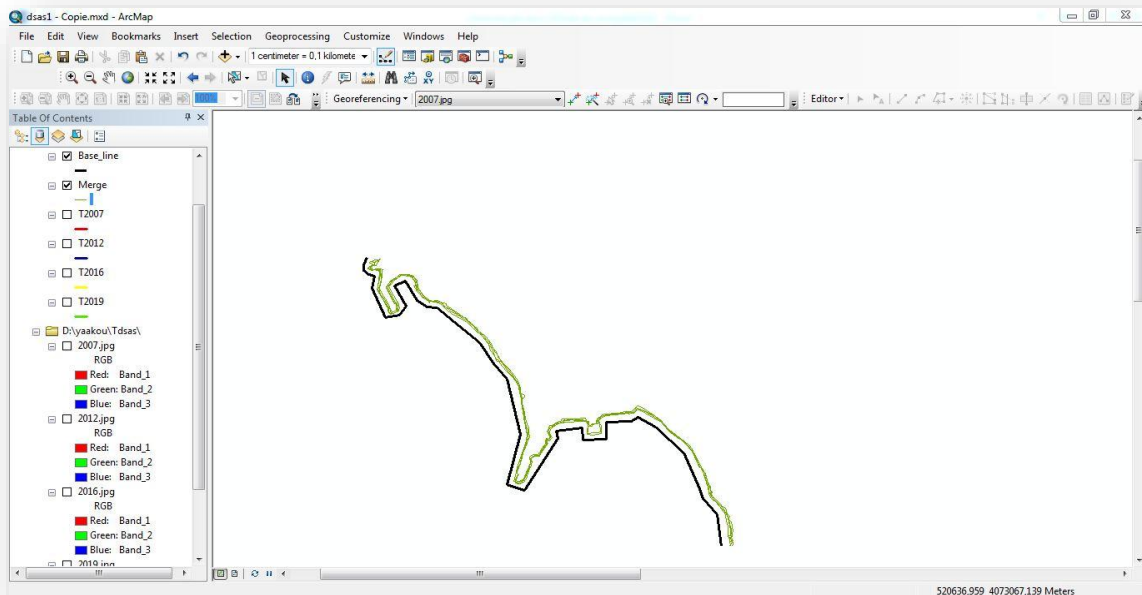


Figure (III)- 8: L'ajout de la ligne de base dans la zone d'étude.

Chapitre(III) :L'étude de l'évolution du trait de la cote

C. Création des transects :

Ces transects ont été réalisés grâce à la fenêtre de dialogue du Dsas, les traits de côte et la ligne de base ; ils sont caractérisés par un nombre 497 transects et par une longueur de 100 m et une distance 05 m qui sépare 2 transects successifs.

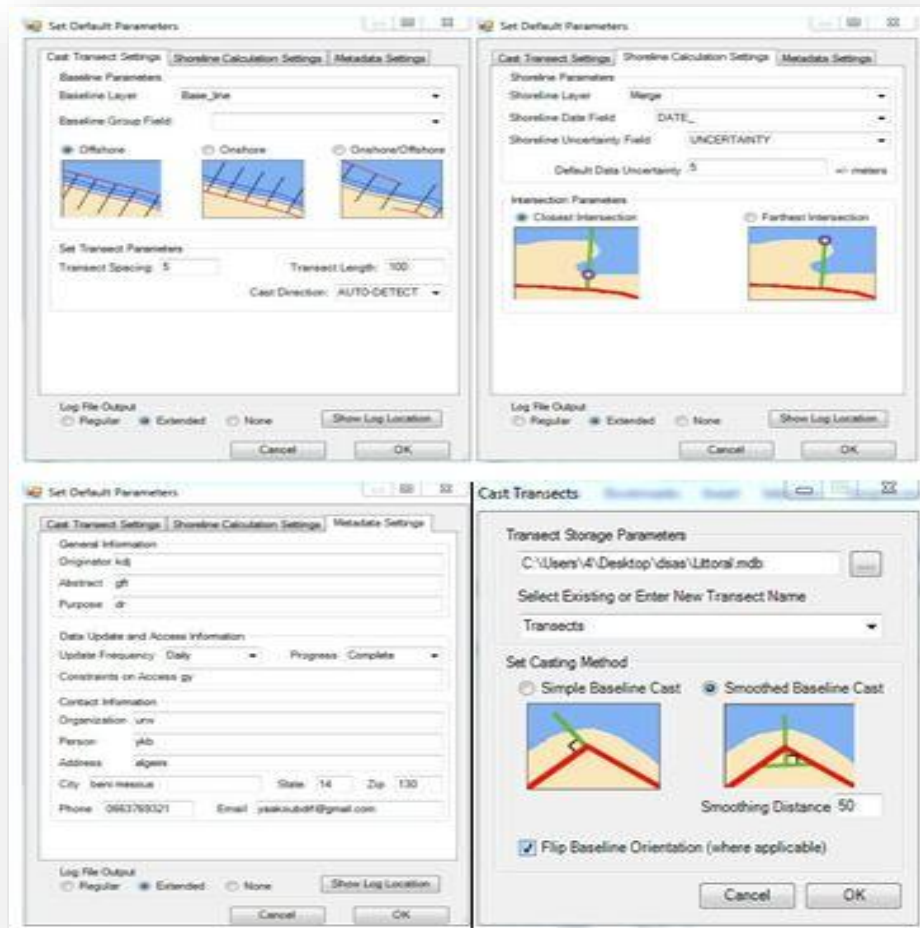


Figure (III)- 9 : Fenêtre de dialogue de la création des transects sur logiciel Arc GIS/extension Dsas.

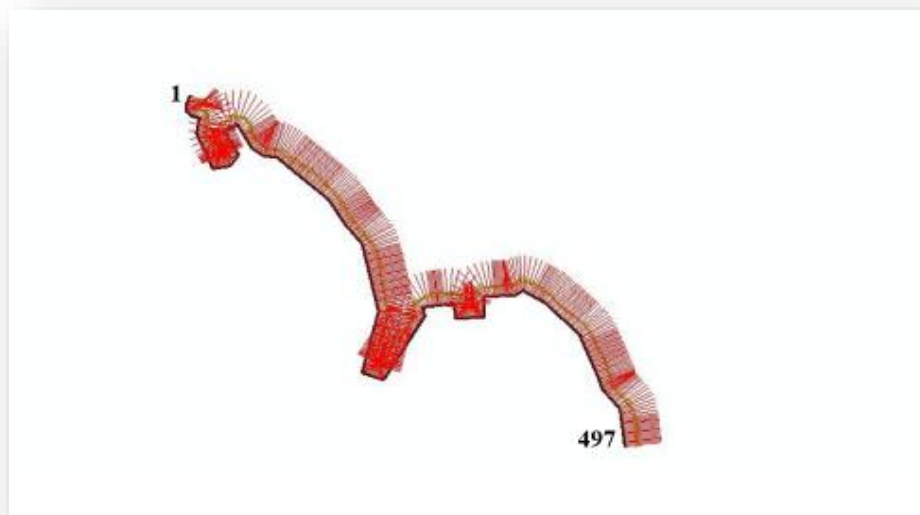


Figure (III)- 10 : Création des transects sur logiciel Arc GIS/extension Dsas.

5.2.4. Lancement de calcul :

Les taux de changements de rivages sont calculés en utilisant des méthodes NSM, EPR et LRR.

A. Analyse de la méthode Net Shoreline Movement (NSM) :

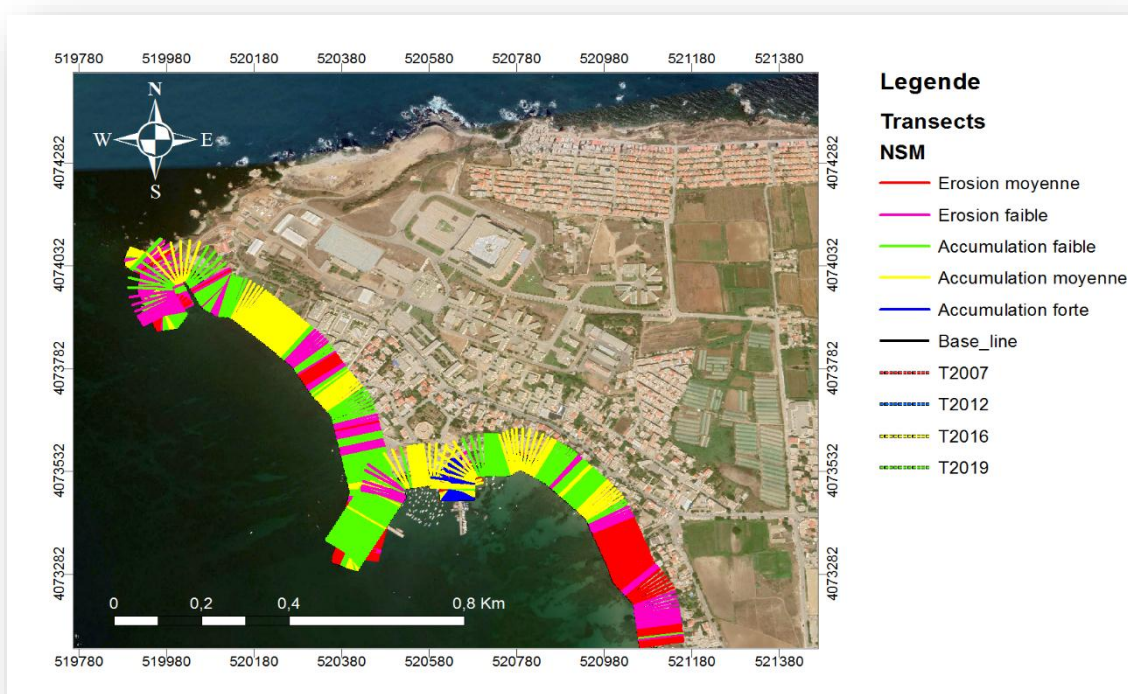


Figure (III)- 11 : Résultat cartographique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode NSM en (m) entre 2007 et 2019.

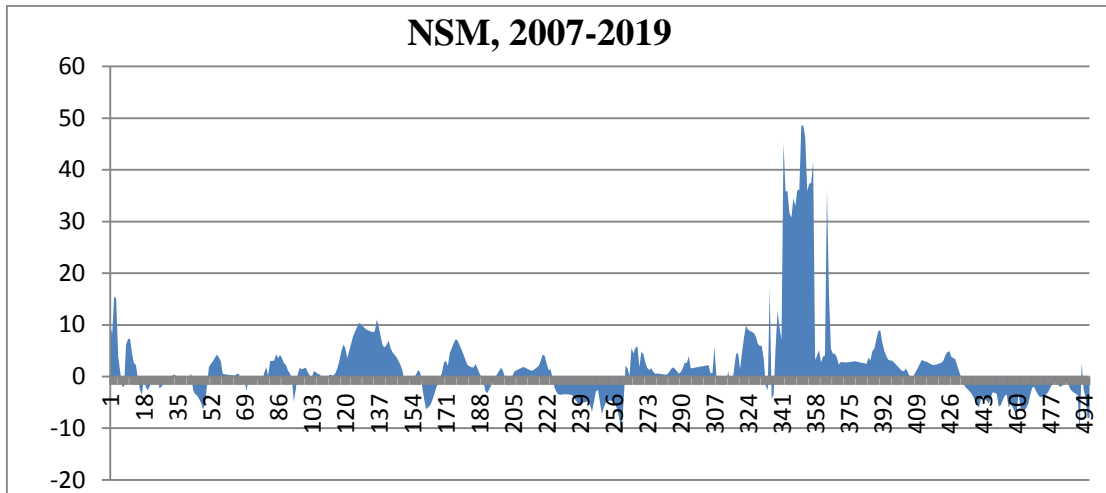


Figure (III)- 12 : Résultat graphique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode NSM en (m) entre 2007 et 2019.

Commentaire :

Les deux (Figure (III)-11, et Figure (III)- 12) montrent les variations de la distance en mètre entre le trait de côte de l'année 2007 et celui de l'année 2019.

Cette zone d'étude fait apparaître une érosion d'une fois et une accumulation de l'autre fois avec une tendance variable sur un littoral de longueur 2.5km et une durée 12 ans, on observe, généralement une accumulation sédimentaire très importante que l'érosion sur ce site d'étude avec une moyenne de l'ordre 5.43 m dans une durée 12 ans, on distingue une accumulation importante entre les caps (Matifou, Perrouse) et dans la plage (Tamenfoust-Est) ; tandis que on distingue moyennement, une érosion de l'ordre -3m, elle est faible au niveau des caps et plus importante que celle des caps au niveau de la bande avoisinante de cette plage.

B. Analyse de la méthode End Point Rate (EPR) :

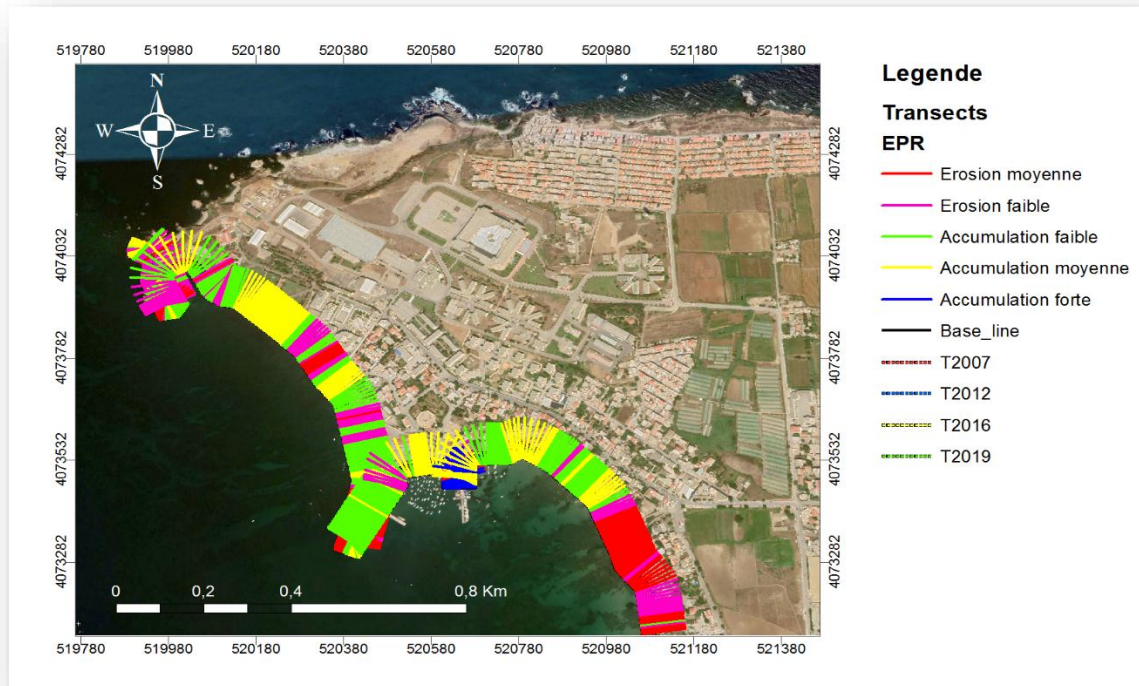


Figure (III)- 13 : Résultat cartographique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode EPR en (m/an) entre 2007 et 2019.

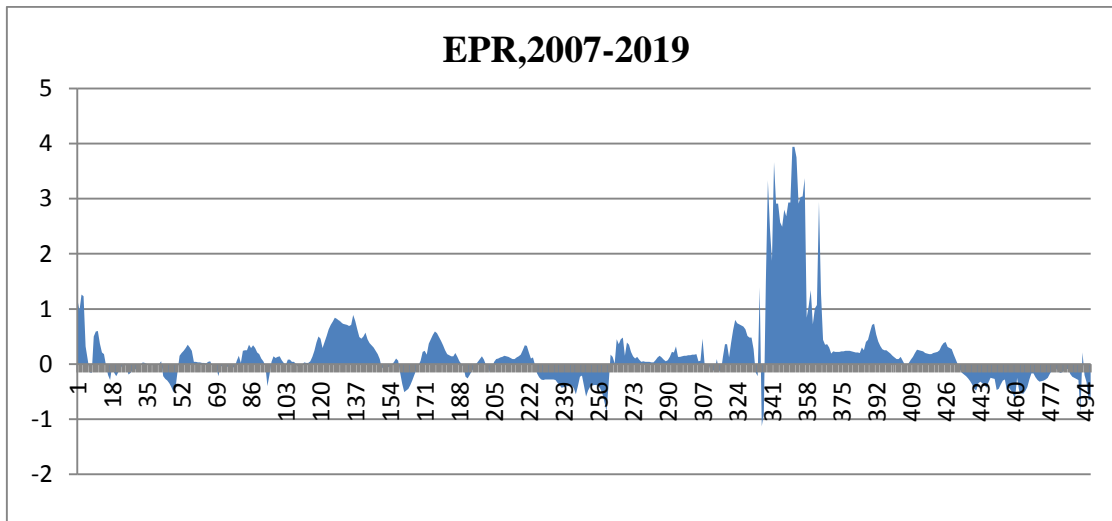


Figure (III)- 14: Résultat graphique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode EPR en (m/an) entre 2007 et 2019.

Chapitre(III) :L'étude de l'évolution du trait de la cote

Commentaire :

Les deux (Figure (III)-13, et Figure (III)- 14) montrent les vitesses en m/an de variation entre le trait de côte de l'année 2007 et l'autre de l'année 2019.

Le taux moyen général de vitesse de l'accumulation de cette zone d'étude est très important et présente la valeur 0.45m/an, plus précisément la bande comprise entre les 2 caps (Matifou, Pérousse) caractérise par une vitesse 0.44 m/an et la plage (Tamenfoust-Est) caractérise par une vitesse 0.33m/an, par contre la zone d'étude caractérise aussi par une vitesse moyenne de l'érosion -0.25m/an ; plus précisément, -0.26m/an au niveau de la bande avoisinante de cette plage ; -0.2m/an au niveau des caps.

C. Analyse de la méthode Linear Regression (LRR) :

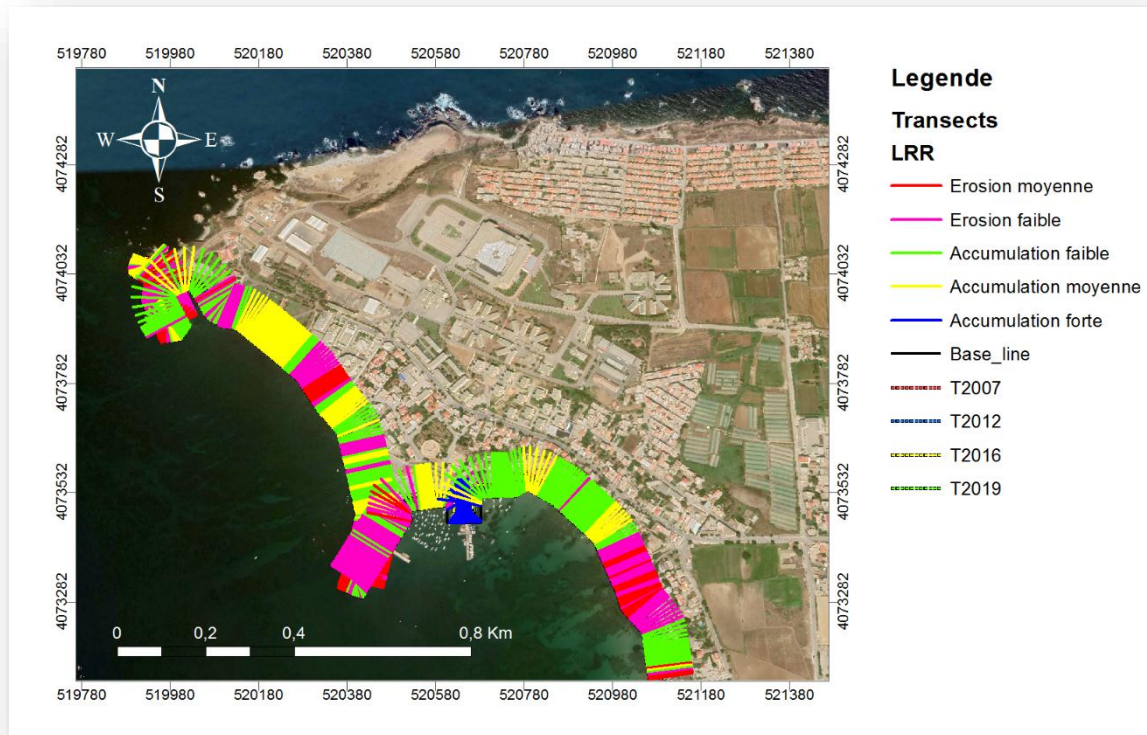


Figure (III)- 15 : Résultat cartographique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode LLR en (m/an) entre 2007 et 2019.

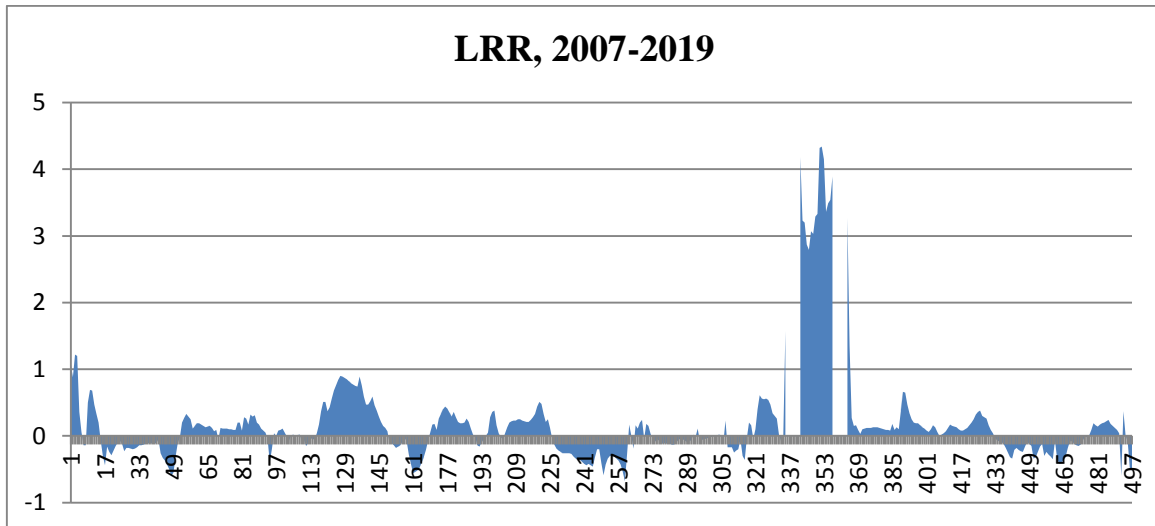


Figure (III)- 16 : Résultat graphique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode LRR en (m/an) entre 2007 et 2019.

Commentaire :

Les deux (Figure (III)-15, et Figure (III)- 16) indiquent les vitesses en m/an de variation entre ensemble du trait de côte de l'année 2007 jusqu'à 2019.

Les résultats de vitesse de la méthode LRR sont presque similaires aux résultats de vitesse de la méthode EPR car La méthode LRR n'est pas très différente de la méthode EPR mais il y aura une différence dans leurs résultats de vitesse, cette différence n'est pas assez importante et s'explique que la méthode LRR prend un ensemble de trait de côte mais la méthode EPR prend en considération seulement 2 traits de cote le plus ancien et le plus récent.

D. Explication des résultats :

Ces résultats obtenus peuvent s'expliquer à cause ces notions :

-la forme et la nature du substrat et du rivage peuvent contrôler les activités hydro sédimentaires, tel que les plages sableuses caractérisent par un aspect érosif très fort, leur érosion ou leur accumulation dépend de leurs formes et de l'hydrodynamisme (force, direction des houles et vagues, les courants), en revanche les caps caractérisent par un aspect érosif faible sauf dans quelques cas (dégâts, hydrodynamisme fort), ils jouent le rôle de l'épi et brise lame selon leurs formes, donc ils peuvent empêcher ou faiblir l'hydrodynamisme et créer de zone calme avec des courants faibles; cela explique l'accumulation des dépôts dans la bande entre les caps.

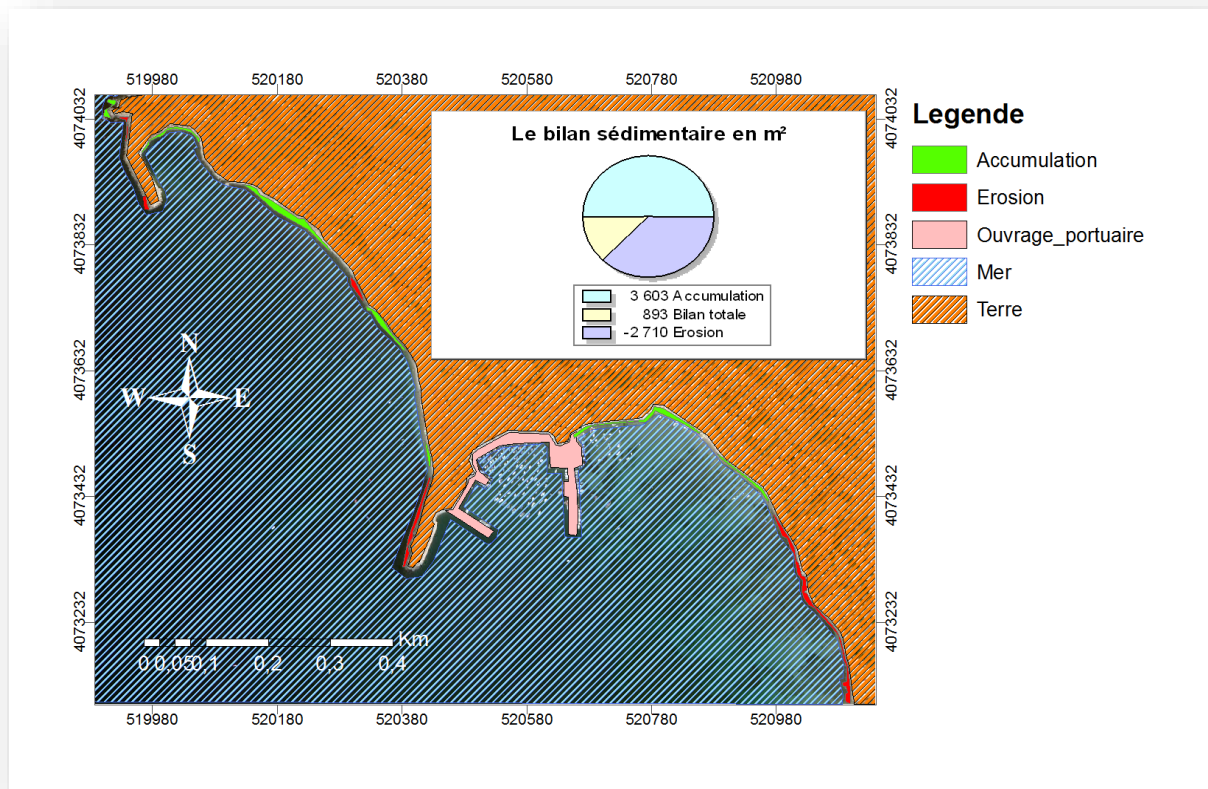
Chapitre(III) :L'étude de l'évolution du trait de la cote

- la bande avoisinante de la plage (Tamenfoust-Est) présente un aspect érosif et un transfert des sédiments de la cote vers le large car l'hydrodynamisme était efficace et que le courant de nappe de retrait plus important que le courant de jet de rive.

-les ouvrages de protection portuaires peuvent contrôler le transport hydro sédimentaire, dans notre cas le port de marssa sert à faiblir l'hydrodynamisme et stocker les sédiments à voisinage de lui, cela explique l'accumulation au niveau de plage (Tamenfoust-Est).

5.2.5. Bilan surfacique de la zone d'étude :

Le changement du rivage durant les 12ans permet d'estimer les pertes et gains de sédiments exprimés en unité de surface tout au long de la zone d'étude à partir de la digitalisation des traits de cote.



Figure(III)-17 : Bilan surfacique sédimentaire de la zone d'étude durant la période 2007-2019.

Commentaire :

-La carte au-dessus représente le bilan surfacique quantitatif de la zone d'étude pendant 12 ans, tel que le bilan total de l'érosion est -2710 m^2 et le bilan annuel de l'ordre $-226 \text{ m}^2/\text{an}$, tandis que le bilan total de l'accumulation est 3603 m^2 et le bilan annuel de l'ordre $300 \text{ m}^2/\text{an}$.

-Dans ce site d'étude et dans cette durée, l'accumulation a été dominante avec une différence totale 893 m^2 et un gain surfacique annuel $74.4 \text{ m}^2/\text{an}$.

III.6. Conclusion :

L'analyse chronologique des traits de côte pendant 12 ans a permis de déterminer les tendances et changement évolutives de la zone d'étude Tamenfoust qui a connu une accumulation plus importante que l'érosion.

Parmi les principales causes contrôlant l'érosion et l'accumulation il y a les causes naturelles comme la forme et nature du substrat, l'hydrodynamisme et il y a aussi l'activité humaine comme l'urbanisation, la construction des ouvrage de protection comme les ports.



**Chapitre (IV) : Etude
bathymétrique et hydro
sédimentaire**

IV.1.Introduction :

Avant le développement de méthodes d'observation indirecte des fonds marins, seules les observations directes étaient disponibles (photographie sous-marine, observation de plongeurs). Ces dernières étaient particulièrement difficiles à mettre en œuvre dès que les profondeurs devenaient importantes (au-delà de quelques dizaines de mètres) et ne permettaient pas l'étude de surfaces importantes : il était donc délicat d'obtenir le recul nécessaire à la connaissance et à la compréhension globale des fonds marins. Aujourd'hui, de nombreux outils d'observation in situ sont à disposition afin de caractériser les fonds sous-marins, ainsi que d'étudier la dynamique des figures sédimentaires. Ainsi, la localisation des formes sédimentaires, leur géométrie, la nature du sédiment les constituant, leur mouvement, etc., peuvent être définis avec une excellente résolution spatiale grâce aux outils géoacoustiques. (**Idier, D. 2003**)

IV.2. Profondeur de fermeture :

La profondeur de fermeture est définie comme la limite à partir de laquelle le profil du fond ne change plus de façon significative et mesurable. (**Chopin, L. 2002**)

IV.3.Source des données bathymétriques :

-Carte bathymétrique (modèle de terrain) téléchargée en 16/08/2020 à partir le site GEBCO - The General Bathymetric Chart of the Oceans. (**www.gebco.net**)

-Tableau Excel des données bathymétriques (xyz) issu de cette carte bathymétrique en utilisant Arc Gis.

IV.4. Génération de la grille de points à partir des données brutes sous surfer :

À l'aide de la fonction « Grid data », on peut générer la grille de calcul à partir du fichier Excel (xyz) qui représente une multitude de points avec leurs coordonnées métriques dont les x sont les longitudes, les y sont les latitudes et les z représentent les profondeurs de ces points.

Chapitre (IV) : Etude bathymétrique et hydro sédimentaire

	A	B	C
1	X	Y	Z
2	517608,18557400000	4073379,51725000000	-42,12736552380
3	517118,27259400000	4074729,49157000000	-52,70733900320
4	519208,03301200000	4074064,37823000000	-14,59462788610
5	516021,84824700000	4072789,66671000000	-55,00000000000
6	520874,46656600000	4072982,10438000000	0,37622225797
7	520982,81698200000	4073457,62603000000	8,31564341254
8	519262,61084900000	4072991,06997000000	-19,40685856530
9	518485,50822900000	4074325,93577000000	-26,45465329290
10	516293,30336400000	4072683,09760000000	-54,48744185360
11	516289,99092100000	4074966,94777000000	-66,75844134250
12	516983,18275400000	4074464,44585000000	-53,83852387520
13	517127,40010900000	4072624,03570000000	-49,21246222920
14	518384,81776700000	4073976,65211000000	-23,61965916530

Figure (IV)-1 : Partie du tableau de données (X, Y, Z).

IV.5. Génération de la carte du modèle d'élévation du terrain sous surfer :

A l'aide de l'outil « 3D surface » et l'outil « contour layer », on peut générer le modèle numérique de terrain de notre zone d'étude comportant les lignes de profondeur et d'élévation à partir de la grille de points générées « Grid ».

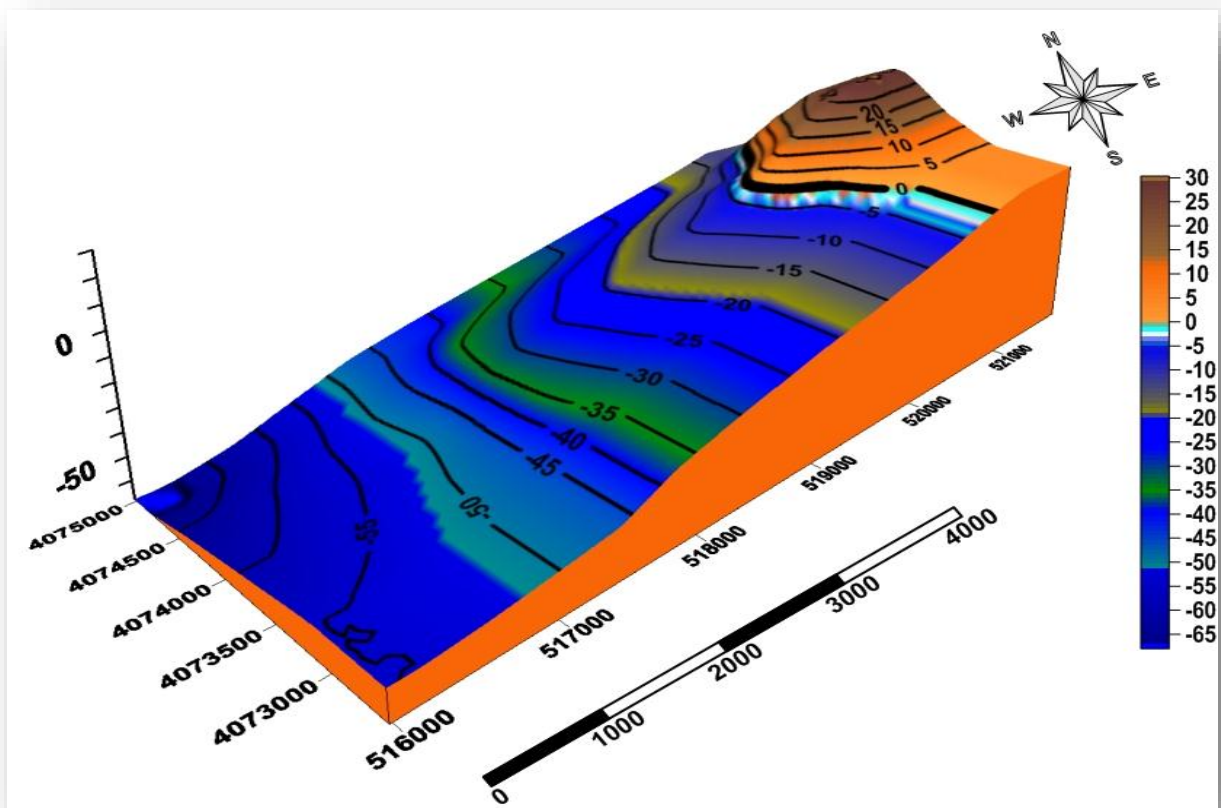


Figure (IV)-2 : Modèle numérique de terrain en 3D sur Surfeur 11.

Chapitre (IV) : Etude bathymétrique et hydro sédimentaire

Commentaire :

A partir de la carte du MNT, on peut distinguer que la zone d'étude « Tamenfoust » se caractérise par une morphologie régulière avec une pente importante près du cap Matifou, puis elle devient moins importante lorsque on se dirige de ce cap vers la plage Tamenfoust-Est et une pente douce au niveau de cette plage.

IV.6.Génération des profils bathymétriques avec le logiciel Global Mapper :

Le profil bathymétrique est une section par plan vertical de la surface topographique, dans ce cas, quatre profils bathymétriques ont été réalisés, chacun sur une distance de 1.5km et espacé d'environ 400m de l'autre couvrant toute la zone d'étude.

N.B : La carte utilisée pour tracer ces profils est celle téléchargée du site (www.gebco.net).

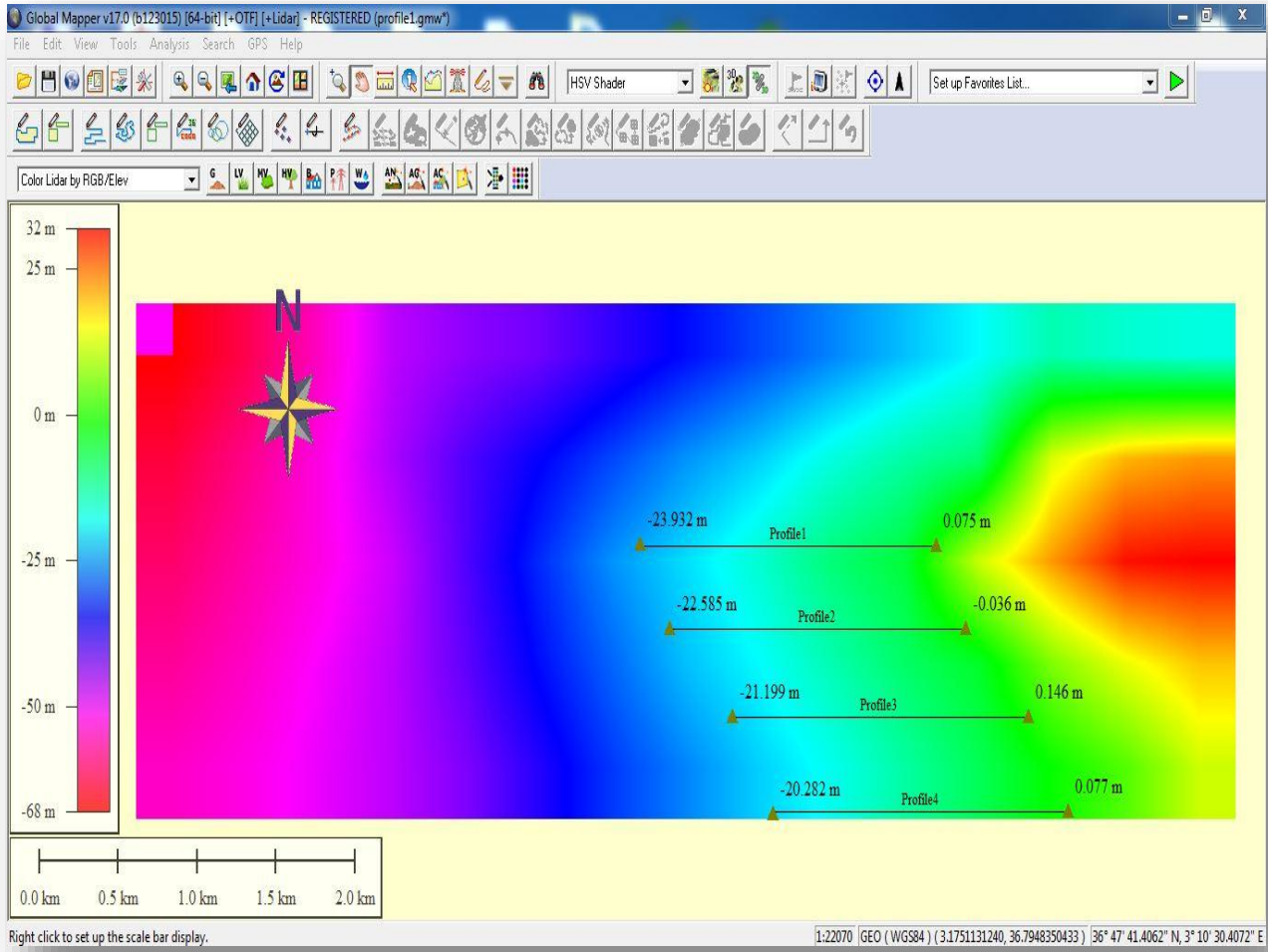


Figure (IV)-3 : Carte des profils bathymétriques réalisés par global mapper 17.

Chapitre (IV) : Etude bathymétrique et hydro sédimentaire

Profil 1 :

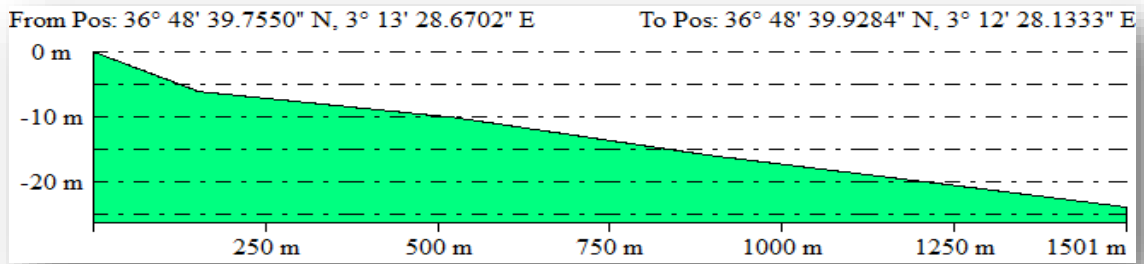


Figure (IV)-4 : Premier profil de la zone d'étude.

Commentaire :

Ce profil s'étend sur une distance 1501m et jusqu'à une profondeur -23.93m, se caractérise par une pente importante sur une distance 150m et jusqu'à à une profondeur 6.5m puis elle devient douce et régulière vers le large.

Profil 2 :

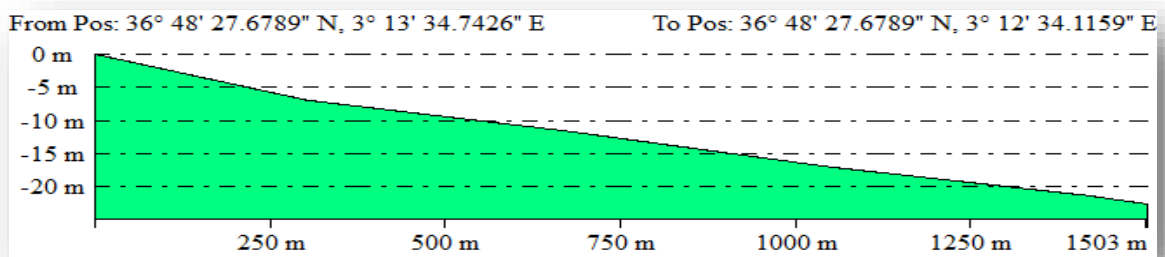


Figure (IV)-5 : Deuxième profil de la zone d'étude

Commentaire :

Ce profil s'étend sur une distance 1503m et jusqu'à une profondeur -22.58m, se caractérise par une pente un peu moins importante puis elle devient douce et régulière vers le large.

Profil3 :

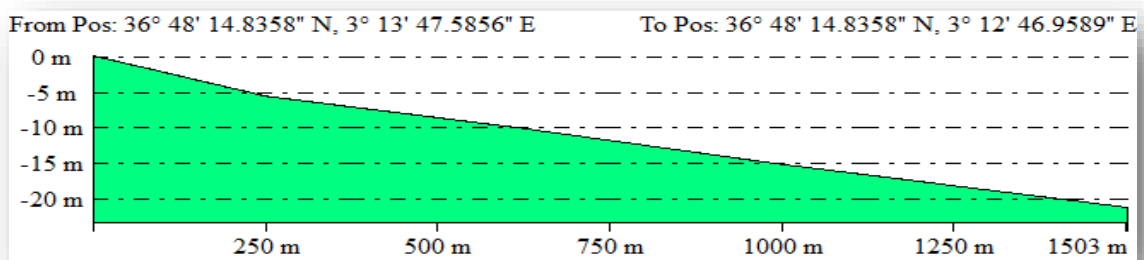


Figure (IV)-6 : Troisième profil de la zone d'étude.

Commentaire :

Ce profil s'étend sur une distance 1503m et jusqu'à une profondeur -21.19m, se caractérise par une pente un peu moins importante que celle du deuxième profile jusqu'à une distance 250m puis elle devient douce et régulière vers le large.

Profil4 :

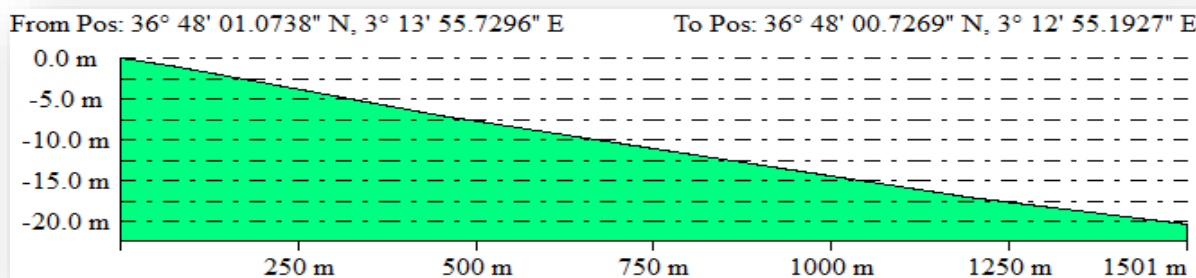


Figure (IV)-7 : Quatrième profil de la zone d'étude.

Commentaire :

Le 4eme profil s'étend sur une distance 1501m et jusqu'à une profondeur -20.28m, se caractérise par une seule pente moins importante et régulière de la cote vers le large.

Explication des résultats :

Lorsque on s'éloigne du cap Matifou vers la bande avoisinante de la plage Tamenfoust-Est la profondeur diminue et la pente devient moins importante et plus régulière de la cote vers le large peut s'expliquer :

-Que les diamètres des sédiments diminuent progressivement dans ce sens, donc la zone du cap Matifou se caractérise par des sédiments grossiers et la plage Tamenfoust-Est et la bande avoisinante d'elle se caractérisent par des sédiments fins.

IV.7. Aperçu du progiciel MIKE21 :

IV.7.1. Description du modèle de simulation MIKE 21:

MIKE 21 est une suite logicielle professionnelle de modélisation numérique 2D des écoulements à surface libre, développée par DHI Water & Environnement. Il permet la simulation de l'hydraulique et des phénomènes associés dans les rivières, les lacs, les baies, les zones côtières et les océans. (DHI, 2014)

La modélisation de la dynamique sédimentaire en milieu côtier, doit tenir compte des courants induits par la marée et les houles. Il s'ensuit que l'approche modélisatrice doit faire appel à un système de modélisation intégré comprenant 3 modèles numériques : un modèle hydrodynamique, un modèle de houle et un modèle de transport sédimentaire de particules non-

cohésifs, sous l'effet de l'action combinée des vagues et des courants. Dans ce contexte, le module MIKE21, comprend les calculs suivants (DHI, 2014):

- ✚ MIKE 21-SW (Spectral Waves Flexible Mesh);
- ✚ MIKE 21-HD (Hydrodynamic model);
- ✚ MIKE 21-ST (Non-Cohesive sediment transport).

IV.7.2. Modèle FM MIKE21/3 Couplé :

Le modèle FM MIKE21/3 Couplé comprend différents modules, nous pouvons sélectionner pour être inclus dans la simulation : hydrodynamique, transport du sable, spectre de vague, etc. ... Le modèle comprend également un couplage dynamique entre le module de transport du sable et le module hydrodynamique et le module spectral de vague (DHI, 2014h). Le pas de temps global discret est utilisé pour déterminer la fréquence de sortie qui peut être obtenue à partir des différents modules et synchroniser le couplage entre les différents modules. Le pas de temps local pour le module d'onde spectrale (SW) et le module de transport de sable (ST) peut être défini comme un multiple du pas de temps global et d'un facteur de pas de temps. (DHI, 2014h).

Les interactions entièrement dynamiques suivantes entre le module hydrodynamique et le module spectral de vague sont possibles (DHI, 2014h) :

- Dans le module hydrodynamique, il est possible d'inclure le champ de contrainte et de rayonnement à partir de la simulation de spectre de vague (DHI, 2014h) ;
- Dans le module spectral de vague, il est possible d'inclure la variation du niveau d'eau à partir de la simulation hydrodynamique (DHI, 2014h) ;
- Dans le module spectral de vague, il est possible d'inclure la variation de courant à partir de la simulation hydrodynamique (DHI, 2014h).

IV.7.3. Modèle de vague de MIKE (MIKE 21-SW):

Le système logiciel MIKE21 se compose de différents modules de houle. Nous choisissons le module SW pour modéliser la propagation de la houle dans le secteur d'étude. Le modèle spectral de vague MIKE21 SW est similaire au SWAN. Le module SW est l'un des outils de modélisation numérique pour l'étude de modèle spectral vent-vague. C'est un modèle de propagation des vagues de phase moyenne basé sur une grille à maillage flexible.

Il est particulièrement applicable pour l'analyse des vagues simultanées à la fois à l'échelle régionale et locale. Le maillage flexible permet une résolution spatiale grossière pour la zone au large et une haute résolution en eau peu profonde et sur le littoral. Le modèle SW simule la croissance des vagues par l'action du vent, l'interaction non-linéaire vague-vague, la dissipation

due au moutonnement, la dissipation due au frottement de fond, la dissipation due au déferlement de la vague, la réfraction de la houle par les variations de profondeur, l'interaction vague courante l'effet de profondeur d'eau variant dans le temps.

IV.7.4. Modèle hydrodynamique de MIKE (MIKE21- HD) :

Le modèle hydrodynamique MIKE21 HD résolve les équations bidimensionnelles classiques de Saint-Venant par la méthode en volume fini sur une grille à maillage flexible et par la méthode des différences finies sur une grille à maillage rectangulaire. Il traite le frottement sur le fond, l'effet des événements météorologiques (vent et pression atmosphérique), la force de Coriolis, etc. ... Il nous permet de simuler les courants côtiers dus à l'action de la houle dans la zone de déferlement.

IV.7.5. Modèle de transport de sable (MIKE21- ST) :

Le calcul du transport de sable se fait selon deux périodes, l'une avant l'implantation des ouvrages et la seconde après l'implantation de ces derniers. Dans MIKE21, nous pouvons calculer ces cas en utilisant les données d'entrée tels que les vagues, les vents, et les caractéristiques des sédiments des fonds. Les transports sédimentaires sont calculés dans 2 conditions telles que courant pur et combinaison des houles et des courants. Deux méthodes de simulation sont disponibles dans les conditions combinées de la houle et du courant (DHI, 2014) : la méthode STP « **Sediment Transport Program** » de DHI et la méthode Bijker. Elles utilisent l'équation du transport sédimentaire qui est calculée comme suit (DHI, 2014) : $q_{tb} = q_b + q_s$

Où q_{tb} , q_b , et q_s sont le transport total des sédiments, le transport par charriage, et le transport par suspension, respectivement.

La méthode STP traite les différences de phase de l'écoulement oscillatoire, la tension du cisaillement sur le fond et la concentration sédimentaire en suspension dans sa formulation pour le calcul du transport sédimentaire (DHI, 2014m). Deux méthodes de simulation sont disponibles : modèle 2DH et modèle STPQ3D. Le modèle 2DH est une approche de plan bidimensionnel horizontal (2DH). Les transports sédimentaires sont calculés dans le sens du courant moyen, avec une composante transversale résultante de la pente des fonds (DHI, 2014). (Than. 2015)

IV.8. Matériel et méthode :

IV.8.1. Base des données :

A- Données du trait de côte : Les données points du trait de côte ont été obtenues à partir la digitalisation du trait de côte de la carte bathymétrique de site navionics sous Arc Gis.

Chapitre (IV) : Etude bathymétrique et hydro sédimentaire

B- Données bathymétriques : Les données points xyz de la zone d'étude ont été obtenues à partir la digitalisation des isobathes de la carte bathymétrique de site navionics sous Arc Gis.

C- Donnée de la houle et vent : dans ce cas, les données des houles et vent sont annuelle (année 2019) et les secteurs les plus dominants sont le Nord- est et l'Ouest

Tableau (IV)-1 : Répartition de vitesse du vent et de l'hauteur équivalente des houles au large par période et direction. (www.waveclimate.com)

Direction	Période (s)	L'hauteur significative (m)	Vitesse du vent (m/s)
Nord Est 45°	12,64	3,14	12,4
Ouest 270°	9,52	3,33	16

D- Une table sédimentaire : crée par Mike 21 toolbox (.21t) « Generation of Q3D Sediment Tables »

N.B : nous avons travaillé avec les données du site navionics en 2020 car il donne une bathymétrie plus précise que celle du site gebco d'allant de 2 m de profondeur vers le trait de côte.

IV.8.2. Génération de la carte bathymétrique :

Cette carte a été faite grâce au logiciel mike zéro et a partir les données du trait de côte et bathymétrie extraites de la digitalisation de la carte bathymétrique du site navionics.

La zone d'étude est celle entourée par un rectangle.

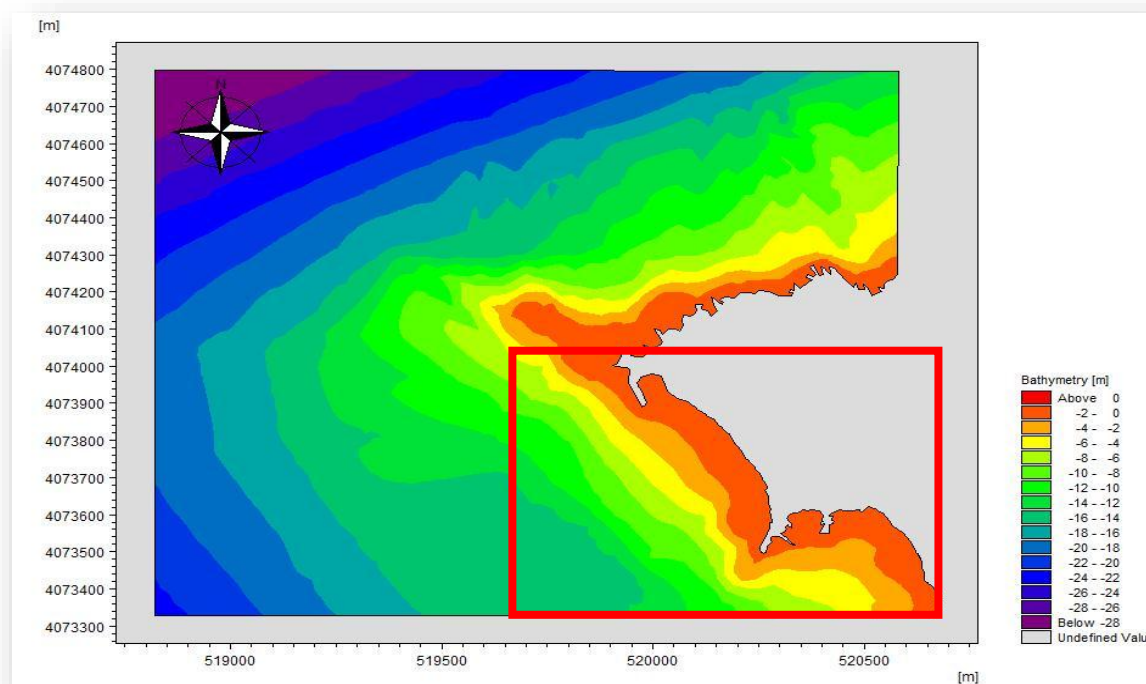


Figure (IV)-8 : Carte bathymétrique sur mike zéro.

IV.8.3. Création de la mesh :

Création d'une mesh de la zone d'étude en utilisant l'extension « Mesh Generator ».

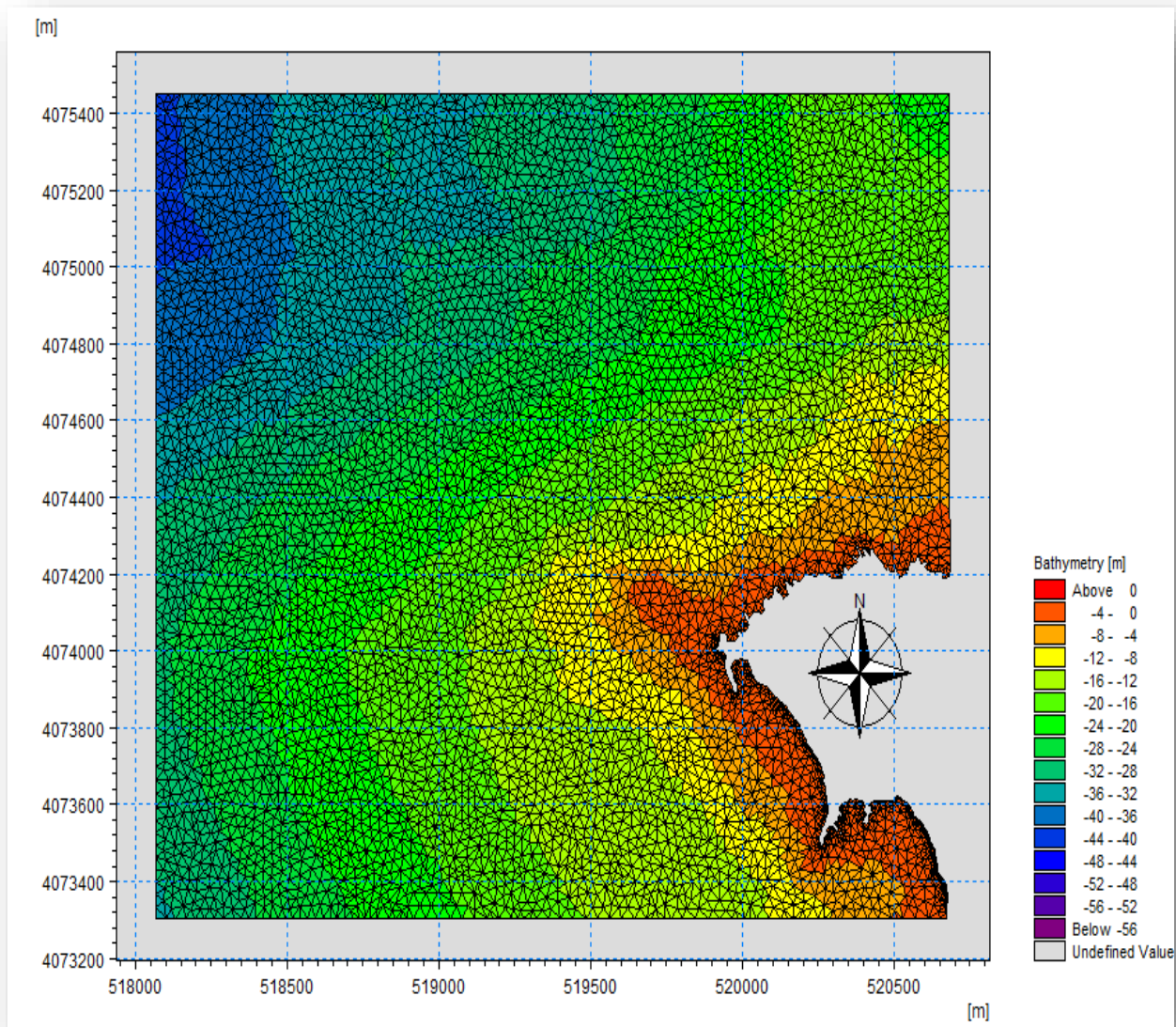


Figure (IV)-9 : Maillage du domaine de travail de la zone d'étude.

IV.8.4. Configuration du fichier de simulation « coupled model (FM) » :

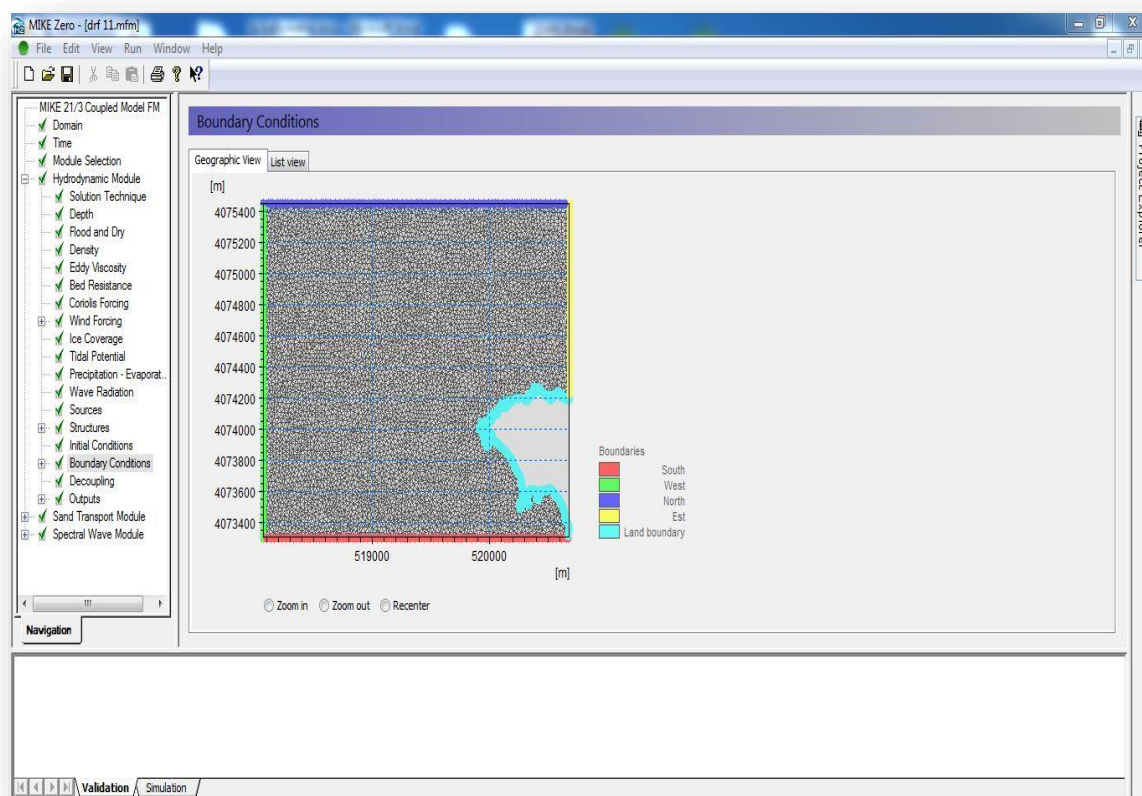


Figure (IV)-10 : Interface du Coupled Model (FM).

IV.8.5. Paramètre du modèle « MIKE 21/3 Coupled Model FM » :

Avant de lancer la simulation, un certain nombre de paramétrages sont requis afin de bien calibrer le modèle à la zone d'étude

- Le choix de l'extension : « Coupled Model FM.mfm »
- La charge du maillage et la définition des limites du domaine de travail
- Le réglage de la durée de la simulation : la date et l'heure
- La sélection des 3 modèles : HD, ST et SW
- Paramétrage de chaque modèle : données concernées (étape de temps, profondeur, vent, houle, table de sédiment, propriété des sédiments, choisir les équations basiques, conditions aux limites, le choix des fichiers de sortie.
- Lancer les simulations.

Chapitre (IV) : Etude bathymétrique et hydro sédimentaire

IV.9. Résultats et discussions :

IV.9. 1. Résultats de calcul pour le SW (réfraction de la houle) :

On a choisi 5 points au niveau de profondeur -1m et 5 points au niveau de profondeur -3m couvrant tout la zone d'étude pour extraire les résultats de réfraction de la houle en utilisant modèle Data Extraction FM.

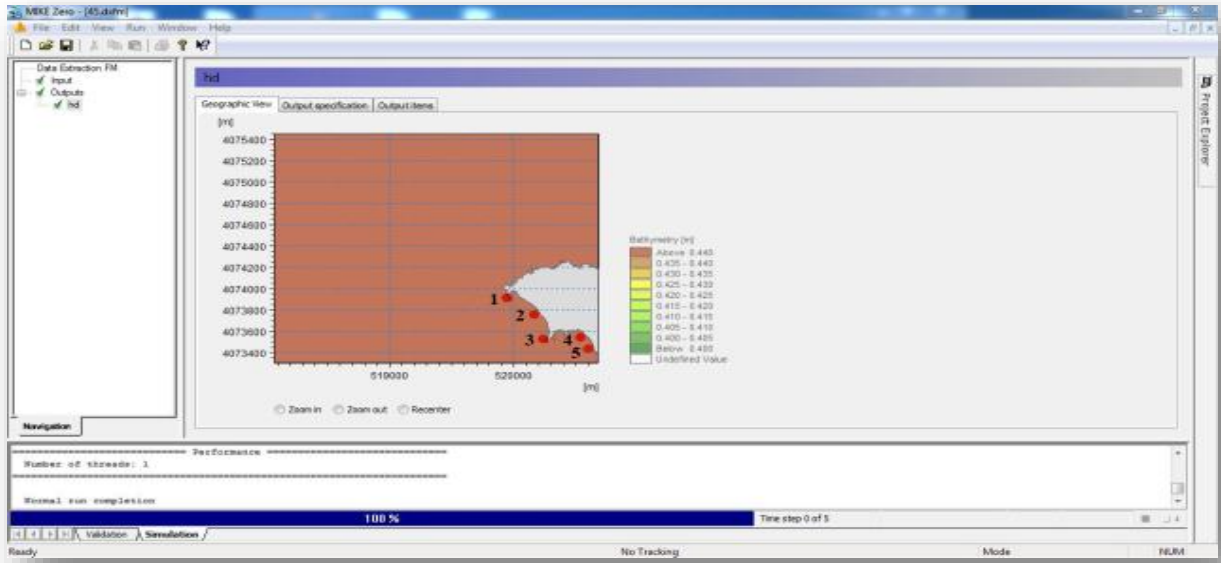


Figure (IV)-11 : Carte des points d'extraction des résultats pour -1 de profondeur.

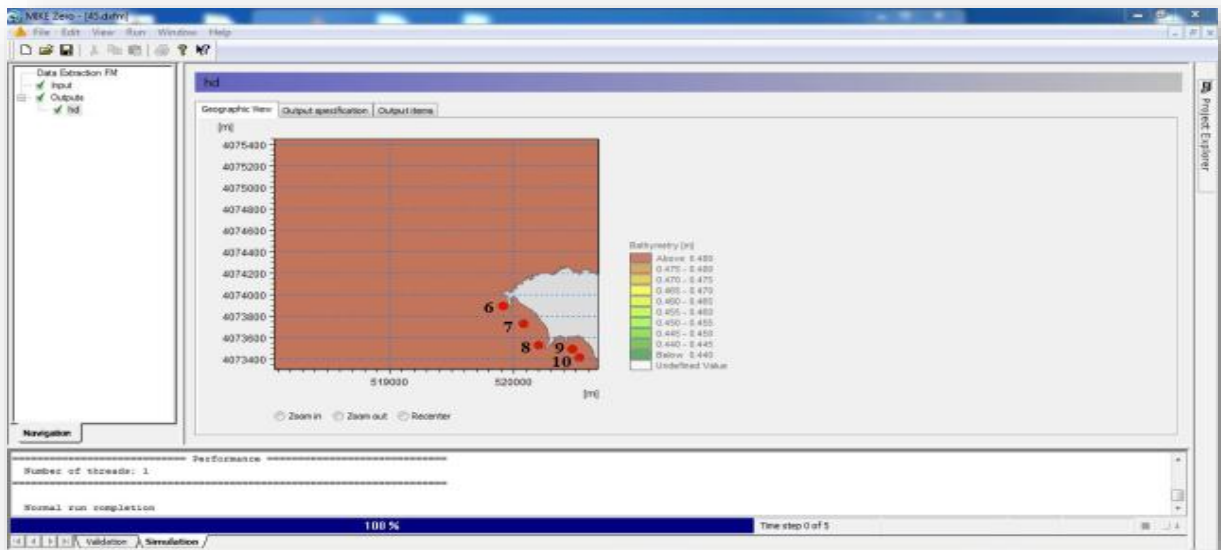


Figure (IV)-12 : Carte des points d'extraction des résultats pour -3 de profondeur.

Chapitre (IV) : Etude bathymétrique et hydro sédimentaire

Tableau (IV)-2 : Points d'extraction des résultats de réfraction de la houle du secteur Nord-est 45°.

Points	Profondeur (m)	Direction	Hs au large (m)	Hs Locale (m)	Angle de l'incidence (°)	Kr	Réfraction (%)
1	-1	N-E 45°	3,14	1,01	256,5	0,32	68
2	-1	N-E 45°	3,14	0,96	254,3	0,31	70
3	-1	N-E 45°	3,14	0,95	258,8	0,3	70
4	-1	N-E 45°	3,14	0,46	233,3	0,146	85,4
5	-1	N-E 45°	3,14	0,5	248,8	0,159	84,1
6	-3	N-E 45°	3,14	1,16	266,9	0,32	68
7	-3	N-E 45°	3,14	1,08	264,5	0,34	66
8	-3	N-E 45°	3,14	1,01	262,2	0,32	68
9	-3	N-E 45°	3,14	0,5	235,9	0,159	84,1
10	-3	N-E 45°	3,14	0,51	256,4	0,162	83,8

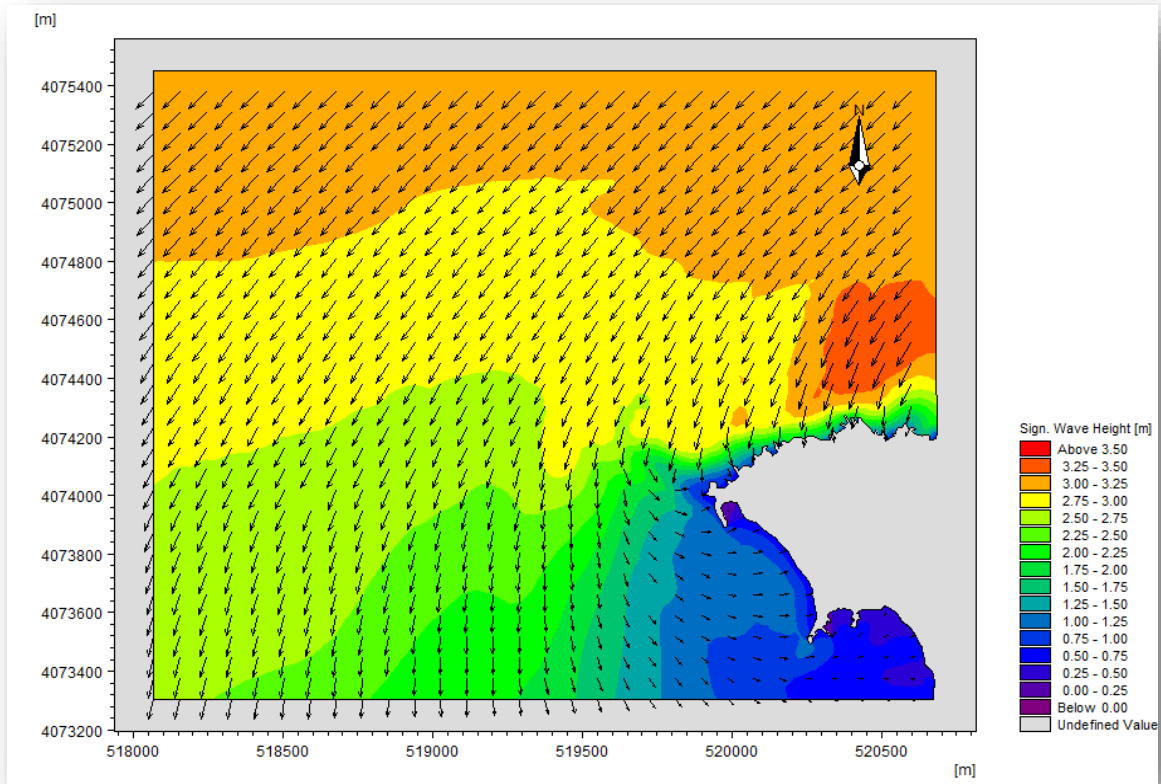


Figure (IV)-13 : Carte de la réfraction de la houle Nord est 45°, T=12.64s.

Commentaire :

La Figure (IV)-13 représente les résultats obtenus de la réfraction de la houle du secteur Nord-est 45° dont des hauteurs significatives varient de 0m à 3.5m pour une période

Chapitre (IV) : Etude bathymétrique et hydro sédimentaire

$T=12.64s$. Les vecteurs représentent par leurs sens la direction de propagation de la houle, leurs longueurs sont proportionnelles à la hauteur de la houle.

Le coefficient de shoaling est défini comme étant la hauteur significative locale divisé par la hauteur significative au large, $K_r = H_s / H_0$.

Dans ce cas, le coefficient de shoaling varie de 0.15 à 0.32 à une profondeur -1m et de 0.16 à 0.34 à une profondeur -3m d'aller du cap Matifou jusqu'à la plage Tamenfoust-Est. Cette différence due essentiellement à la pente, car le coefficient de shoaling diminue avec la diminution de la pente.

La propagation de la houle se traduit à l'approche du rivage par une modification de ces paramètres donc une diminution de l'énergie de la houle avec la diminution de profondeur suivie par une diminution de la hauteur de la houle et une déviation importante de l'angle d'incidence, cela exprime le phénomène de réfraction.

Au niveau de la plage Tamenfoust-Est et au niveau de profondeur -3m et -1m, la houle se réfracte avec un angle d'incidence moyen $243,6^\circ$ et perd presque plus de $3/4$ de son énergie, par contre elle perd plus de $1/2$ au niveau des bandes restées, cette différence due à la pente, car la plage se caractérise par une pente douce et la distance horizontale entre 2 profondeurs est plus importante pour le frottement des houles avec le fond et la diminution de leurs énergies.

Tableau (IV)-3 : Points d'extraction des résultats de réfraction de la houle du secteur Ouest 270° .

Points	Profondeur (m)	Direction	Hs au large (m)	Hs Locale (m)	Angle de l'incidence ($^\circ$)	K_r	Réfraction (%)
1	-1	W 270°	3,33	1,58	247,9	0,47	53
2	-1	W 270°	3,33	1,23	249,2	0,37	63
3	-1	W 270°	3,33	1,74	250,4	0,52	48
4	-1	W 270°	3,33	1,07	231,2	0,32	68
5	-1	W 270°	3,33	1,21	247,3	0,36	64
6	-3	W 270°	3,33	2,53	252,5	0,76	24
7	-3	W 270°	3,33	2,43	253,5	0,73	27
8	-3	W 270°	3,33	2,47	251,4	0,74	26
9	-3	W 270°	3,33	1,63	234,1	0,49	51
10	-3	W 270°	3,33	1,95	251,5	0,59	41

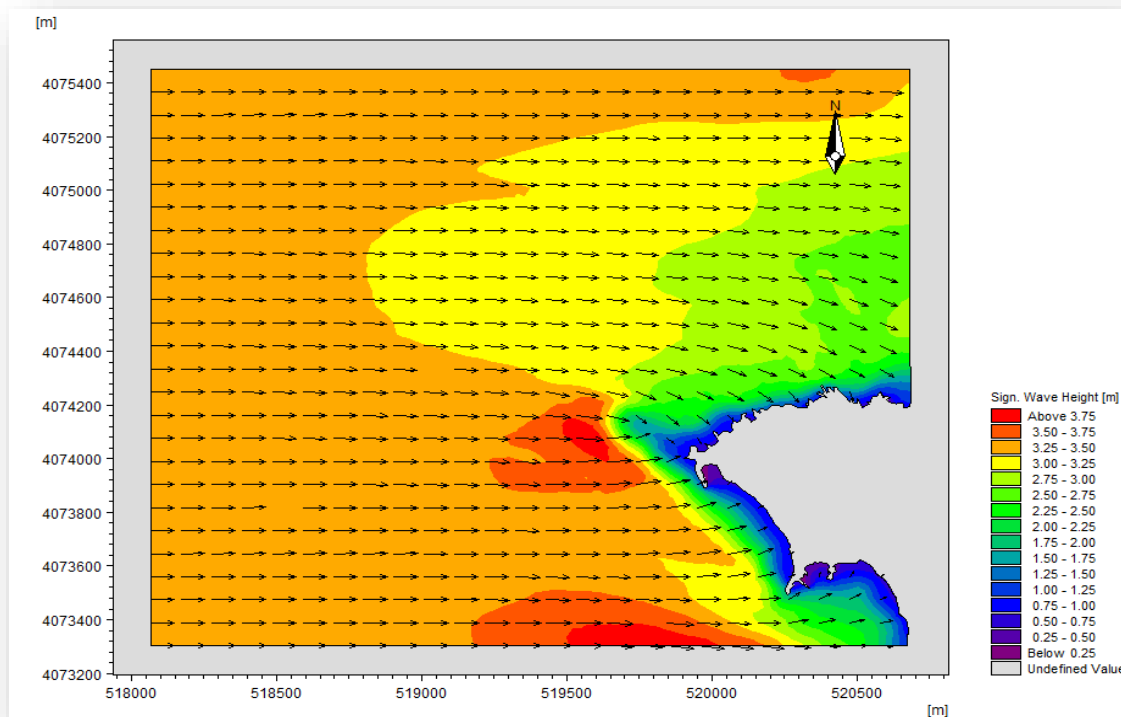


Figure (IV)-14: Carte de la réfraction de la houle Ouest 270° , $T=9.52s$.

Commentaire :

La Figure (IV)-14 représente les résultats obtenus de la réfraction de la houle du secteur Ouest 270° dont des hauteurs significatives varient de 0.25m à 3.75m pour une période $T=9.52s$.

Dans ce cas, le coefficient de shoaling varie de 0.32 à 0.52 à une profondeur -1m et de 0.49 à 0.76 à une profondeur -3m d'aller du cap Matifou jusqu'à la plage Tamenfoust-Est. Cette différence due essentiellement à la pente.

La propagation de la houle atteint notre zone d'étude avec une diminution de l'énergie de la houle liée à la diminution de profondeur suivie par une diminution de la hauteur de la houle et une petite modification de direction due au frottement avec le fond marin.

Au niveau de la plage Tamenfoust-Est et au niveau de profondeur -3m et -1m, la houle se réfracte avec un angle d'incidence moyen 241° et perd de 41% à 68% de son énergie, par contre elle perd moins de l'énergie au niveau des bandes restées, cette différence s'explique que la plage se caractérise par une pente moins importante que autres bandes.

IV.9. 2. Résultats de calcul pour le HD (courantologie) :

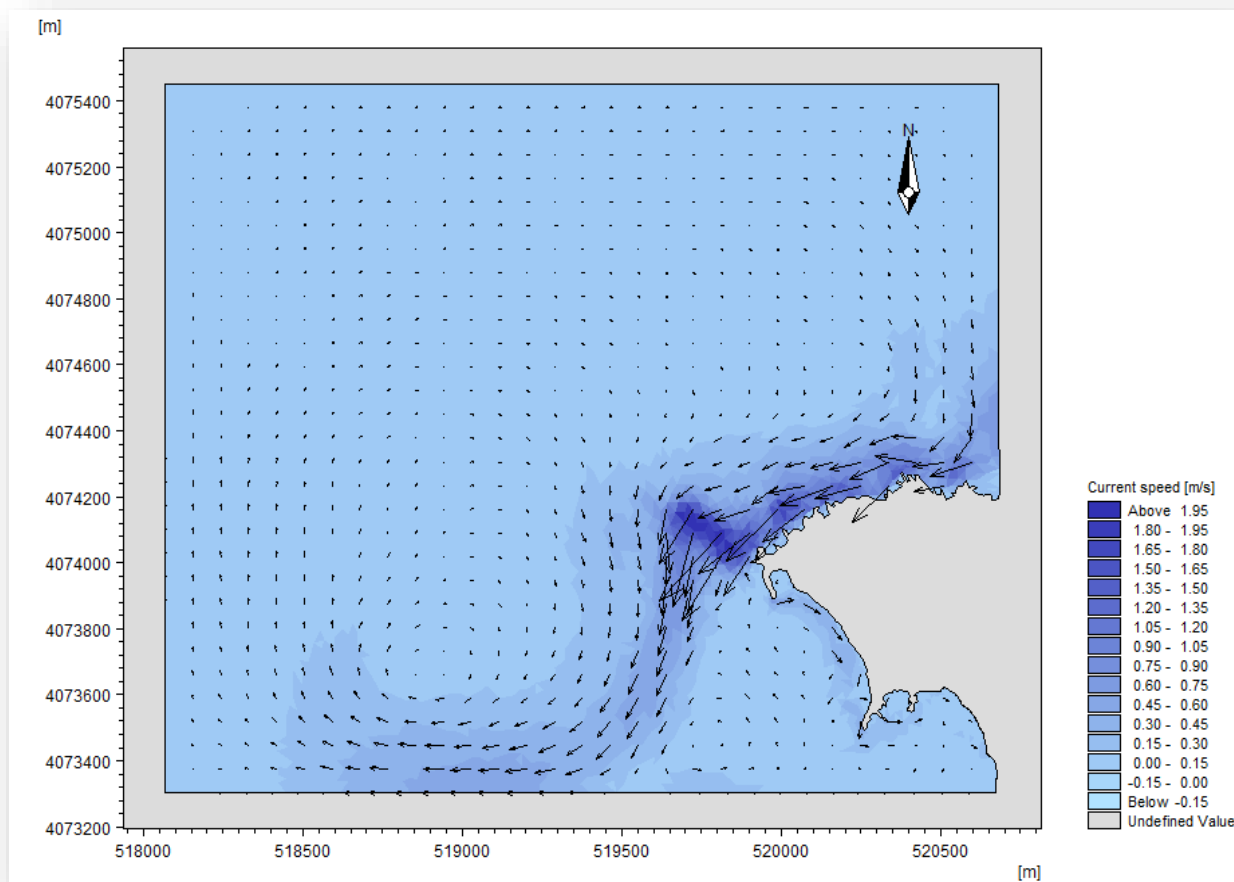


Figure (IV)-15 : Carte de la direction et la vitesse des courants Nord-est 45° , $T=12.64s$.

Commentaire :

La Figure (IV)-15 montre la variation des courants et leur direction qui sont générés par une houle du secteur Nord-est 45° et d'une période 12.64s. D'après la carte, les courants sont d'ordre de -0.15m/s à 1.95m/s.

On observe généralement un mouvement des courants parallèle au rivage avec une valeur très importante 1.95 m/s au niveau du cap Matifou. Ces courants sont liés possiblement aux courants de la dérive littorale du Nord-est de la zone d'étude, une grande partie de ces courants est dirigée vers le large (la direction Ouest) et une très petite partie est orientée vers la plage Tamenfoust-Est (la direction Sud-est), cette dernière due possiblement à diffraction des houles au niveau des caps Matifou et Pérouse.

On voit aussi des courants de jet de rive avec un degré très faible au niveau de la plage Tamenfoust-Est.

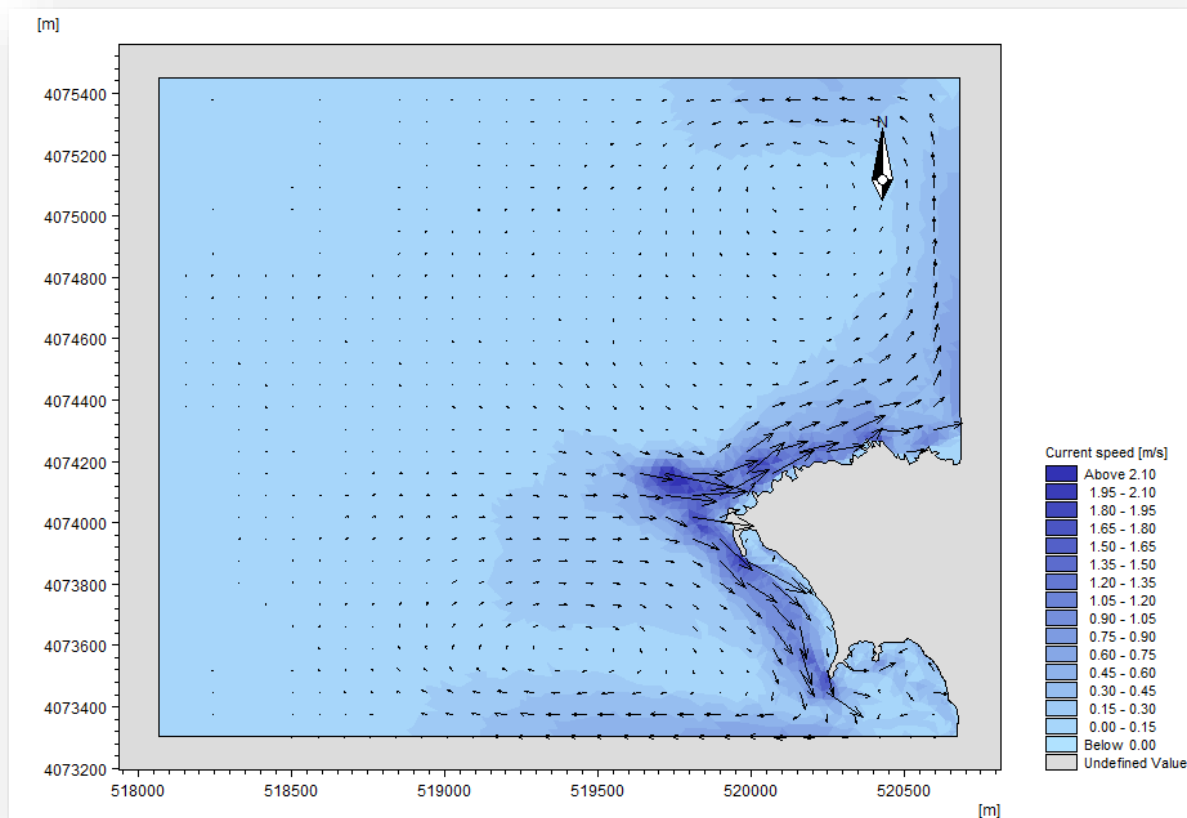


Figure (IV)-16 : Carte de la direction et la vitesse des courants Ouest 270°, $T=9.52s$.

Commentaire :

La Figure (IV)-16 montre la variation des courants et leur direction qui sont générés par une houle du secteur Ouest 270° et d'une période 9.52s. D'après la carte, les courants sont d'ordre de 0 m/s à 2.1 m/s.

On observe des courants du large d'une direction Est atteignent le cap Matifou avec une grande vitesse 2.1m/s qui peuvent causer une forte érosion, ainsi que une grande partie des courants de dérive littorale est orientée vers le Sud-est de la zone d'étude.

Au niveau de la plage Tamenfoust-Est on remarque des courants de dérive littorale moins importants se dirigent vers Nord-ouest et Sud-est due possiblement à la diffraction au niveau du cap Pérouse.

On voit aussi des courants de jet de rive moins importants au niveau de la plage Tamenfoust-Est et des courants de retour plus importants, ces derniers sont capables de transporter des grandes quantités de sable vers le large.

IV.9. 3. Résultats de calcul pour le ST (transport sédimentaire) :

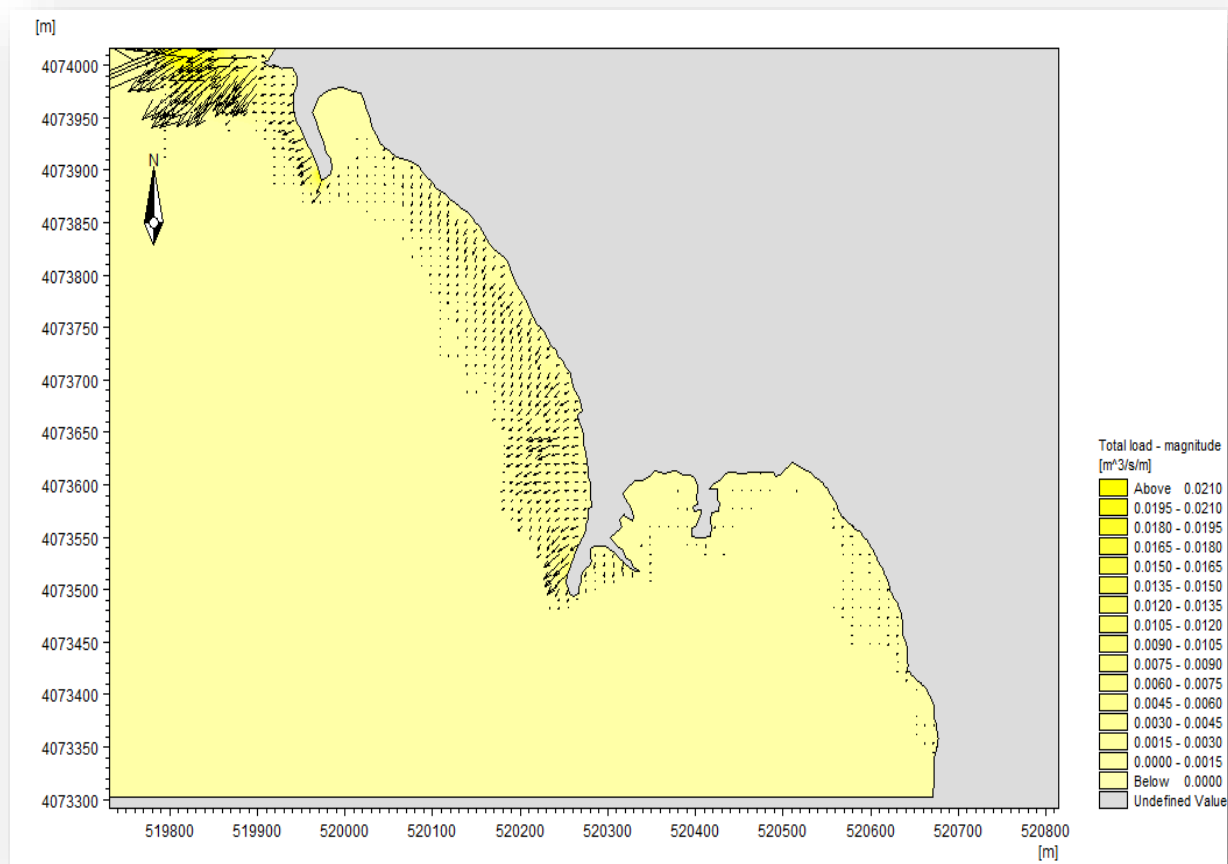


Figure (IV)-17 : Carte de transport sédimentaire Nord-est 45°, T=12.64s.

Commentaire :

La Figure (IV)-17 représente le transport sédimentaire induit par la houle du secteur Nord-est 45° et d'une période de $T=12.64s$. D'après la carte, Les flux sédimentaire sont d'ordre de $0 m^3 /s/ m$ à $0.021m^3 /s/ m$.

Les vecteurs représentent par leurs sens la direction de transport sédimentaire, leurs longueurs sont proportionnelles à la quantité transportée par les courants.

On observe un taux de transport sédimentaire très fort vers le large au niveau du cap Matifou de l'ordre $693792m^3 /an/ m$, un taux moyen au niveau du cap Pérouse de l'ordre $252288 m^3 /an/ m$ vers le large, ainsi que un taux moins important au niveau de la plage Tamenfoust-Est de l'ordre $126144 m^3 /an/ m$ vers le large.

Chapitre (IV) : Etude bathymétrique et hydro sédimentaire

La quantité et la direction du flux sédimentaire sont proportionnelles avec la vitesse et la direction des courants, c'est pour ça on a enregistré un transport de sédiment très important de la cote vers le large au niveau du cap due essentiellement aux courants de dérive et un transport faible de la plage vers le large lié possiblement à la nappe de retrait.

La pente peut contrôler le transport sédimentaire, talque le transport sédimentaire dans un fond avec une pente forte est plus fort que celui dans un fond avec une pente douce, c'est pour ça on enregistra au niveau du cap Matifou un transport sédimentaire plus important que celui au niveau de la plage pour une même vitesse du courant.

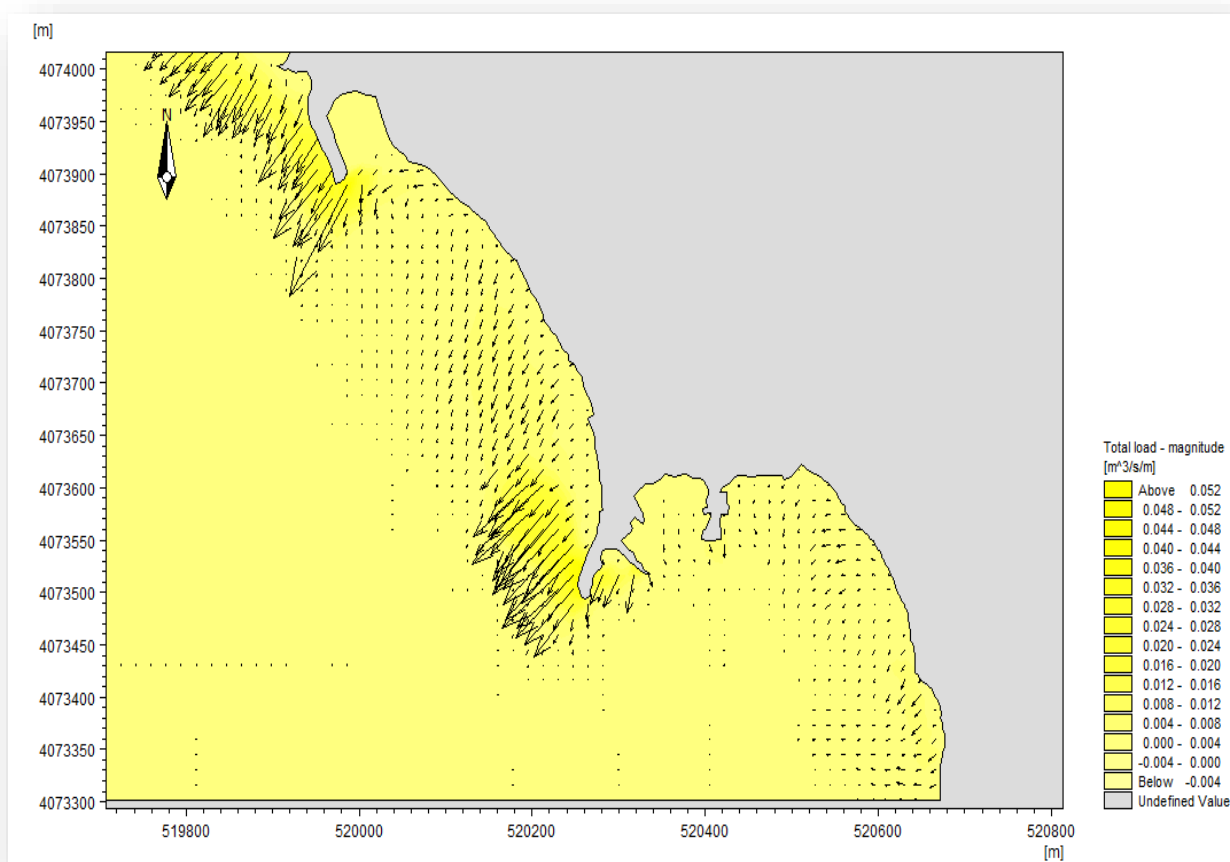


Figure (IV)-18 : Carte de transport sédimentaire Ouest 270°, T=9.52s.

Commentaire :

La Figure (IV)-18 représente le transport sédimentaire induit par la houle du secteur Ouest 270° et d'une période de T=9.52. D'après la carte, Les flux sédimentaire sont d'ordre de

-0.004m³ /s/ m à 0.052m³ /s/ m.

Chapitre (IV) : Etude bathymétrique et hydro sédimentaire

Les vecteurs représentent par leurs sens la direction de transport sédimentaire, leurs longueurs sont proportionnelles à la quantité transportée par les courants.

On observe un taux de transport sédimentaire très fort du cap Matifou et du cap Pérouse vers le large d'environ $1009152 \text{ m}^3 / \text{an} / \text{m}$ et un taux moyen de l'ordre $252288 \text{ m}^3 / \text{an} / \text{m}$ de la plage Tamenfoust-Est et la bande comprise entre ces deux caps vers le large.

La quantité et la direction du flux sédimentaire sont proportionnelles avec la vitesse et la direction des courants, dans ce cas, on a enregistré des flux de transport sédimentaire très importants et des flux moyens de la cote vers le large due essentiellement aux courants de dérive et de retour.

IV.10.Conclusion :

- ✚ La réfraction de la houle due à la morphologie sous-marine et à l'action du frottement.
- ✚ Les houles du secteur Nord-est perdent plus d'énergie que celles du secteur Ouest.
- ✚ Au niveau de la zone d'étude, le coefficient de shoaling moyen des houles du secteur Nord- est, est de l'ordre 0.24 à une profondeur -1 ; 0.26 à une profondeur -3.
- ✚ Au niveau de la zone d'étude, le coefficient de shoaling moyen des houles du secteur Ouest est de l'ordre 0.4 à une profondeur -1 ; 0.66 à une profondeur -3.
- ✚ Le vent est la force motrice des houles et les différents courants générés avec leurs vitesses et directions contrôlent le flux du transport sédimentaire (quantité et direction).
- ✚ Les courants de dérive littorale et de retour sont les responsables du transport des grandes quantités de sédiment.
- ✚ La nature, la forme des sédiments et la pente jouent un rôle efficace sur le transport hydro sédimentaire.
- ✚ Le cap Matifou et le cap Pérouse, ainsi que l'oued Hamiz jouent un rôle primordial sur la richesse en sédiment dans le site d'étude « Tamenfoust »
- ✚ Dans notre cas le taux de transport sédimentaire maximale de l'ordre $1639872 \text{ m}^3 / \text{an} / \text{m}$.



Chapitre (V) : Etude Granulo-Sédimentaire

V .1. Introduction :

L'analyse sédimentologique consiste à définir les caractéristiques des sédiments superficielles, chaque type de dépôt peut être caractérisé par sa teneur en pélites (fraction < 40µm) et en fraction grossier (fraction > 40µm). 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.

Ce chapitre nous permet de présenter la méthodologie suivie lors de ce travail et le matériel utilisé, que ce soit des prélèvements, analyses faites au laboratoire ou des traitements de résultat par des logiciels spécifiques.

V .2. Echantillonnage :

V .2.1. Site d'étude :

Notre site pour l'étude granulosédimentaire est la plage Tamenfoust-est, située à Tamenfoust au voisinage du port de la pêche avec une longueur de l'ordre 270m. Ses coordonnées Géographiques sont :

- Longitude du 3°13'59.12''E au 3°14'06.61''E
- Latitude du 36°48'23.68'' N au 36°48'16.68''N



Photo (V)-1 : plage de Tamenfoust-est.

V .2.2. Le prélèvement dans la partie terrestre et marine :

Les prélèvements ont été effectués en 06/10/2020, dans la partie terrestre et dans la partie marine jusqu'à une profondeur maximale 1.3m au niveau des sédiments superficiels, pour avoir une vision globale sur la distribution granulométrique dans notre zone d'étude. Les positionnements des prélèvements des sédiments ont été effectués à l'aide d'un GPS et les profondeurs ont été calculées à l'aide d'un écotest.

L'étude sédimentologique a été effectuée sur 29 stations réparties sur 8 profiles, talque les stations 28 et 29 se caractérisent par un fond « platier rocheux ».

Le prélèvement a été fait à la main, les échantillons ont été ensuite mis dans des sacs en plastique et étiquetés.



Figure (V)- 1 : Localisation de la plage d'étude. (Google Earth Pro. 2019)

Dans le but de tracer nos points d'échantillonnage, nous avons utilisé une carte satellitaire du logiciel Terra incognita, car il offre des cartes géoréférencées avec une petite taille et une bonne résolution.



Figure (V)- 2 : Les Positionnement des points de prélèvement dans la partie terrestre et marine de la plage « Tamenfoust-est ».

V .3. Etude au laboratoire :

L'analyse granulométrique est l'opération consistant à étudier la répartition des différents grains d'un échantillon, en fonction de leurs caractéristiques (poids, taille, ...).

- ✓ Tamisât : partie de l'échantillon passé à travers les mailles du tamis.
- ✓ Refus : partie de l'échantillon qui n'est pas passée à travers les mailles du tamis.
- ✓ Refus cumulé : c'est la somme de tous les refus, celui du tamis lui-même plus tous les refus des tamis de maille plus grande. Il peut être exprimé en gramme ou en % de refus cumulés.

Les pourcentages des refus cumulés, où ceux des tamisâts cumulés, sont représentés sous la forme d'une courbe granulométrie en portant les ouvertures des tamis en abscisse, sur une

échelle logarithmique, et les pourcentages en ordonnée, sur une échelle arithmétique. La courbe est tracée de manière continue et ne peut pas passer rigoureusement par tous les points.

V .4. Protocole d'analyse :

La technique de mesure la plus couramment utilisée est le tamisage à sec. Nous examinerons successivement ses différentes opérations en suivant les normes AFNOR.

V .4.1. Méthode d'analyse :

L'ensemble des prélèvements sédimentaires a été analysé au laboratoire selon les techniques classiques de tamisage. La granulométrie consiste à évaluer le pourcentage de la masse totale correspondant à la dimension des particules selon la méthode classique.

- ✓ Mise de l'échantillon dans l'étuve, séchage à 105° pendant 24h ;
- ✓ Pesée d'une quantité d'échantillon de 150g pour chaque station ;
- ✓ Rinçage de l'échantillon dans un tamis de 40 μ m pour soustraire les fractions fines ;
- ✓ Séchage de la fraction grossière à l'étuve à 105° pendant 24h ;
- ✓ Tamisage de cette quantité (150 g) par une tamiseuse de type AFNOR dont le diamètre des mailles en microns des tamis est dans l'ordre décroissant : 10000-8000-6300-5000-4000-3150-2500-2000-1600-1250-1000-800-630-500-400-315-250-200-160-125-100-80-63-50-40 «en μ m » ;
- ✓ Pour chaque échantillon le tamisage dure 10 minutes, le refus pesé et le pourcentage pondéral est calculé.

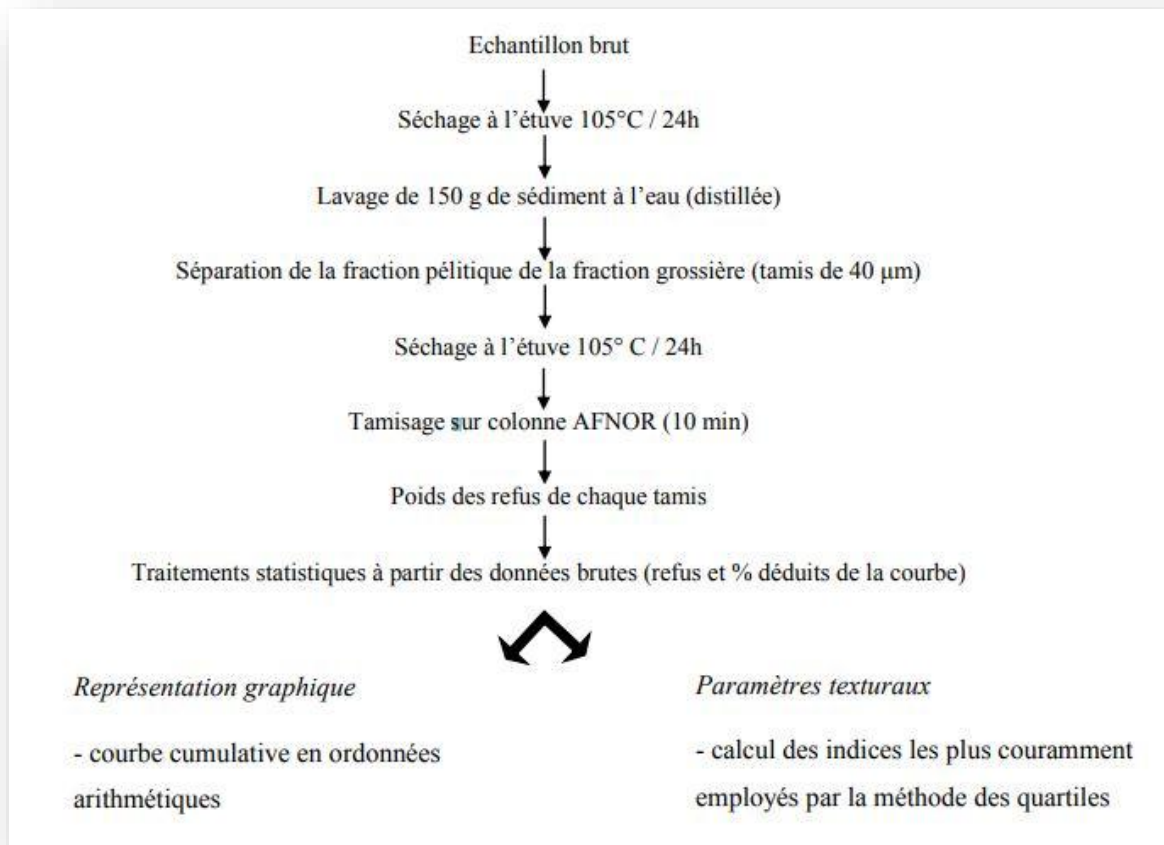


Figure (V)- 3 : Méthodologie suivie pour l'analyse granulométrique.

V .4.2. Calcul des paramètres granulométriques :

Dans notre cas, nous avons utilisé le programme MATLAB pour effectuer le calcul de ces paramètres granulométriques.

V .4.2.1 Les fractions grossières

La granulométrie est déterminée à l'aide des indices granulométriques.

✓ **Indice de taille (médiane) Q50**

La taille moyenne des sédiments de diamètre supérieur ou égal 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 (D90)**

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

Chapitre (V) : Etude Granulo-Sédimentaire

✓ **Indice des tailles minimales (D10)**

Le D10 correspond au diamètre dont l'ordonnée est 10% du poids total du sédiment.

✓ **Indice de classement « indice de dispersion » (Folk et Ward)**

Il donne une idée de l'étalement de la courbe au tour de son grain moyen.

Cet indice nous renseigne sur l'importance du tri lors de transport et de la sédimentation.

$$Si = [(\Phi_{84} - \Phi_{16}) / 4] + [(\Phi_{95} - \Phi_5) / 6,6] \dots (1)$$

Tableau(V)- 1 : Les limites de l'indice de classement de Si. (Folk et Ward)

Valeur	Triage
$Si < 0.35$	sédiment très bien trié
$0.4 < Si < 0.5$	sédiment bien trié
$0.5 < Si < 0.7$	sédiment modérément bien trié
$0.7 < Si < 1$	sédiment modérément trié
$1 < Si < 2$	sédiment mal trié
$2 < Si < 4$	Sédiment très mal trié
$Si > 4$	sédiment extrêmement mal trié

✓ **Indice central :**

D'après Folk et Ward l'indice central est un positionnement global de l'échantillon sur l'échelle des dimensions des sédiments. Il traduit la puissance moyenne des paléoécoulements (Losson et Corbonnois, 2006)

$$Mz = (\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}) / 3 \dots (2)$$

Tableau(V)- 2 : Les valeurs adoptées de Mz. (Folk et Ward)

Limite de MZ	Taille moyenne	Limite de MZ2	Taille moyenne2
$Mz < -6$	Galet	$0 < Mz < 1$	Sable moyen
$-6 < Mz < -2$	Granule	$1 < Mz < 2$	Sable fin
$-2 < Mz < -1$	Sable très grossier	$2 < Mz < 3$	Sable très fin
$-1 < Mz < 0$	Sable grossier	$3 < Mz < 3.98$	Vase

Chapitre (V) : Etude Granulo-Sédimentaire

✓ Les indices granulométriques :

Les indices granulométriques sont exprimés en unité (ϕ). L'échelle ϕ est une unité de mesure définie par la relation suivante.

$$\Phi = -\log_2(D) \dots \dots \dots (3)$$

D : diamètre des grains en mm.

✓ Le coefficient d'asymétrie SKi (Folk et Ward)

Il indique un étalement de la courbe granulométrique plus ou moins important vers les sédiments fins ou les sédiments grossiers. Il est défini par la relation suivante :

$$Ski = ((\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}) / 2 (\phi_{84} + \phi_{16})) + ((\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}) / 2 (\phi_{95} + \phi_5)) \dots \dots (4)$$

Tableau(V)- 3 : Les limites de l'indice d'asymétrie « SKi ». (Folk et Ward)

Valeur de SK	Asymétrie
$-1 < SKi < -0.3$	Asymétrie très négative
$-0.3 < SKi < -0.1$	Asymétrie négative
$-0.1 < SKi < 0.1$	Asymétrie
$0.1 < SKi < 0.3$	Asymétrie positive
$0.3 < SKi < 1$	Asymétrie très positive

V .4.2.2. Les fractions fines

La teneur en fraction fine (les pélites), particules de diamètre inférieur à $40\mu\text{m}$, a été déterminée pour l'ensemble des échantillons considérés. Cette teneur en fraction fine est estimée en pourcentage par rapport au poids initial de l'échantillon. A partir de ces pourcentages, les cartes de la répartition spatiale des pélites sont établies.

V .5. Résultats et Discussion :

V .5.1. Partie terrestre :

V .5.1.1. Analyse de la fraction fine :

La carte de la distribution de la fraction fine est établie à partir du pourcentage en pélites de chaque échantillon au niveau de la partie terrestre.

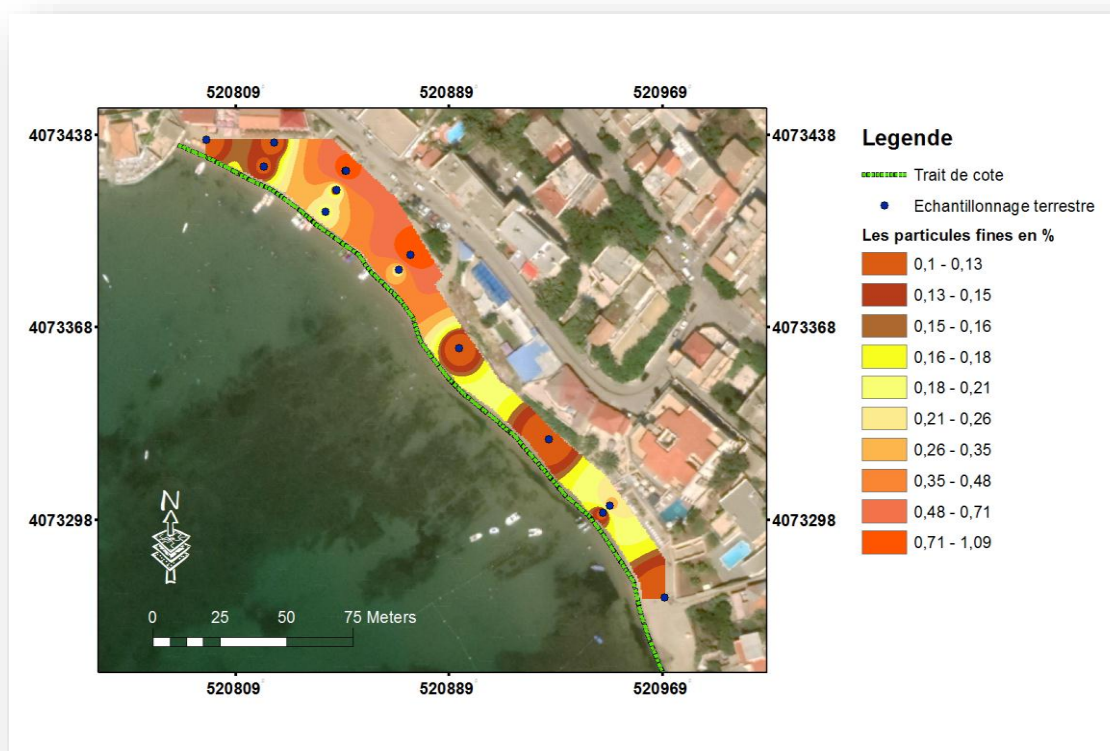


Figure (V)- 4 : Carte de la répartition des pélites (%) dans la partie terrestre au niveau de la plage «Tamenfoust-Est ».

Commentaire :

La Figure (V)-4 représente les résultats de la répartition des pélites obtenus à partir le pourcentage de chaque échantillon terrestre en pélites dont les pourcentages varient de 0.1 à 1.09%.

La distribution spatiale du pourcentage de pélites dans la partie terrestre au niveau de la plage «Tamenfoust-Est » montre une forte variabilité, donc on observe au niveau des stations 1, 3, 4 un faible pourcentage en pélites varie de 0.1 à 0.16%, ce dernier augmente lorsque on se dirige vers le Sud-est, puis il devient faible autre fois près de la station 27.

Tout ça peut s'expliquer qu'en face des stations dont on enregistre des pourcentages faibles, il existe des platiers rocheux dans la partie sous-marine, donc il y aura un grand transfert de particules fines de la cote vers le large et elles ne vont pas être facilement compensées.

On remarque un grand pourcentage de pélites près des stations 7, 8, 9, 13, 14 de l'ordre 0.35 à 1.09% varié dans l'ordre décroissant de la haute plage vers le rivage, cette différence due à l'importance de la largeur de la plage et à l'approche du rivage, donc pour une plage avec une

grande largeur, la haute plage va être moins touchée par les vagues et le pourcentage en pélites diminue progressivement à l'approche du rivage.

V .5.1.2. Analyse des grains moyens :

La carte de la distribution des grains moyens est établie à partir du calcul de l'indice central de chaque échantillon au niveau de la partie terrestre.

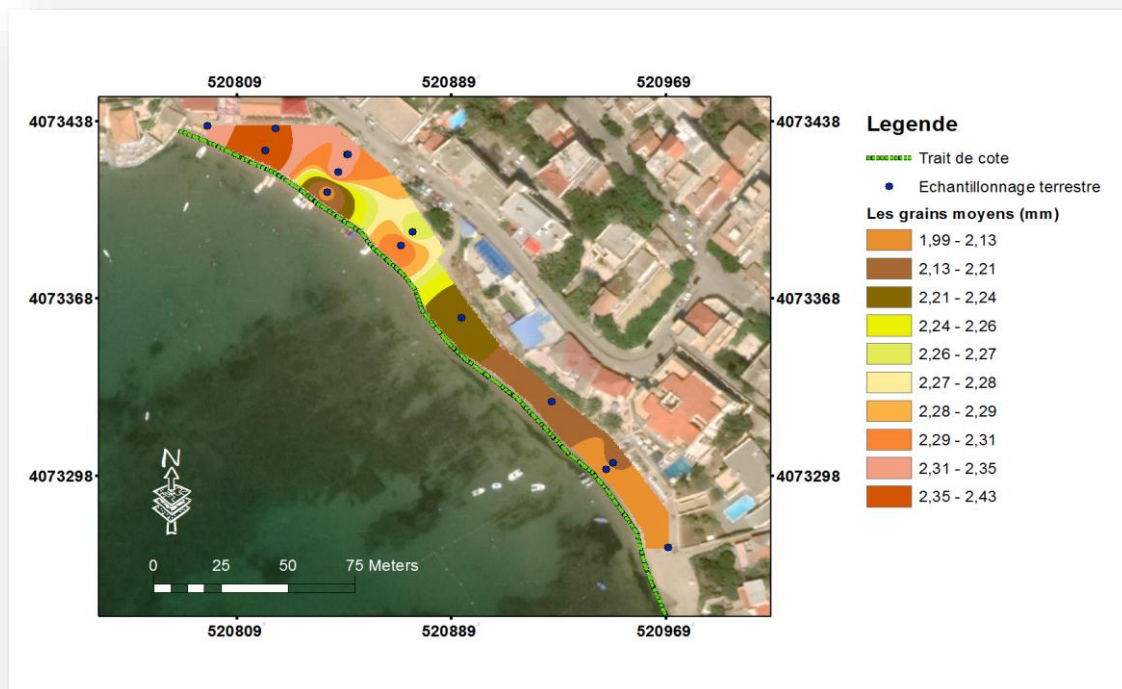


Figure (V)- 5 : Carte de la répartition des grains moyens dans la partie terrestre au niveau de la plage « Tamenfoust-Est ».

Commentaire :

La Figure (V)-5 représente les résultats de la répartition des grains moyens dans la partie terrestre dont les valeurs varient de 1.99 à 2.43 mm.

La distribution spatiale des valeurs de l'indice central MZ dans la partie terrestre au niveau de la plage «Tamenfoust-Est » montre une variabilité remarquable, on observe une diminution lorsque on avance du Nord-ouest vers le Sud-est, autrement dit la teneur en fraction grossière augmente dans ce sens.

Chapitre (V) : Etude Granulo-Sédimentaire

Selon la classification de « Wentworth » la nature du sable de la partie terrestre de la plage «Tamenfoust-Est » varie du sable fin à très fin mais généralement très fin.

V .5.1.3. Analyse des courbes cumulatives :

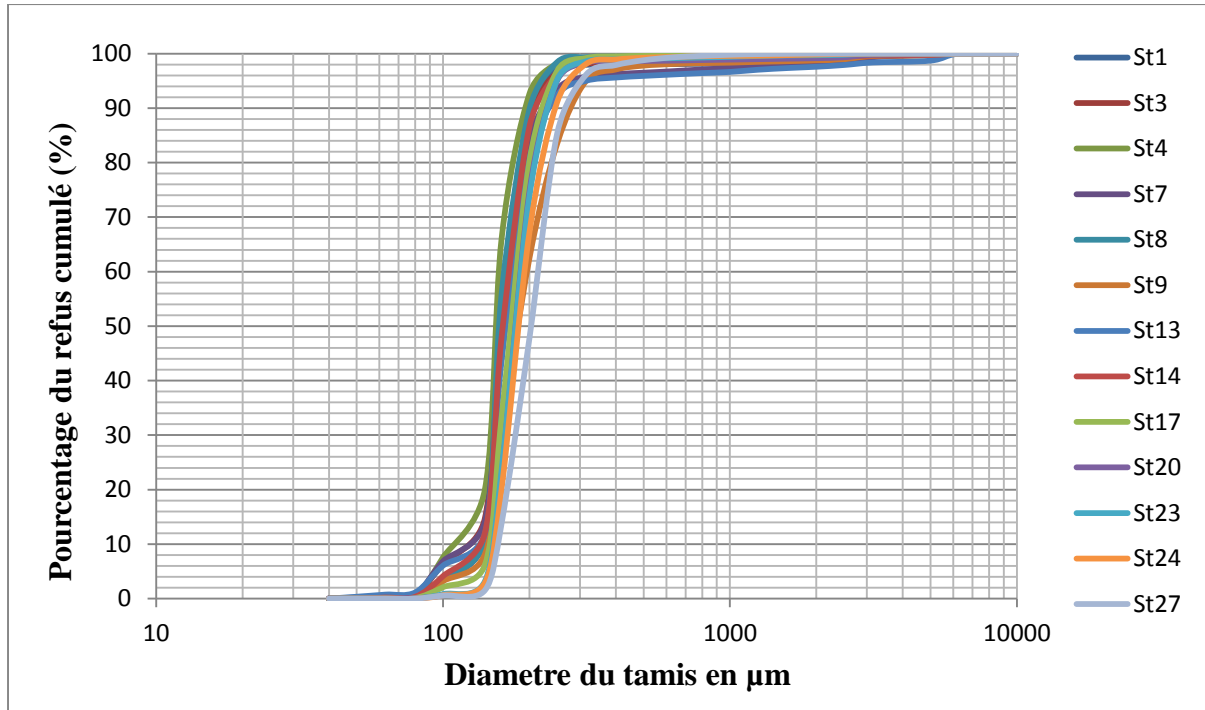


Figure (V)- 6 : Courbes cumulatives des 13 échantillons de sédiments terrestres de la zone d'étude.

Commentaire :

Ce chemin représente des courbes cumulatives semi-logarithmiques en forme de S de 13 stations terrestres numérotées, talque l'axe d'abscisse présente une échelle logarithmique et l'axe d'ordonné présente une échelle arithmétique.

Les échantillons terrestres prélevés au niveau de la plage «Tamenfoust-Est » présentent en totalité une pente forte entre les diamètres des tamis 160µm et 250µm avec l'existence de légères différences dans leurs allures.

Cela peut s'expliquer que les sédiments de ces stations sont fins et homogènes et approchent vers le même mode granulométrique et que le refus modale ou bien les premiers refus entre le mode présentent une différence quantitative assez importante en comparaison avec les autres refus du même échantillon.

Chapitre (V) : Etude Granulo-Sédimentaire

V .5.1.4. Interprétation des valeurs des indices granulométriques :

Les résultats de calcul des indices granulométriques des échantillons prélevés de la partie terrestre sont synthétisés dans le tableau avec une interprétation des résultats.

Tableau(V)- 4 : Calcule des indices granulométriques et interprétation des résultats de la partie terrestre.

N	Mz (ϕ)	Si	SKi	Grain moyen	Triage	Asymétrie
1	2.335017262	-0.261933224	-0.140612302	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie négative
3	2.353535986	-0.308253902	-0.212603578	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie négative
4	2.426261028	-0.281146429	-0.215263172	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie négative
7	2.314730354	-0.366472613	-0.646354812	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie très négative
8	2.343875198	-0.26064693	-0.337933134	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie très négative
9	2.09410523	-0.424924982	-0.618120743	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie très négative
13	2.264648498	-0.394965263	-0.72891589	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie très négative
14	2.310858335	-0.299936472	-0.12862134	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie négative
17	2.216211654	-0.272294887	0.034801009	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie
20	2.149094432	-0.25564207	-0.19729761	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie négative
23	2.150703616	-0.262569946	-0.128605007	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie négative
24	2.098546403	-0.295752798	-0.381134221	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie très négative
27	1.98566762	-0.318024641	-0.14649884	Sable fin	sédiment très bien trié	Asymétrie négative

V .5.2. Partie marine :

V .5.2.1. Analyse de la fraction fine :

La carte de la distribution de la fraction fine est établie à partir du pourcentage en pélites de chaque échantillon au niveau de la partie marine.

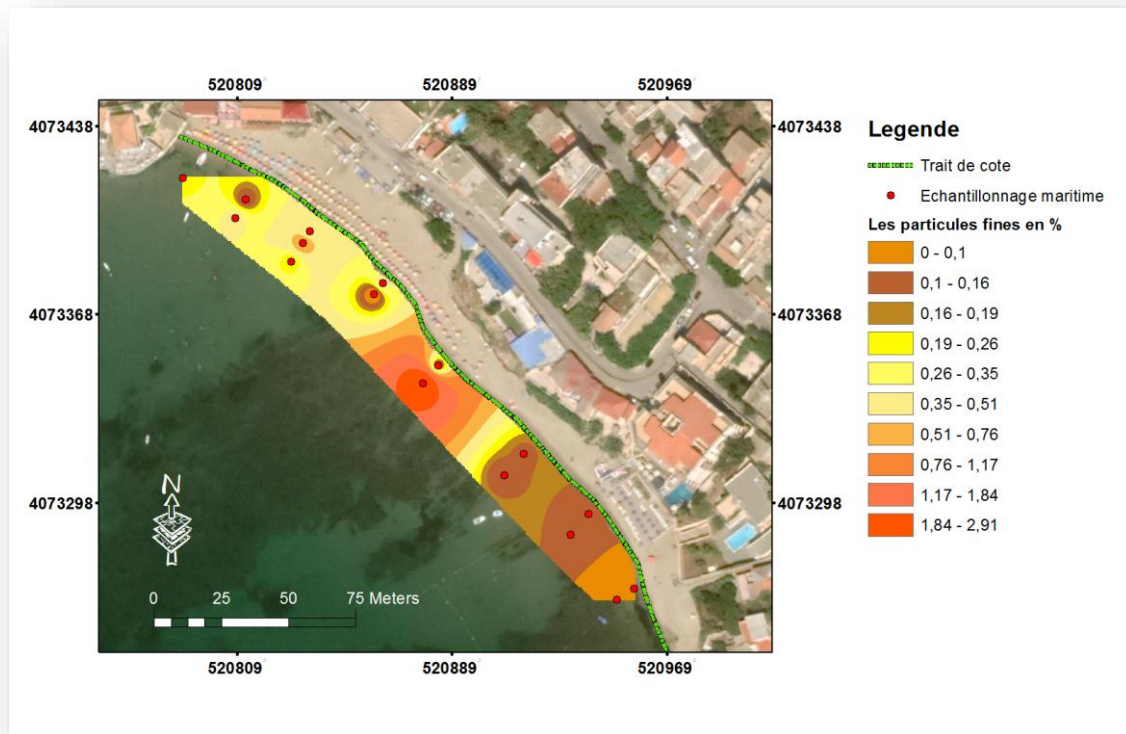


Figure (V)- 7 : Carte de la répartition des pélites (%) dans la partie marine au niveau de la plage « Tamenfoust-Est ».

Commentaire :

La Figure (V)-7 représente les résultats de la répartition des pélites obtenus à partir le pourcentage de chaque échantillon marin en pélites dont les pourcentages varient de 0 à 2.91%.

La distribution spatiale du pourcentage de pélites dans la partie marine au niveau de la plage «Tamenfoust-Est » montre un taux de pourcentage moyen de pélites dans la partie Nord-ouest de l'ordre 0.19 à 0.51%, dans la partie centrale le pourcentage est très fort d'environ 0.51 à 2.91% et dans la partie Sud-est le pourcentage est faible de l'ordre 0 à 0.16%.

Cette faiblesse en particules fines près des stations 28, 29 due à la nature du fond (plattier rocheux) et la variabilité du pourcentage dans l'espace due aux courants de l'hydrodynamisme.

On voit aussi que les pourcentages en pélites dans la partie marine sont plus grands que ceux dans la partie terrestre, cela peut s'expliquer que les pélites sont transportées de la partie terrestre vers la partie marine beaucoup plus que le sens contraire.

V .5.2.2. Analyse des grains moyens :

La carte de la distribution des grains moyens est établie à partir du calcul de l'indice central de chaque échantillon au niveau de la partie marine.

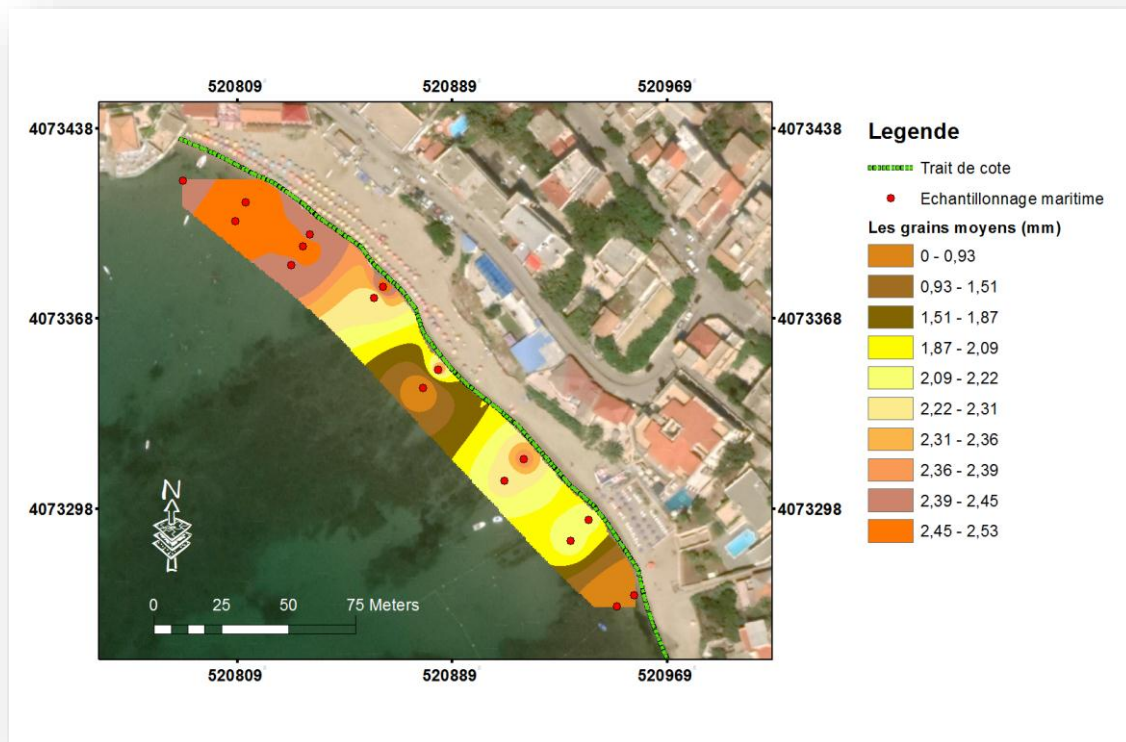


Figure (V)- 8 : Carte de la répartition des grains moyens dans la partie marine au niveau de la plage «Tamenfoust-Est ».

Commentaire :

La Figure (V)-8 représente les résultats de la répartition des grains moyens dans la partie marine dont les valeurs varient de 0 à 2.53 mm.

La distribution spatiale des valeurs de l'indice central MZ dans la partie marine au niveau de la plage «Tamenfoust-Est » montre une diminution en avançant du Nord-ouest vers le Sud-est.

Selon la classification de « Wentworth » la nature du sable de la partie marine de la plage « Tamenfoust-Est » varie du sable moyen à très fin mais généralement très fin.

V .5.2.3. Analyse des courbes cumulatives :

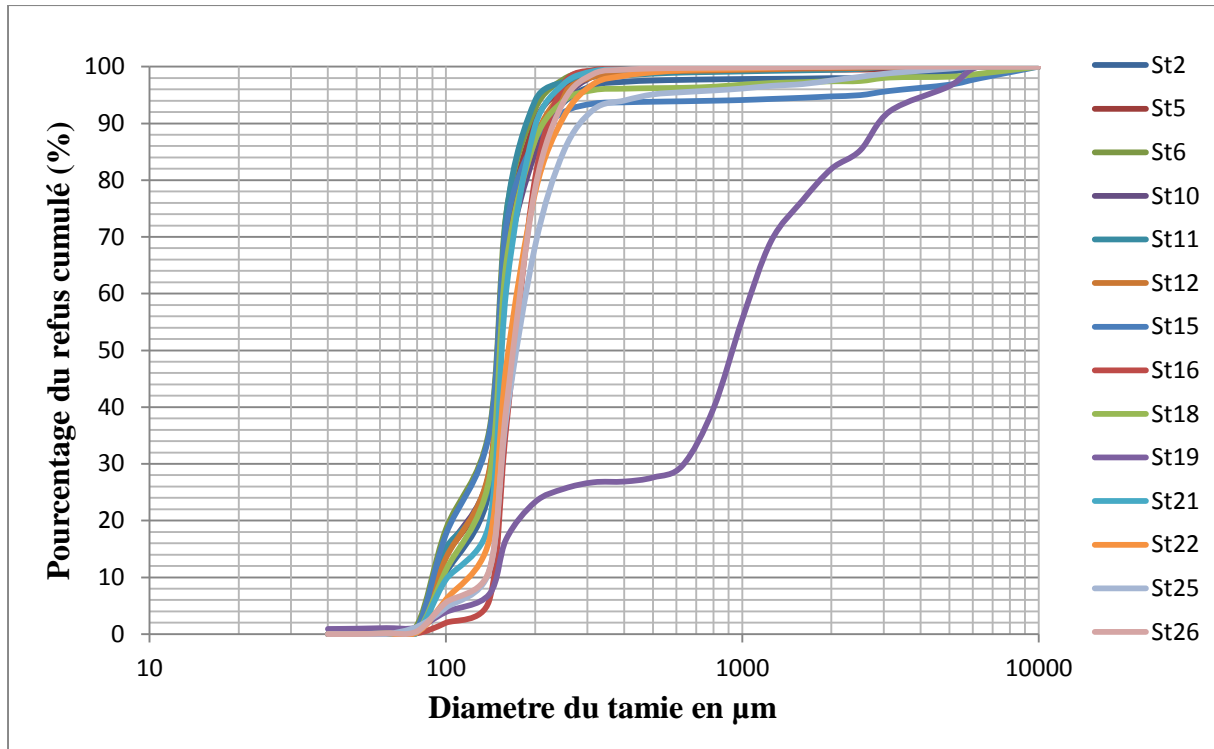


Figure (V)- 9 : *Courbes cumulatives des 14 échantillons de sédiments marins de la zone d'étude.*

Commentaire :

Ce chemin représente des courbes cumulatives semi-logarithmiques en forme de S de 14 stations marines numérotées, talque l'axe d'abscisse présente une échelle logarithmique et l'axe d'ordonné présente une échelle arithmétique.

Les échantillons marins prélevés au niveau de la plage «Tamenfoust-Est » présentent en majorité une pente forte entre les diamètres des tamis 160µm et 250µm avec l'existence de légères différences dans leurs allures, sauf la station 19 qui est décalée vers le grossier et présente une pente moins importante.

La partie marine présente les mêmes caractères que la partie terrestre, donc les sédiments qui dominant sont les fins avec une grande homogénéité, en exception de la station 19 qui présente un aspect grossier dominant, ces sédiments un peu grossiers proviennent des platiers rocheux du fond marin.

V .5.2.4. Interprétation des valeurs des indices granulométriques :

Les résultats de calcul des indices granulométriques des échantillons prélevés de la partie marine sont synthétisés dans le tableau avec une interprétation des résultats.

Tableau(V)- 5 : Calcule des indices granulométriques et interprétation des résultats de la partie marine.

N	Mz (ϕ)	Si	SKi	Grain moyen	Triage	Asymétrie
2	2.4190931	-0.382866	-1.049414	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie très négative
5	2.461068	-0.370789	-0.649512	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie très négative
6	2.5314367	-0.356592	-0.081451	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie
10	2.4234225	-0.413615	-0.854521	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie très négative
11	2.5057635	-0.315475	0.2433568	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie positive
12	2.4389635	-0.382163	-0.685101	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie très négative
15	2.4931096	-0.910641	-2.798223	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie très négative
16	2.2243491	-0.272006	-0.119718	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie négative
18	2.429016	-0.387014	-1.124997	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie très négative
19	0.2091712	-1.76404	0.6031109	Sable moyen	sédiment très bien trié	Asymétrie très positive
21	2.3976772	-0.323484	-0.246881	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie négative
22	2.2749201	-0.402761	-0.650134	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie très négative
25	2.1545628	-0.535293	-1.876234	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie très négative
26	2.2404999	-0.348222	0.0196366	Sable très fin	sédiment très bien trié	Asymétrie

V.6.Conclusion :

- ✚ La répartition de la médiane granulométrique dans les deux parties (marine, terrestre) indique la dominance des sables très fins avec une moyenne de 0.23mm. Talque la médiane dans la partie terrestre est de l'ordre 0.21mm et dans la partie marine est de l'ordre 0.26mm.
- ✚ Les sédiments sont homogènes et très bien triés selon l'indice de classement « Si » de Folk et Ward avec une moyenne de l'ordre -0.41mm, dans les deux parties (marine et terrestre), cela indique aussi la présence des courants réguliers dans la partie marine.
- ✚ Les sédiments de la plage « Tamenfoust-Est » présentent une symétrie très négative avec une moyenne de l'ordre -0.49 traduite par un décalage et classement maximum vers les particules fines. Avec l'existence des courants faibles dans la partie marine.
- ✚ Il apparait que la plage « Tamenfoust-Est » se caractérise par des teneurs de particules fines « particules <40 μ m » moins importantes.

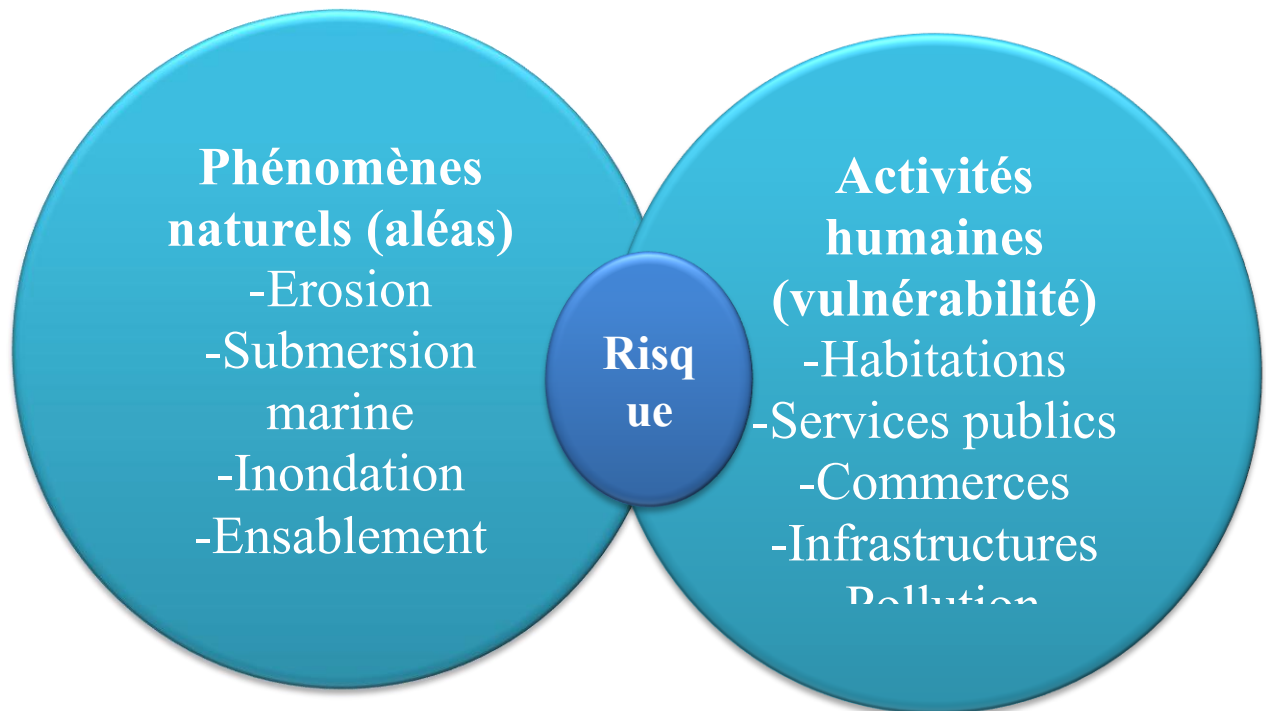


**Chapitre (VI) : Gestion
intégrée des zones
côtières**

VI.1. Introduction :

La gestion intégrée des zones côtières (GIZC) est une démarche et un outil de gouvernance des territoires littoraux visant un développement durable. Elle promeut une gestion intégrée de l'espace et des ressources prenant simultanément en compte les enjeux terrestres et marins, naturels économiques et sociaux d'une zone littorale définie comme territoire cohérent de réflexion et d'action. (www.wikipedia.org)

VI.2. Risques côtiers au niveau de la baie d'Alger :



Figure(VI)- 1 : Aléas côtiers, activités humaines et risques.

La Figure(VI)- 1 représente les risques majeurs côtiers naturels et anthropiques qui influencent sur la zone côtière (la baie d'Alger) négativement en dépendant certaines limites et normes régionales, locales et internationales.

VI.3. La loi « littoral », un cadre juridique approprié pour la GIZC :

La loi n° 02-02 du 5 février 2002 relative à la protection et la valorisation du littoral régit l'utilisation et l'occupation de la bande littorale. Elle énonce les mesures de conservation et de protection de l'espace et de la ressource vivante. Elle institue enfin une série d'instruments de gestion de la zone côtière et littorale.

La loi « littoral » a prévu pour les espaces côtiers, notamment les plus sensibles, des plans d'aménagement et de gestion de la zone côtière dénommés Plans d'aménagement côtier (PAC),

Chapitre (VI) : Gestion intégrée des zones côtières

la loi « littoral » a prévu la délimitation et le classement des parties des zones côtières fragiles ou menacées d'érosion en zones critiques, ainsi que la délimitation des zones littorales ou côtières sensibles ou exposées à des risques environnementaux particuliers. Elle a également prévu de réglementer l'occupation du domaine littoral, en particulier les activités nécessitant la proximité de la mer. Le dispositif mis en place prévoit une commission nationale chargée de la validation des études d'aménagement du littoral. Cette commission consulte, pour cela, les walis territorialement compétents et les présidents d'assemblées populaires communales concernés. (**Ministère des ressources en eau et de l'environnement. 2015**)

VI. 4. L'indicateurs clés:

Un indicateur se présente comme une donnée quantitative ou qualitative qui permet de caractériser une situation évolutive, une action ou les conséquences d'une action, de façon à les évaluer et à les comparer à leur état à différentes dates.

Les indicateurs, qui sont construits suivant des spécificités politiques ou techniques, refléteront toujours un modèle imparfait et réducteur de la réalité et non la réalité elle-même. Nous en concluons qu'un indicateur n'a de sens que s'il est accompagné, entre autre, de commentaires sur le choix et la manière dont l'entreprise les a organisés. (**Observatoire sur la responsabilité sociétale des entreprises. 2003**).

***Tableau (VI) - 1:** Indicateurs clés au niveau de la baie d'Alger.*

N°	Indicateurs	Thèmes
1	Collecte des déchets solides	Pollution
2	Taux de croissance populaire	Population
3	Epuration des eaux usées	Ressources en eau
4	Erosion des côtes sableuses	Sites sensibles
5	Extraction de sable	Sites sensibles
6	Rechargement artificiel	Sites sensibles
7	Linéaire côtier sableux interdit à la baignade	Sites sensibles
8	Pression du tourisme balnéaire	Urbanisation
9	Réseau d'assainissement	Ressources en eau
10	Taux d'urbanisation	Urbanisation
11	Traitement des déchets solides	Pollution
12	Richesse spécifique en biomasse	Faune et Flore
13	Dragage des sédiments	Sites sensibles
14	Lois du littoral	Juridiction
15	Débits liquides des oueds	Ressources en eau
16	Espaces agricoles	Agriculture

VI.5. Les acteurs:

Les acteurs impliqués pour la mise en place d'un dispositif pour la gestion des risques côtiers au niveau de la baie d'Alger sont :

- ✓ Clubs de plongée ;
- ✓ Commissariat National du Littoral (CNL) ;
- ✓ Direction des travaux publics ;
- ✓ Diverses associations locales et régionales ;
- ✓ Gardes de côtes ;
- ✓ La chambre de la pêche ;
- ✓ La direction de l'environnement ;
- ✓ La direction de l'urbanisme ;
- ✓ La direction des ressources en eau ;
- ✓ La direction du tourisme ;
- ✓ Le laboratoire des études maritimes (LEM) ;
- ✓ Institut nationale de cartographie et télédétection (INCT) ;
- ✓ Les collectivités locales (APC et APW d'est de la baie d'Alger) ;
- ✓ Les citoyens locaux.

VI.6. Solutions proposées :

Ce tableau montre les solutions contre les menaces majeures dans les différentes entités et enjeux au niveau de la baie d'Alger.

Tableau(VI)- 2: Solutions alternatives des menaces et impacts sur l'écosystème.

	Entité	Enjeux majeurs	Scénarios tendanciels	Scénarios alternatifs
Partie terrestre	Espaces agricoles	Conservation pour fonctions socioéconomique et environnementale	Diminution de la superficie des terres agricoles	Agriculture biologique, Tourisme agricole
	Élevage extensif	Socio-économique, Environnemental	Augmentation des effectifs de l'élevage extensif	Élevage intensif, en stabulation entravée ou semi-entravée.
	Plage et cordon dunaire	Touristique, Environnemental, Recherche	Régression des formations hydrophiles et ripicoles. Régression des prairies humides	Écotourisme, Restauration et consolidation du cordon dunaire
	Marécages et zones humides	Environnemental, Recherche	Progression du matorral à proximité du CCR. Relative diminution de la diversité spécifique des	Conservation et restauration, Recherches et études

Chapitre (VI) : Gestion intégrée des zones côtières

	Coteau (et plateau) Est	Économique, Environnemental, Recherche	oiseaux d'eau. Globalement, dégradation des milieux propices à la vie aquatique et des zones humides,	Conservation et restauration, Recherches et études
	Coteau Ouest	Environnemental, Protection	en raison de la pollution des eaux du lac et de l'envasement du plan d'eau.	Restauration d'une couverture boisée
Partie marine	Cordon dunaire	Environnemental (dynamique sédimentaire et protection des côtes, diversité biologique), Recherche	Disparition totale du cordon dunaire, déséquilibre sédimentaire, exacerbe l'érosion côtière	Restauration et mise en défens du cordon dunaire (conservation du site)
	Plage	Environnemental (dynamique sédimentaire et protection des côtes, diversité biologique), Économique (tourisme), Social (baignade, détente et loisirs)	Rétrécissement ou disparition de la plage, déséquilibre sédimentaire exacerbant l'érosion côtière, pertes des services touristiques, pression des baigneurs se délocalisera dans les autres plages limitrophes	Plan d'aménagement touristique en conformité avec la vocation du site
	Aire marine, y compris îles et îlots	Économique (pêche, aquaculture, tourisme), Social, Environnemental, Recherche	Perte de la diversité biologique. Régression des herbiers à Posidonie, réduction des stocks halieutiques et déplacement de la pression de la pêche sur les zones de pêches limitrophes, dégradation de la qualité des eaux marines, notamment pour la baignade, extension des espèces invasives (Caulerpes, Oculina, etc.)	Classement et protection légale, Élimination totale des rejets, respect de la réglementation de la pêche, programme de lutte contre les espèces invasives et envahissantes

VI.7. Conclusion :

L'Algérie a adopté l'outil de la gestion intégrée de la zone côtière (GIZC), vu que son importance et efficacité afin de minimiser et limiter les risques côtiers et augmenter les avantages, et pour une meilleure gestion au niveau de la baie d'Alger, on doit l'appliquer rationnellement et intelligemment, dans le but à améliorer tous les aspects socio-économiques, juridiques et environnementaux, et dans le cadre d'un processus dynamique contrôlé et subi à des corrections durant son déroulement.



Conclusion Générale

Conclusion Générale :

Ce mémoire porte sur la cinématique du trait de côte et la dynamique hydro-sédimentaire au niveau des caps, avait pour principal objectif de mettre en évidence et de mesurer les phénomènes d'érosion et d'accumulation pendant 12 ans, et de qualifier et quantifier de certains paramètres dans la zone d'étude « Plage de Tamenfoust-Est » : paramètres des sédiments, le transport sédimentaire, la bathymétrie du fond, paramètres de l'hydrodynamisme.

On a entamé une méthodologie (utilisation combinée des logiciels DSAS et Arc Gis). Cette méthode repose sur une analyse des tendances d'évolution du trait de côte dans une durée 12 ans en utilisant les statistiques d'évolution surfacique (NSM, LRR et l'EPR). Les résultats de ces traitements sont comme suit :

L'accumulation a été dominante dans toute la zone d'étude avec une différence totale 893 m² et un gain surfacique annuel 74.4 m²/an.

La zone d'étude est aussi touchée par l'érosion (au niveau du cap Matifou et Pérouse, au bout de la plage « Tamenfoust-Est » et au niveau de la bande près d'elle avec un bilan total d'érosion de l'ordre -2710 m² et un bilan annuel de l'ordre -226 m²/an.

On a adopté aussi la méthodologie de la modélisation numérique du champ de la houle et des courants et des transports sédimentaires par l'utilisation du modèle numérique Mike 21.

Les houles du secteur Nord-est et du secteur Ouest sont les plus dominantes dans la zone d'étude

Les houles les plus énergétiques sont celle du secteur Ouest génèrent des courants de dérive littorale et des courants de retours qui induisent le transport sédimentaire avec une capacité atteint le 630720 m³/an/m.

L'étude granulométrique a montré la présence des sédiments très fins et homogènes au niveau de notre plage d'étude « Plage de Tamenfoust-Est » en biais des résultats de la médiane (D50). Les valeurs de l'indice de classement et du coefficient d'asymétrie indiquent la présence des sédiments très bien triés avec un décalage maximum vers les particules fines, cela explique que les courants existants sont réguliers et faibles.

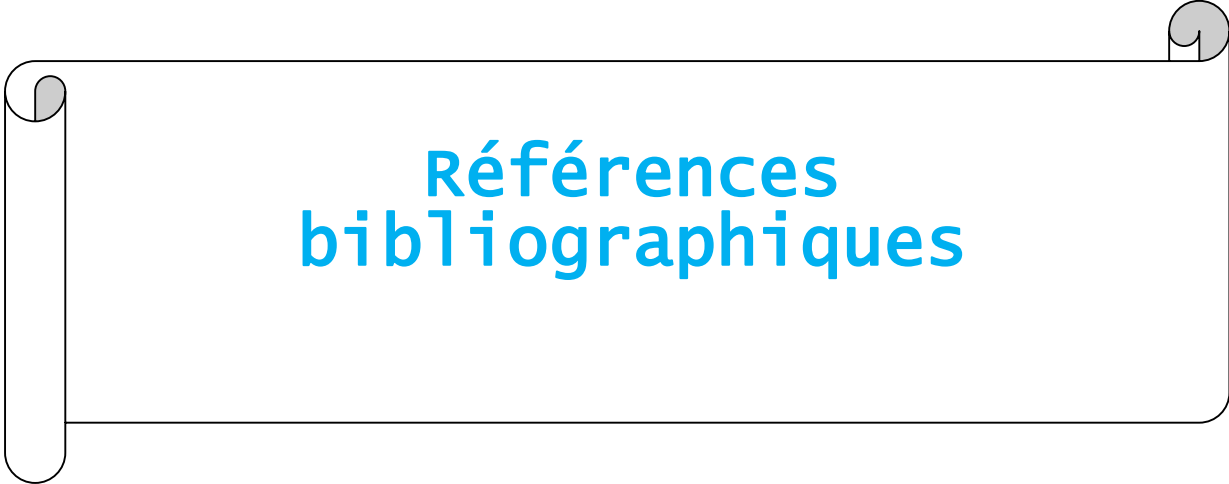
Enfin pour une bonne exploitation des ressources côtières de l'Est de la baie d'Alger et de préserver le milieu d'une dégradation indésirable, le pouvoir public doit tenir compte et garantir

Conclusion générale

une exploitation bien organisée rationnelle et réglementaire dans le but d'améliorer les aspects socioéconomiques et environnementales sans mettre la zone en danger, et ça c'est l'objectif de l'application d'une intelligente gestion intégrée.

L'influence du cap Matifou sur les processus hydrosédimentaire est basée essentiellement sur la diffraction et la réflexion de la houle, il est considéré comment étant un obstacle qui va faiblir l'hydrodynamisme et la vitesse de transport sédimentaire et aussi de créer une zone calme et stocker les sédiments au tour de lui.

Ce travail réalisé dans le cadre du projet de fin d'études, il nous a permis de créer une base de données récente et d'approfondir nos connaissances avec les techniques de modélisation, d'analyse et de se familiariser avec le terrain afin de mieux comprendre la dynamique côtière.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

ABDELLAOUI, A. BENBETKA, Y. 2017. Modélisation des processus hydrosédimentaire de la plage de « Sidi Fredj ». Mémoire fin d'étude. Dely Brahim. Alger: [Mémoire d'ingénieur en Aménagement du littoral] ENSSMAL, p.23.

AIT AISSI –SOUDANI, L. 2015. Contribution à l'Etude des Dépôts Continentaux du Pléistocène Supérieur du Sahel Occidental d'Alger. Université du 08 mai 1945 – Guelma, p. 15.

AYME, A. 1962. Collaborateur du Service de la Carte Géologique de l'Algérie

BERNATCHEZ, P. FRASER, C. 2008. Comprendre l'érosion côtière. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'UQAR, Québec, QC, Saint-Siméon 17 avril 2008, p.22-32.

Bruno Castelle & Philippe Bonneton. 2006. Modélisation du courant sagittal induit par les vagues au-dessus des systèmes barre/baine de la côte aquitaine, p 712.

BUJAN-NANS. 2009. Application d'un modèle de circulation quasi-tridimensionnel littoral à la dynamique des plages du Languedoc-Roussillon. Thèse de doctorat. Montpellier. France : Physique de l'environnement. Université de Montpellier II, p. 250.

CAR/ASP - PNUE/PAM. 2015. Plan de gestion de la future réserve naturelle de Réghaia en Algérie. Par Mouloud BENABDI. Ed. CAR/ASP - Projet MedMPAnet, Tunis, p 120.

CASTELLE, B. 2004. Modélisation de l'hydrodynamique sédimentaire au-dessus des barres sableuses, Bordeaux: s.n.

Choppin, L. 2002. Exemple de méthodes utilisées pour la gestion de stocks sableux marins dans quelques pays. BRGM/RP-51397-FR, p 44. 1tabl, 2 ann.

CIRIA, CUR, CETMEF. 2009. Guide Enrochement. L'utilisation des enrochements pour les ouvrages hydrauliques. Version française du Rock Manual. N° 02.

Compiègne : CETMEF.

Commissariat Général au Développement Durable 2011. Impacts à long terme du changement climatique sur le littoral métropolitain. Document non publié. France : CGDD.

COURTAUD, J. 2000. Dynamiques géomorphologiques et risques littoraux cas du tombolo, Marseille: s.n.

Références bibliographiques

EGIS EAU, IAU-IDF, BRGM. 2013. Étude sur la vulnérabilité et l'adaptation de la Wilaya d'Alger au changement climatique et aux risques naturels. Phase 1 Évaluation et représentation des sources de vulnérabilité, p 12.

FAYE, Ibrahima. 2010. Dynamique du trait de côte sur les littoraux sableux de la Mauritanie à la Guinée-Bissau (Afrique de l'Ouest) : Approches régionale et locale par Photo-interprétation, traitement d'images et analyse de cartes anciennes. Thèse de doctorat. Géographie. Bretagne : l'Université de Bretagne Occidentale.

Himmelstoss, E. A. 2009. DSAS 4.0 installation instructions and user guide. Thieler, ER, Himmelstoss, EA, Zichichi, JL, and Ergul, Ayhan, 2008-1278

Idier, D. 2003. Dynamique des dunes de sable sous-marines : exploitation de la campagne de mesures Permod en Mer du Nord méridionale (Pas-de Calais). Rapport SHOM, p86.

JAUD, M. 2011. Techniques d'observation et de mesure haute résolution des transferts sédimentaires dans la frange littorale. Thèse de doctorat. Sciences de la Terre. France : Université de Bretagne occidentale-Brest, p25.

L'EID Méditerranée, SMNLR. 2005. Connaissance et gestion de l'érosion du littoral. Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse. France Mars 2005, p 6-7.

LEM. 1996. Expertise pour l'étude de protection de rivage du site est de la baie d'Alger Document non publié. Alger: Laboratoire des études maritimes.

LEYVA. 2005. Coastal Processes Lesson. [En ligne] Availableat:
http://geophile.net/Lessons/coasts/coasts_02.html

LOSSON et CORBONNOIS, 2006. Interprétation paléoclimatique des remplissages endokarstiques de la vallée de la Moselle à Pierre-la-Treiche.

Maouche, S. Morhange, C. et meghraoui, M. 2009. Large boulder accumulation on the Algerian coast evidence tsunami events in the western Mediterranean, Marine Geology 262, p. 96-104

Maouche, S. 1987. Mécanismes hydrosédimentaires en Baie d'Alger (Algérie). Approche sédimentologique, géochimique et traitement statistique. Thèse spécialité, université de Perpignan, p 213.

Références bibliographiques

MERZOUK, G. 2016. Apport de variable socio-économique sur l'évaluation de vulnérabilité côtière : cas de la baie d'Alger. Mémoire fin d'étude. Dely Brahim. Alger: [Mémoire d'ingénieur en Aménagement du littoral] ENSSMAL, p. 55.

MEZOUAR, K. 2009. Etude comparative entre les méthodes de protection des deux littoraux algérien et roumain. Thèse de doctorat. Géotechnique et fondation. Roumanie : Université Technique de Construction de Bucarest.

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. 2010. Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte. France: Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, p. 68-103.

Ministère des ressources en eau et de l'environnement. 2015. Stratégie nationale de gestion intégrée des zones côtières pour l'Algérie 2015-2030, p14

Observatoire sur la responsabilité sociétale des entreprises. 2003. Analyse comparative d'indicateurs de développement durable, p 3-4.

PASKOFF, R. CLUS-AUBY, C. 2007. L'érosion des plages : les causes, les remèdes. Paris/Monaco : Institut Océanographique, coll, p.184.

STÉPANIAN, A. 2002. Evolution morpho dynamique d'une plage macro tidale à barres: Omaha Beach (Normandie). Thèse de doctorat. Caen. Caen : Université de Caen, p. 22-23.

Teffahi, N. 2018. Cours de cartographie 4eme année, ENSSMAL.

THAN, V. 2015. Modélisation d'érosion côtière : application à la partie ouest du tombolo de Giens. Thèse de doctorat. France: l'université de Marseille, p 427.

Thieler, E. R, & Danforth, W. W. 1994. Historical shoreline mapping (II): application of the digital shoreline mapping and analysis systems (DSMS/DSAS) to shoreline change mapping in Puerto Rico. Journal of Coastal Research, 600-620.

THIELER E.R, HIMMELSTOSS E, MILLER T. 2003. User guide and tutorial for the Digital shoreline analysis system (DSAS) version 3.2, USGS open-File Report 2005-1304, p 33.

THORENTON, P. et al. 2000. The impacts of climate changes on livestock and livestock systems in developing countries. Vol. 15, p 117

Références bibliographiques

ZEROUALI, K. 2013. La méthode GSTA (Global Size Trend Analysis) appliquée à la côte de Stora-Skikda, p 3.

Source : www.shom.fr

http://voilejmh.free.fr/voile/maree_courant.htm#haut

<https://fr.m.wikipedia.org>

www.portalger.com.dz .

www.gebco.net

[https://en.wikipedia.org/wiki/Google Earth](https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Earth)

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Gestion intégrée des zones côtière](https://fr.wikipedia.org/wiki/Gestion_intégrée_des_zones_côtière)

[https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Cap \(g%C3%A9ographie\)](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Cap_(g%C3%A9ographie))

<https://fr.m.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9diment>

<http://wavepower.ek.la/caracteristiques-p518469>

<http://hmf.enseeiht.fr/travaux/projnum/book/export/html/3136>



Annexes

Annexe 1

1.1. La rose des houles

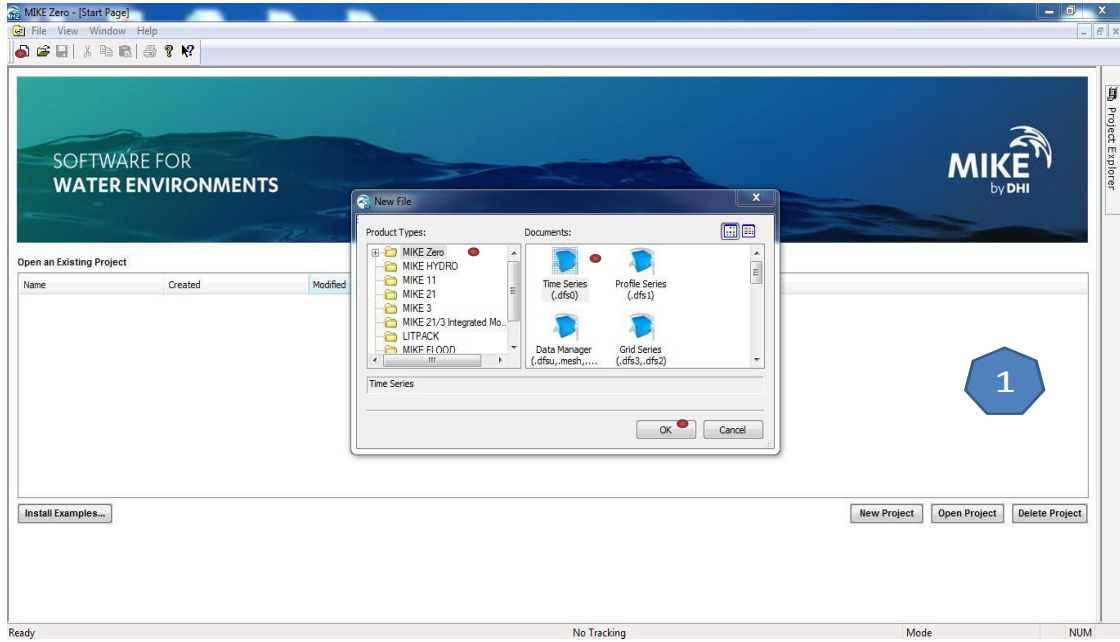


Figure 1: Préparation de la série du tems des houles pour une année 2019.

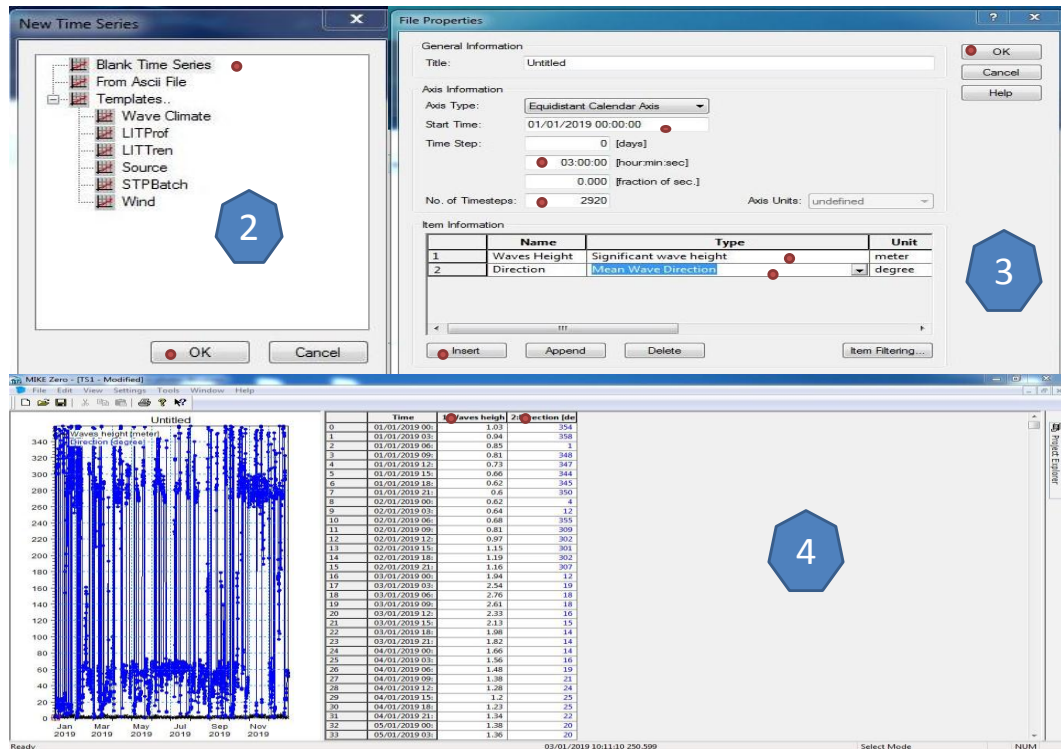


Figure 2 : Création de la série du tems des houles pour une année 2019.

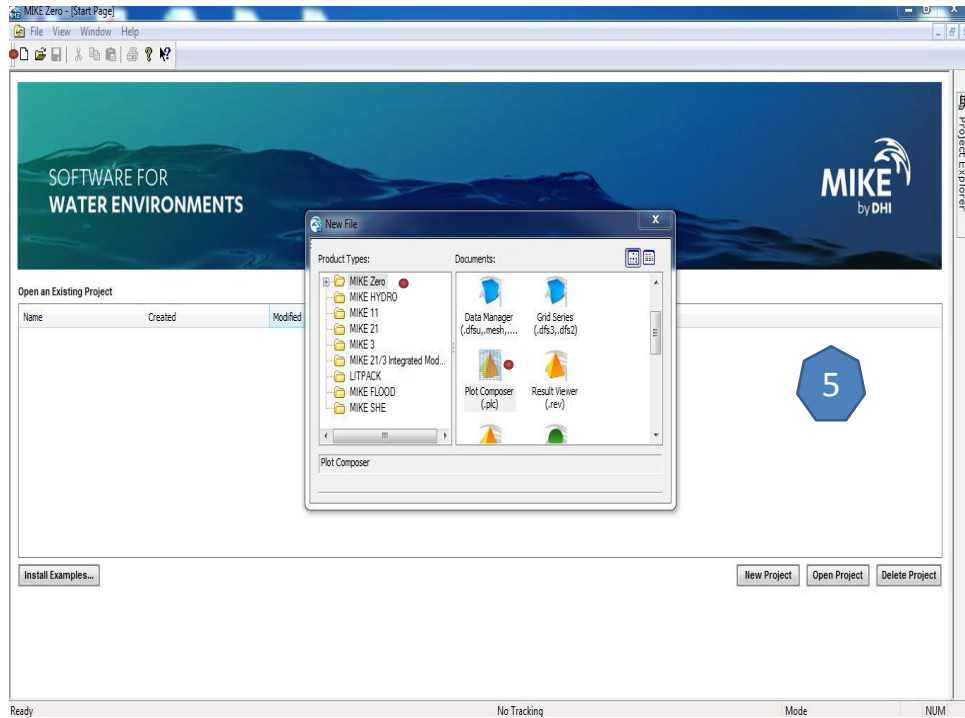


Figure 3 : Choisir l'outil Plot Composer (.plc) pour dessiner la rose des houles.

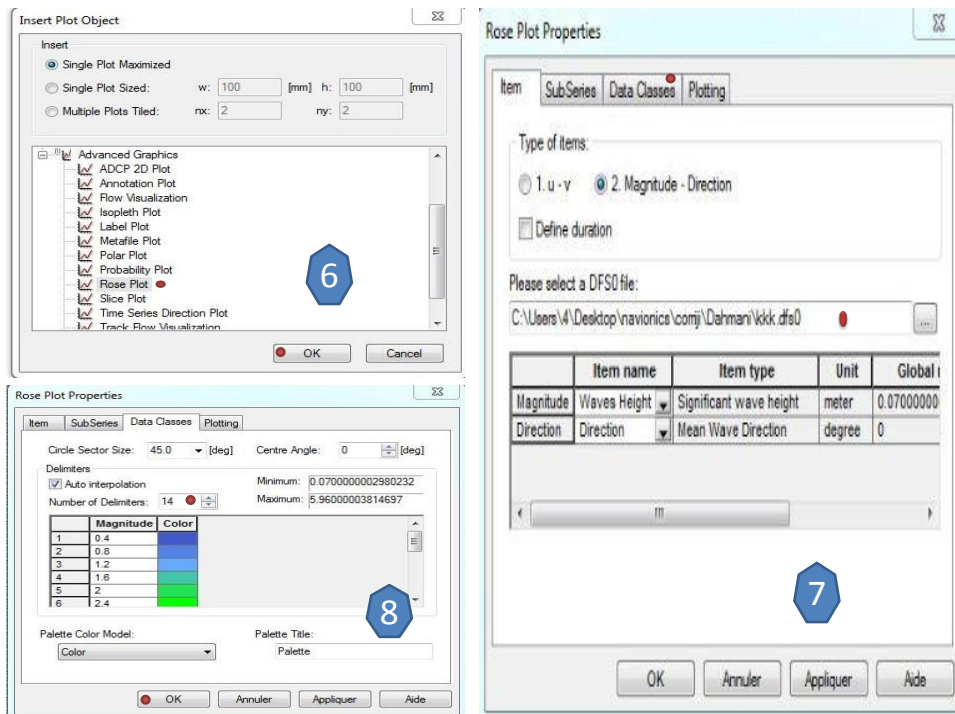


Figure 4 : Création de la rose des houles.

1.2. La rose du vent

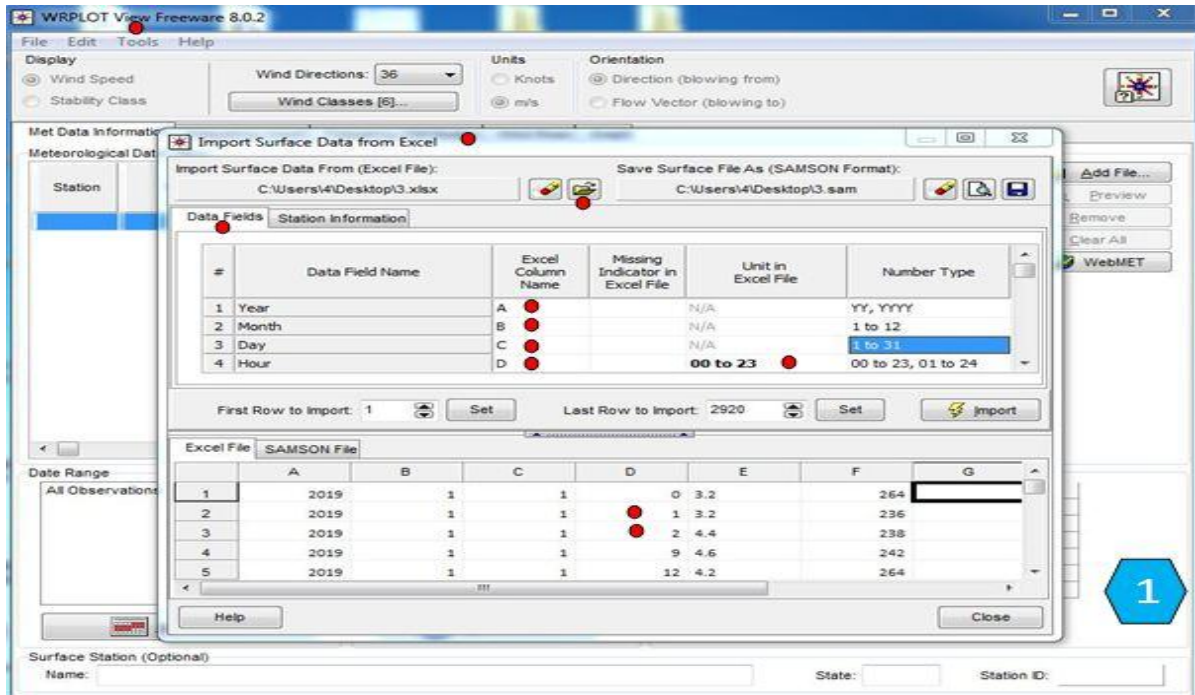


Figure 1: Préparer et définir le tableau Excel au WRPLOT View.

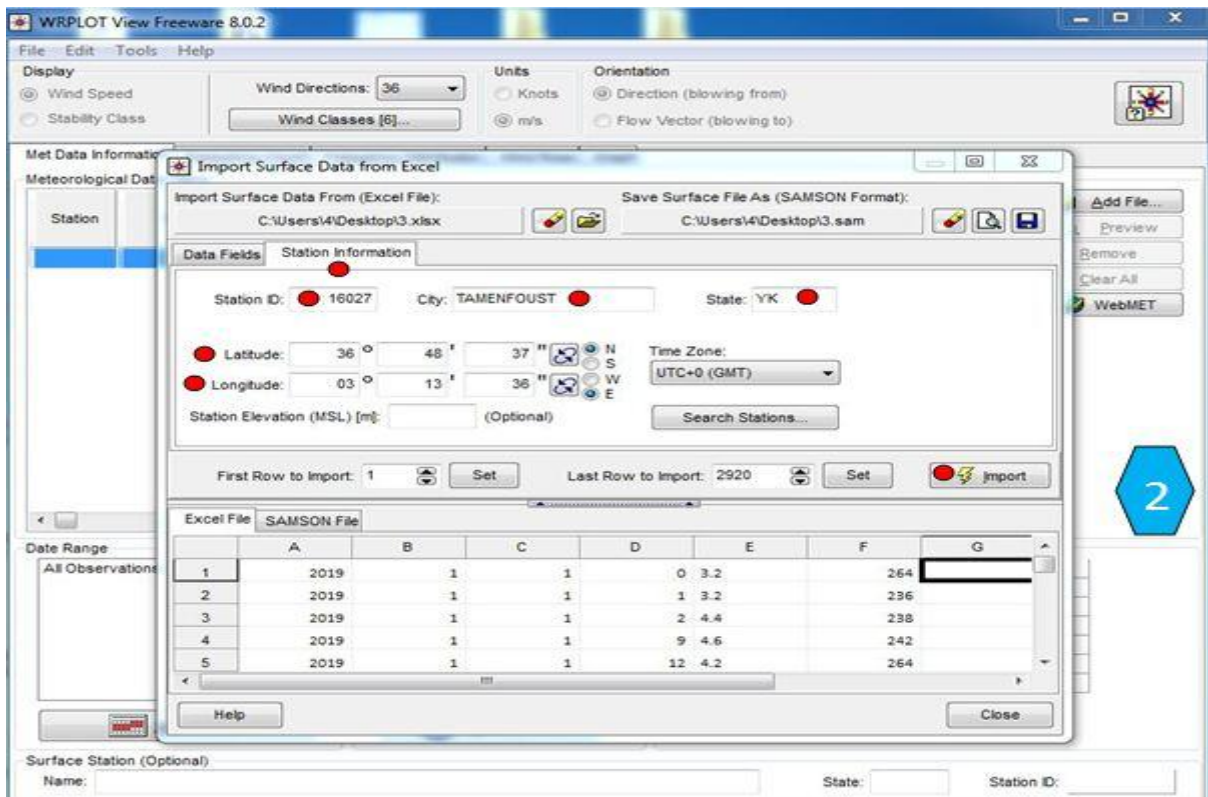


Figure 2: L'ajout des formations de la zone d'étude puis faire extraire un fichier format sam.txt.

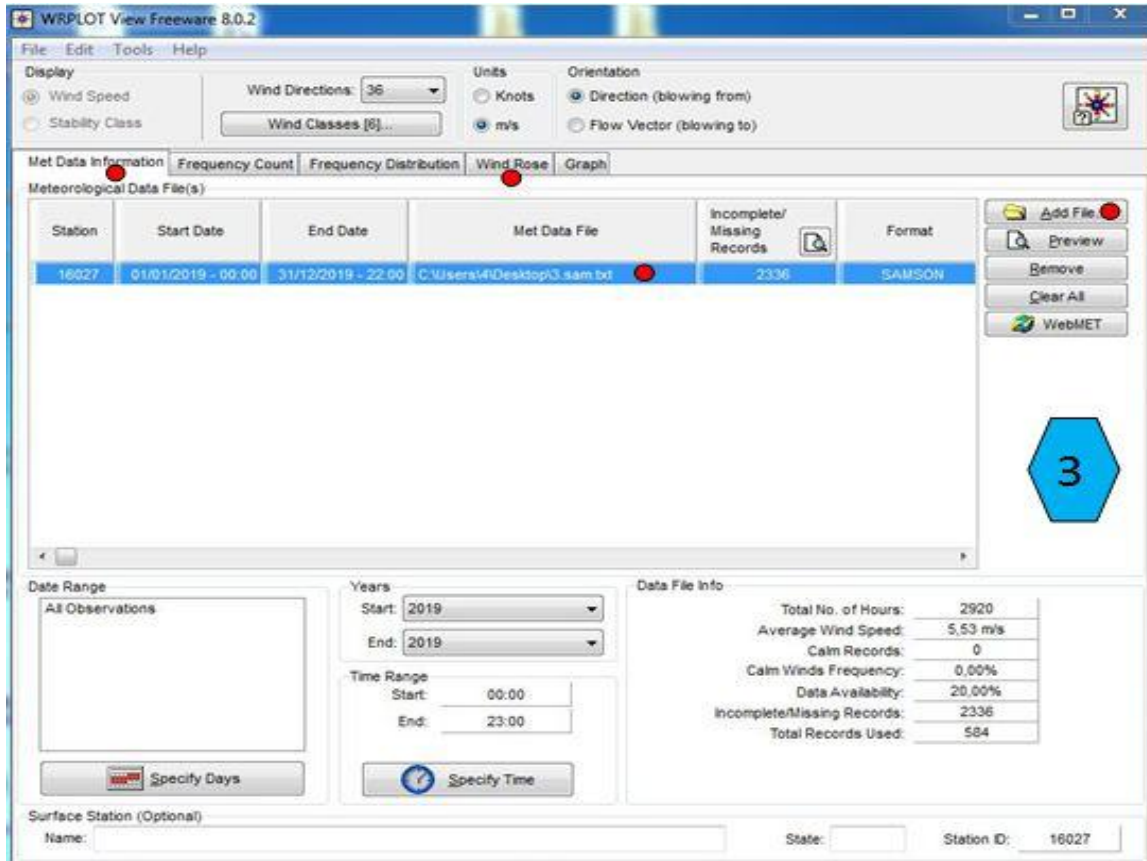


Figure 3: importer le fichier format sam.txt puis sortir la rose du vent.

1.3. Tableau

Tableau 1: Variation des débits liquides de l'oued hamiz (LEM.1975-2010).

T (an)	2	5	10	20	50	100
QL (m ³ /s)	40.03	43.9	51.21	58.13	67.13	73.77

Annexe 2



Figure 1: Barre d'outils de DSAS (USGS, 2016).

1: **Définir / Modifier les paramètres** : spécifiés les noms de fichiers pour les entrées de référence et de rivage et d'autres paramètres, tels que l'espacement des profils.

2: **Transects Cast** : génère une nouvelle (ou écrase un existant) classe d'entités des profils en fonction des paramètres par défaut spécifiés par l'utilisateur.

Annexes

3: **Le menu déroulant** : répertorie tous les fichiers de transects reconnus ajoutés au projet ArcMap actif.

4: **Calculer les statistiques** : lance une boîte de dialogue peuplée avec une liste sélectionnable des statistiques de changement de taux à calculer.

5: **Clip transects à SCE** : lance une boîte de dialogue offrant aux utilisateurs la possibilité de générer une copie du fichier de profils spécifié qui est accroché à l'enveloppe de changement de rivage (SCE) ou la distance maximale entre tous les rivages.

6: **Lance la fonction d'aide DSAS.**

7: **A propos de DSAS** : fournit des informations sur le logiciel, y compris le numéro de version.

Tableau 1: *Partie des résultats du calcul statistique en utilisant l'extension Dsas durant 2019-2007.*

OBJECTID	TransectId	TCD	EPR	ECI	NSM	LRR	LR2	LSE	LCI99_9
1	1	0	1.17	0.831	9.99	1.09	0.35	9.01	952.408
2	2	5	0.97	0.831	8.23	0.88	0.22	9.91	1046.757
3	3	10	1.26	0.573	15.53	1.22	0.44	8.99	31.054
4	4	15	1.23	0.573	15.12	1.2	0.5	7.76	26.801
5	5	20	0.32	0.573	3.97	0.36	0.29	3.65	12.619
6	6	25	0.09	0.573	1.05	0.06	0.03	2.45	8.458
7	7	30	-0.15	0.573	-1.81	-0.14	0.07	3.35	11.562
8	8	35	-0.16	0.573	-2.03	-0.14	0.06	3.36	11.61
9	9	40	0.5	0.573	6.16	0.5	0.35	4.42	15.263
10	10	45	0.59	0.573	7.23	0.69	0.61	3.57	12.346
11	11	50	0.6	0.573	7.37	0.68	0.6	3.62	12.519
12	12	55	0.37	0.573	4.54	0.47	0.39	3.81	13.148
13	13	60	0.21	0.573	2.56	0.33	0.24	3.79	13.09
14	14	65	0.18	0.573	2.25	0.2	0.18	2.78	9.604
15	15	70	-0.03	0.573	-0.35	-0.07	0.03	2.63	9.084
16	16	75	-0.2	0.573	-2.46	-0.3	0.22	3.68	12.731
17	17	80	-0.29	0.573	-3.56	-0.44	0.23	5.22	18.023
18	18	85	-0.04	0.573	-0.44	-0.16	0.04	5	17.289
19	19	90	-0.16	0.573	-2.03	-0.24	0.07	5.58	19.286
20	20	95	-0.22	0.573	-2.68	-0.29	0.12	5.03	17.394
21	21	100	-0.15	0.573	-1.88	-0.22	0.08	4.83	16.705
22	22	105	-0.08	0.573	-0.96	-0.15	0.04	4.73	16.343
23	23	110	-0.03	0.573	-0.34	-0.1	0.02	4.59	15.847
24	24	115	0.01	0.573	0.11	-0.07	0.01	4.56	15.768
25	25	120	-0.05	0.573	-0.59	-0.12	0.03	4.16	14.379
26	26	125	-0.19	0.573	-2.33	-0.23	0.14	3.6	12.442
27	27	130	-0.16	0.573	-1.92	-0.18	0.08	3.94	13.628
28	28	135	-0.11	0.573	-1.41	-0.18	0.05	4.95	17.107

Annexes

29	29	140	-0.1	0.573	-1.24	-0.19	0.07	4.53	15.655
30	30	145	-0.09	0.573	-1.07	-0.2	0.08	4.24	14.647
31	31	150	-0.05	0.573	-0.64	-0.19	0.08	4.17	14.401
32	32	155	-0.01	0.573	-0.14	-0.17	0.06	4.24	14.651
33	33	160	0.03	0.573	0.4	-0.14	0.04	4.35	15.026
34	34	165	0.02	0.573	0.22	-0.14	0.04	4.11	14.194
35	35	170	0	0.573	0.04	-0.13	0.04	3.95	13.638
36	36	175	-0.01	0.573	-0.13	-0.12	0.04	3.86	13.328
37	37	180	-0.02	0.573	-0.28	-0.11	0.03	3.89	13.43
38	38	185	-0.02	0.573	-0.23	-0.11	0.03	4.15	14.352
39	39	190	-0.01	0.573	-0.17	-0.11	0.03	4.23	14.624

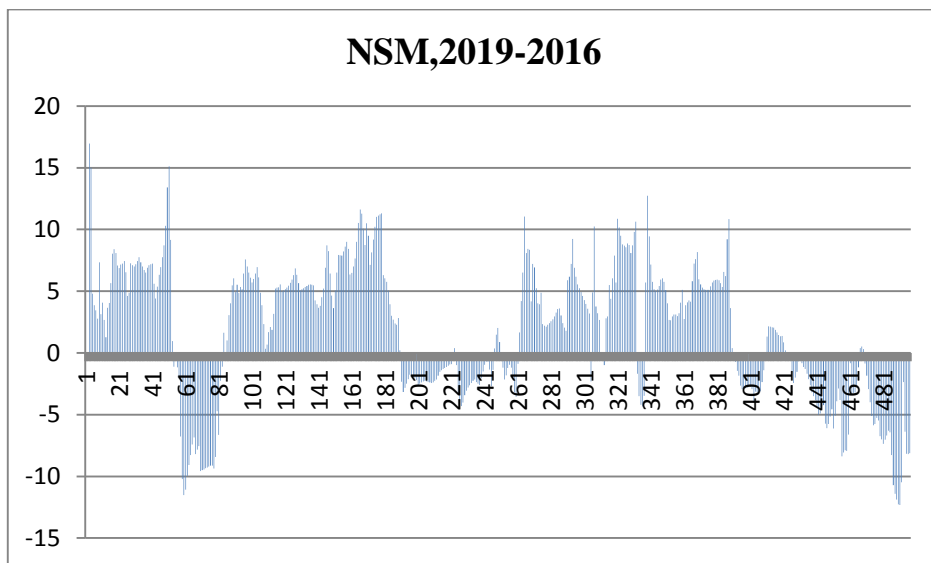


Figure 2: Résultat graphique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode NSM en (m) entre 2016 et 2019.

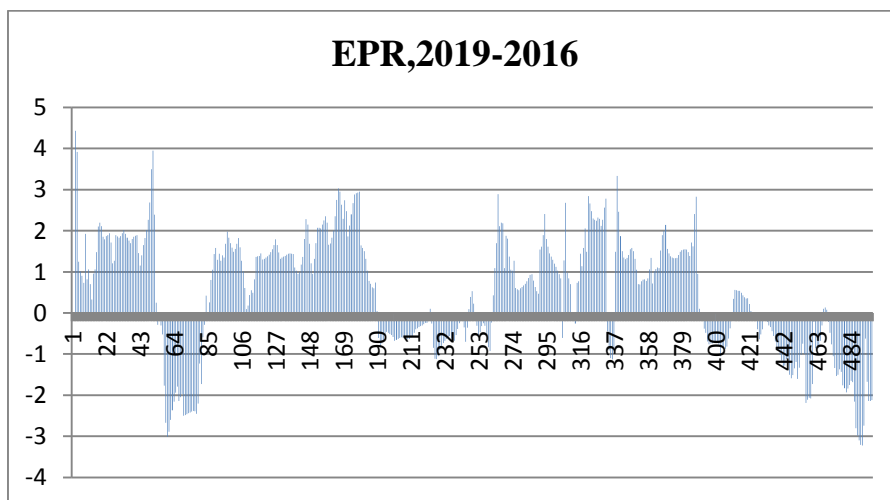


Figure 3: Résultat graphique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode EPR en (m/an) entre 2016 et 2019.

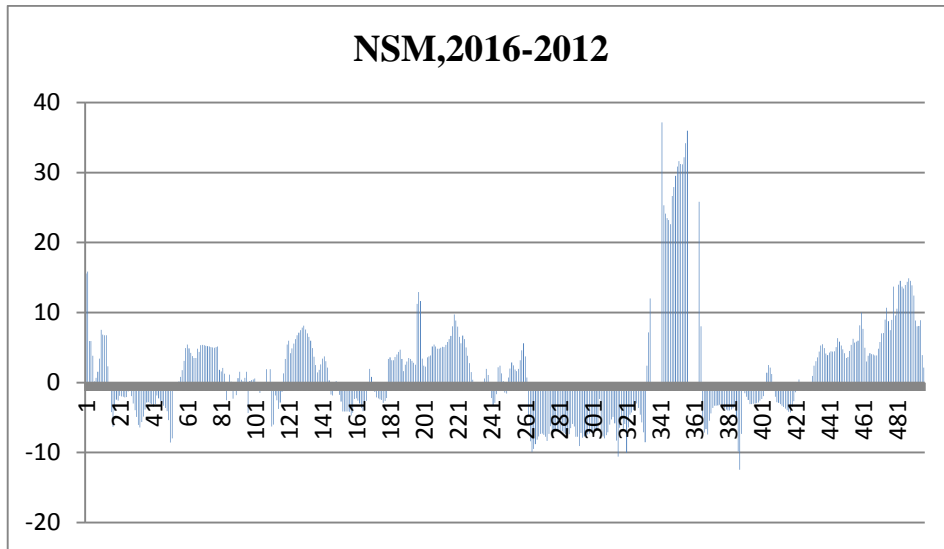


Figure 4: Résultat graphique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode NSM en (m) entre 2012 et 2016.

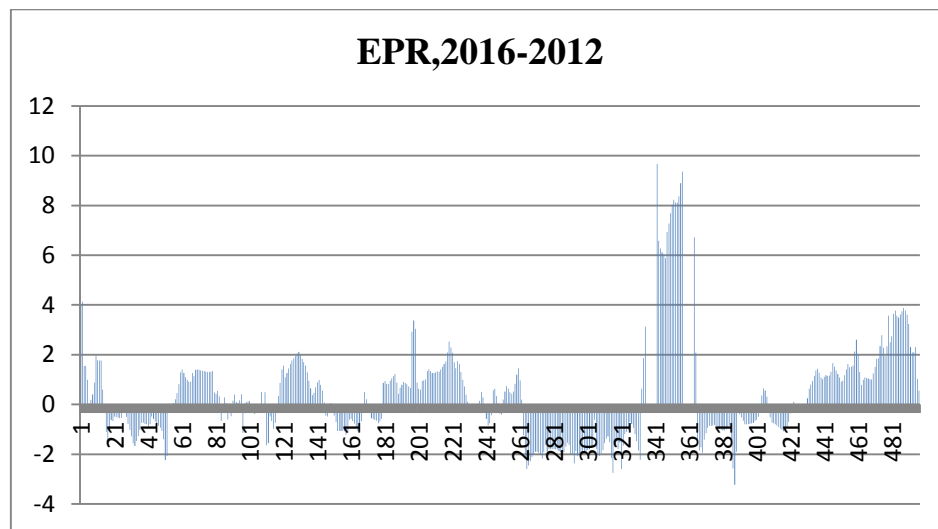


Figure 5: Résultat graphique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode EPR en (m/an) entre 2012 et 2016.

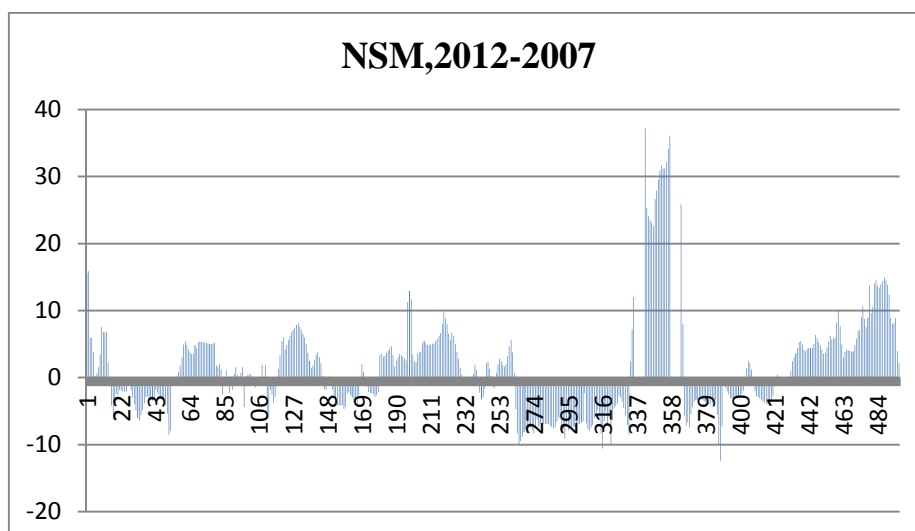


Figure 6: Résultat graphique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode NSM en (m) entre 2007 et 2012.

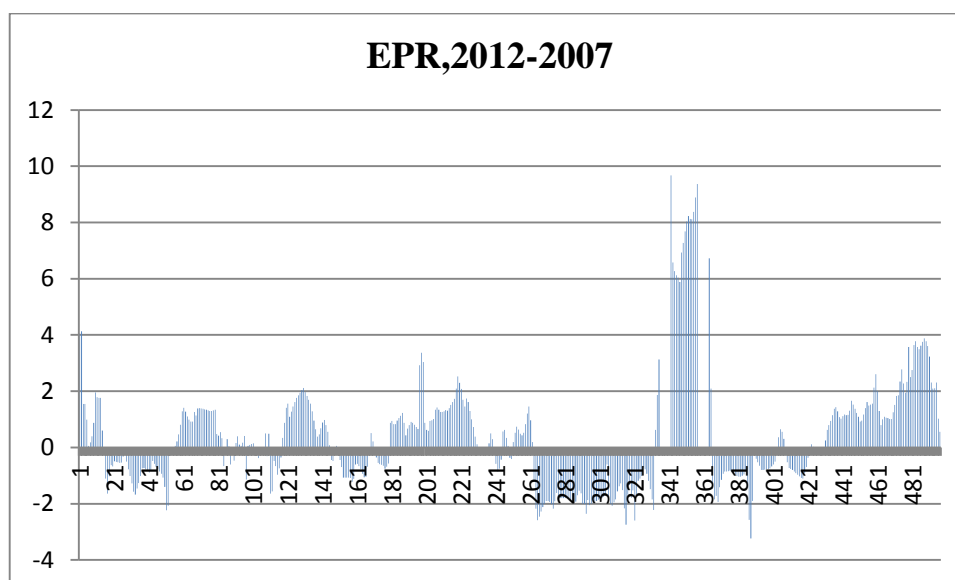


Figure 7: Résultat graphique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode EPR en (m/an) entre 2007 et 2012.

Tableau 2: résultats de bilan sédimentaire dans la période 2019-2007.

OBJECTID	Bilan	Surface en m ²	Erosion totale	Accumulation totale	Bilan totale
1	Erosion	-145	-2710	3603	893
2	Erosion	-85			
3	Erosion	-251			
4	Erosion	-670			
5	Erosion	-1559			

Annexes

6	Accumulation	201			
8	Accumulation	366			
9	Accumulation	1156			
10	Accumulation	453			
11	Accumulation	147			
12	Accumulation	901			
13	Accumulation	379			

Annexe 3

Extraction de la bathymétrie du site **GEBCO: The General Bathymetric Chart of the Oceans**

- Entrer dans le site (www.gebco.net) puis sélectionner la zone d'étude et télécharger ses données « fichier winrar »

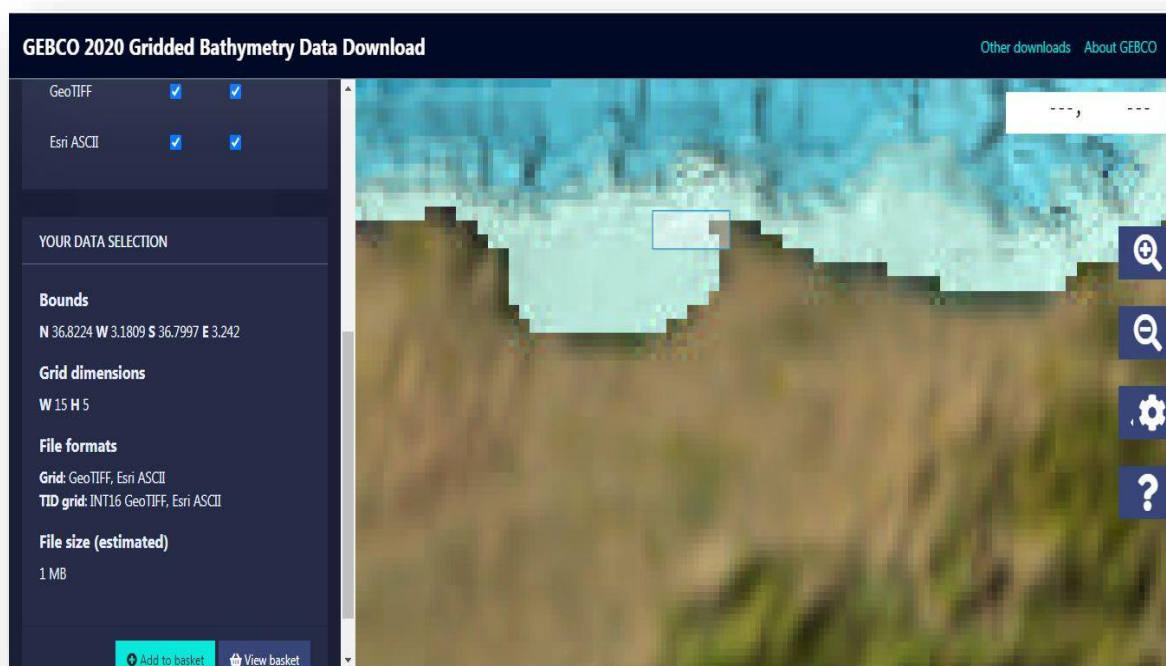


Figure 1: sélectionner la zone d'étude.

- Ouvrir la carte bathymétrique dans Arc Gis et faire une projection raster pour la carte :
ArcToolbox → data management Tools → projections and transformations →
Raster → project raster

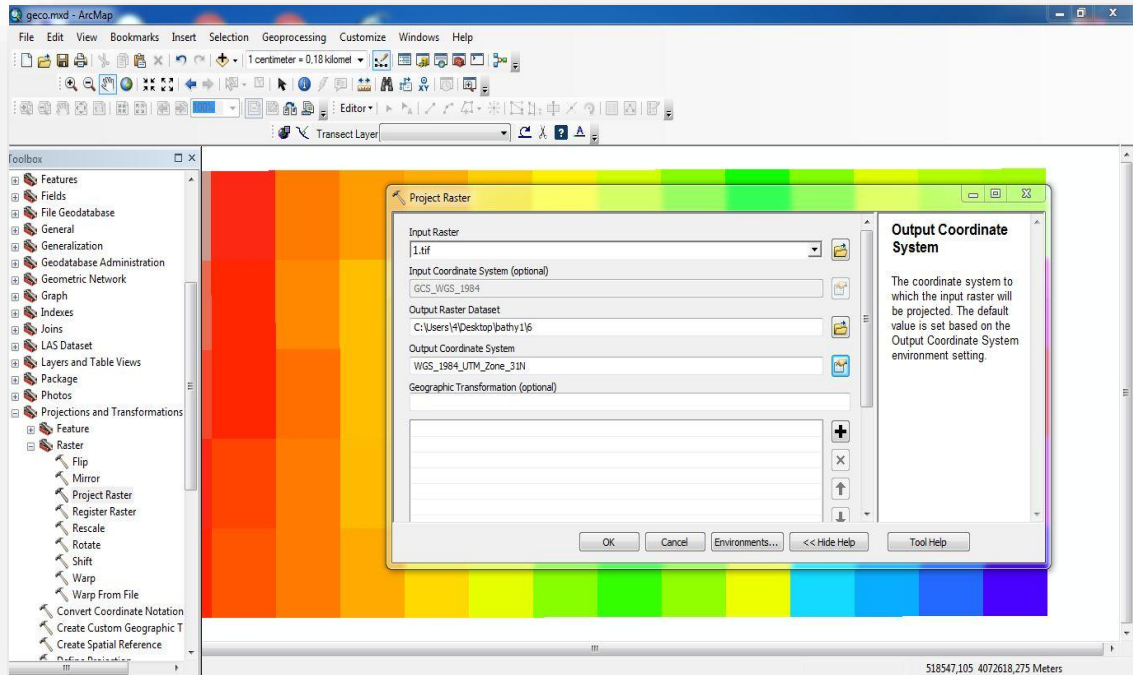


Figure 2: la projection raster de la zone d'étude.

➤ Création des points dans la zone d'étude :

Search → create random points

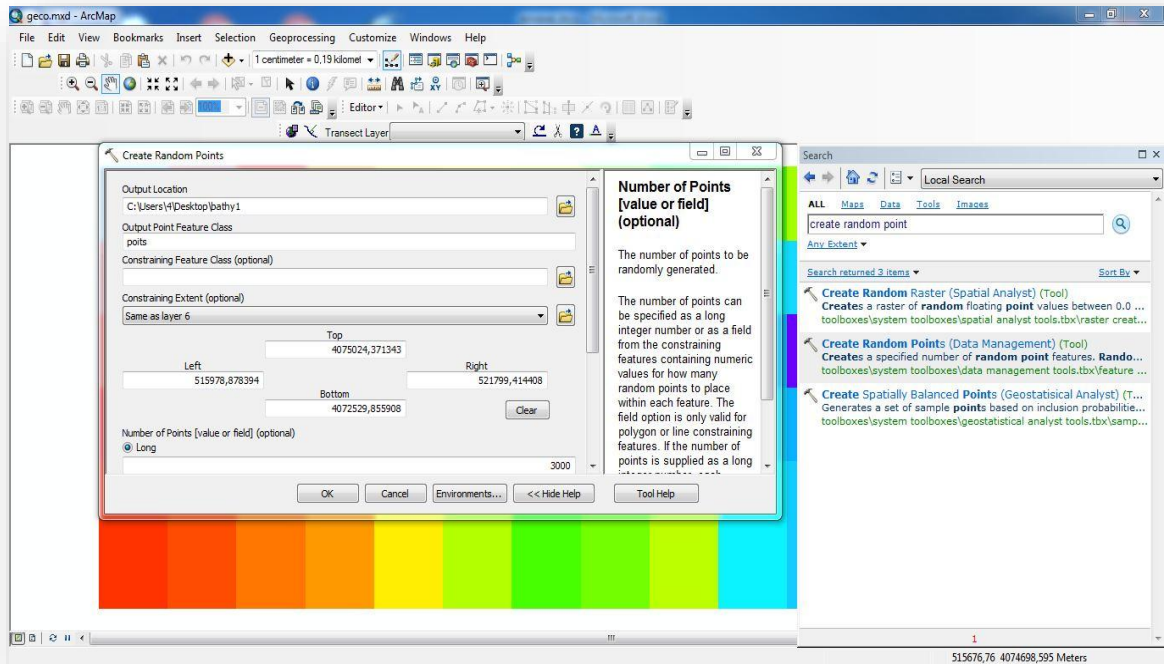


Figure 3: la création des points dans la zone d'étude.

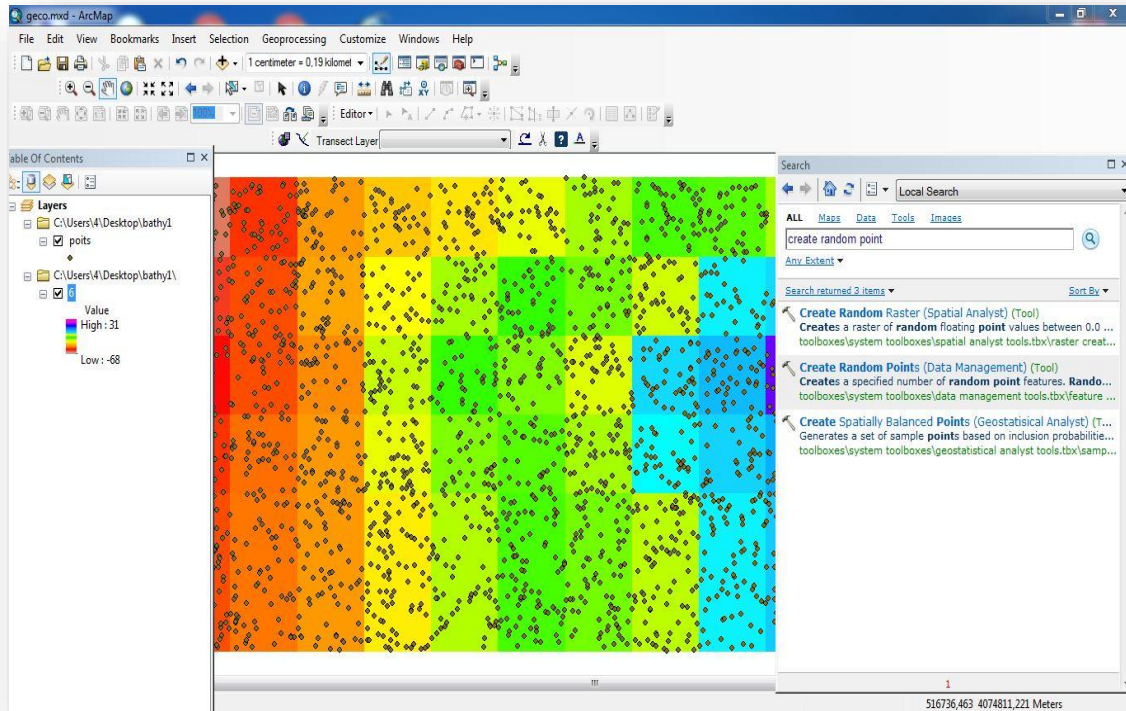


Figure 4: la distribution des points dans la zone d'étude.

➤ Calculs géométriques :

1-Ouvrir le tableau attributaire des points générés et ajouter 3 colonnes x, y, z

2-Les coordonnées x, y, se calculent simplement :

Sélectionner la colonne → calculate geometry → yes → x coordinate of point pour x ; y coordinate of point pour y → ok

3-Calcul les coordonnées z :

Arc Toolbox → 3D analyst Tools → functional surface → add surface information

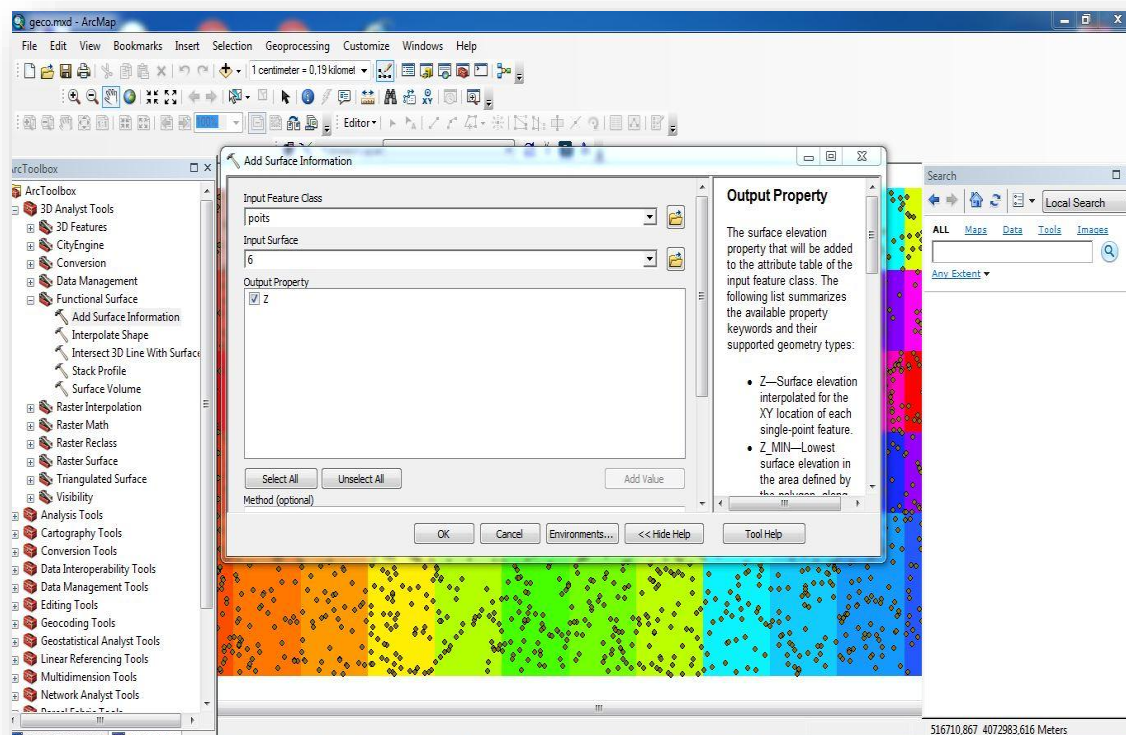


Figure 5: calcul les coordonnées z.

Annexe 4

Tableau 1: Les coordonnées géographiques des stations de prélèvement avec les pourcentages des particules fines et les valeurs de médiane de la plage « Tamenfoust-est ».

Num	Coordonnées X	Coordonnées Y	pourcentage de pélites	D50	Profondeur
ST1	520798,0841	4073435,845	0,1	0,197	Partie terrestre
ST2	520788,8579	4073418,589	0,23	0,183	0,7 m
ST3	520823,4603	4073434,951	0,1	0,194	Partie terrestre
ST4	520819,7075	4073426,195	0,12	0,184	Partie terrestre
ST5	520812,2009	4073410,419	0,1	0,18	0,6 m
ST6	520808,2326	4073403,65	0,41	0,173	1 m
ST7	520850,2662	4073424,676	0,83	0,199	Partie terrestre
ST8	520846,6921	4073417,795	0,1	0,194	Partie terrestre
ST9	520842,7606	4073409,754	0,18	0,228	Partie terrestre
ST10	520836,0106	4073398,748	0,35	0,182	0,5 m
ST11	520833,4429	4073394,312	0,68	0,179	0,8 m
ST12	520829,0078	4073387,543	0,18	0,181	1,3 m
ST13	520874,3915	4073394,206	1,09	0,207	Partie terrestre
ST14	520870,1026	4073388,666	0,2	0,202	Partie terrestre
ST15	520863,3219	4073379,373	0,42	0,173	0,4 m

Annexes

ST16	520859,8204	4073375,405	0,09	0,213	0,8 m
ST17	520892,7982	4073360,252	0,1	0,216	Partie terrestre
ST18	520883,8636	4073349,027	0,08	0,181	0,5 m
ST19	520878,0279	4073342,258	2,91	1,156	1 m
ST20	520926,3949	4073327,192	0,1	0,224	Partie terrestre
ST21	520915,61	4073316,114	0,14	0,188	0,6 m
ST22	520908,3737	4073308,177	0,1	0,203	1,2 m
ST23	520949,2692	4073303,066	0,3	0,224	Partie terrestre
ST24	520946,7511	4073300,403	0,1	0,229	Partie terrestre
ST25	520939,6532	4073293,704	0,1	0,216	0,6 m
ST26	520933,1172	4073286,001	0,15	0,211	1,3 m
ST27	520969,6405	4073269,572	0,1	0,253	Partie terrestre
ST28	520956,6936	4073265,926	platier rocheux	platier rocheux	0,8 m
ST29	520950,1576	4073261,958	platier rocheux	platier rocheux	1,3 m

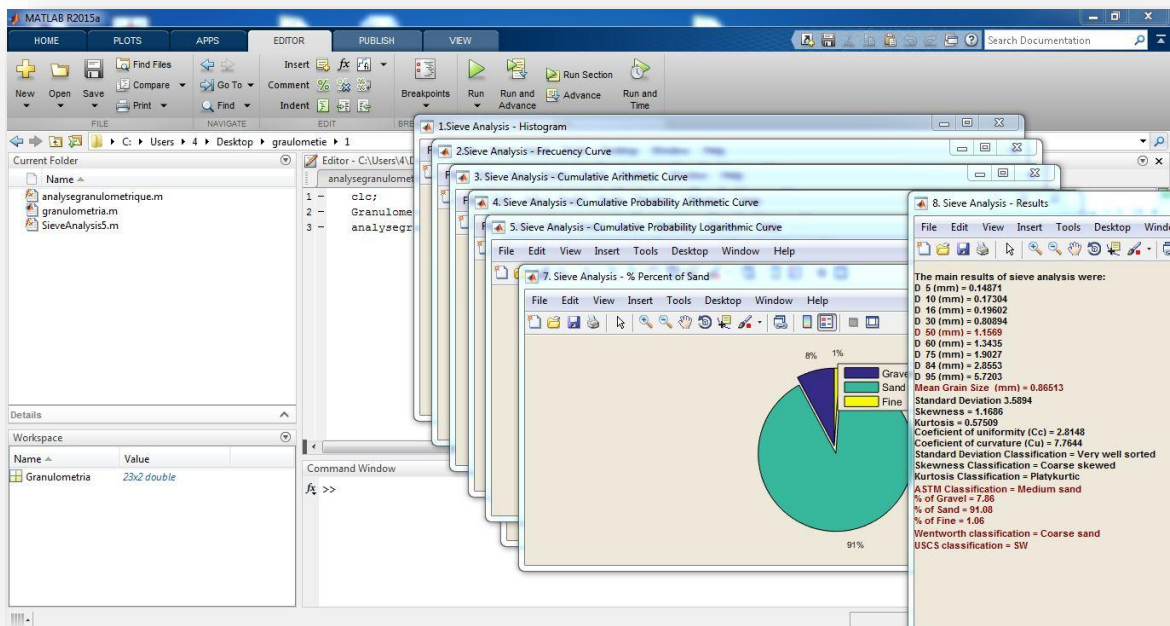


Figure 1: interface d'extraction des résultats par MATLAB.

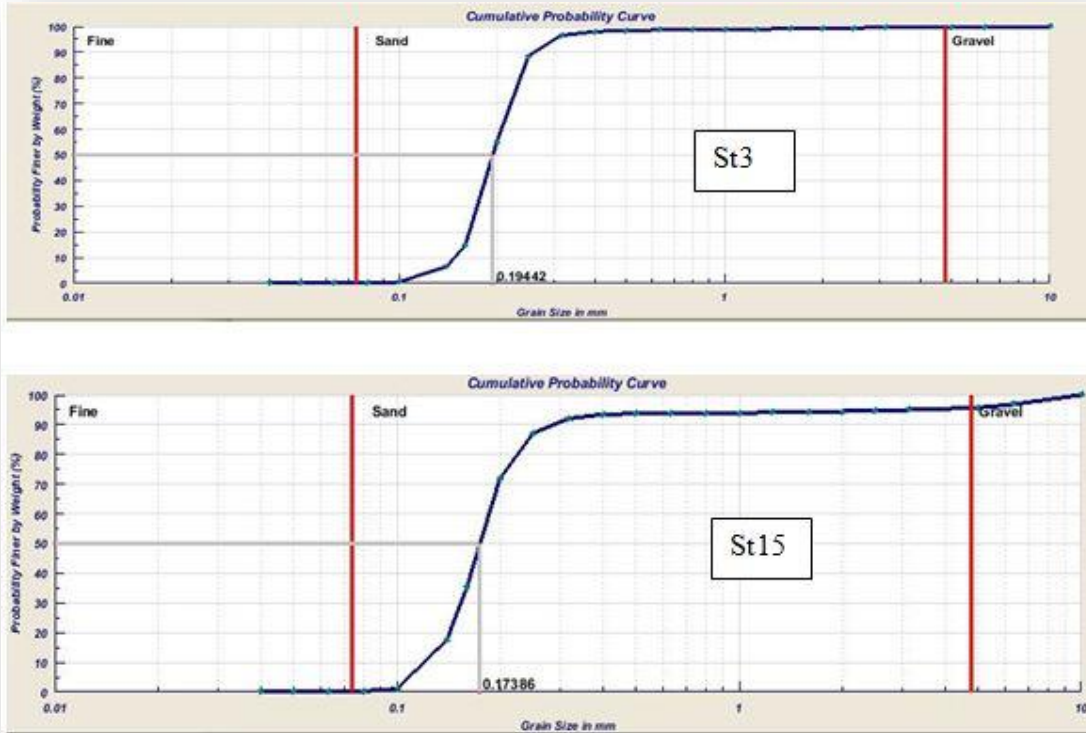


Figure 2: Exemple des courbes granulométriques par MATLAB.

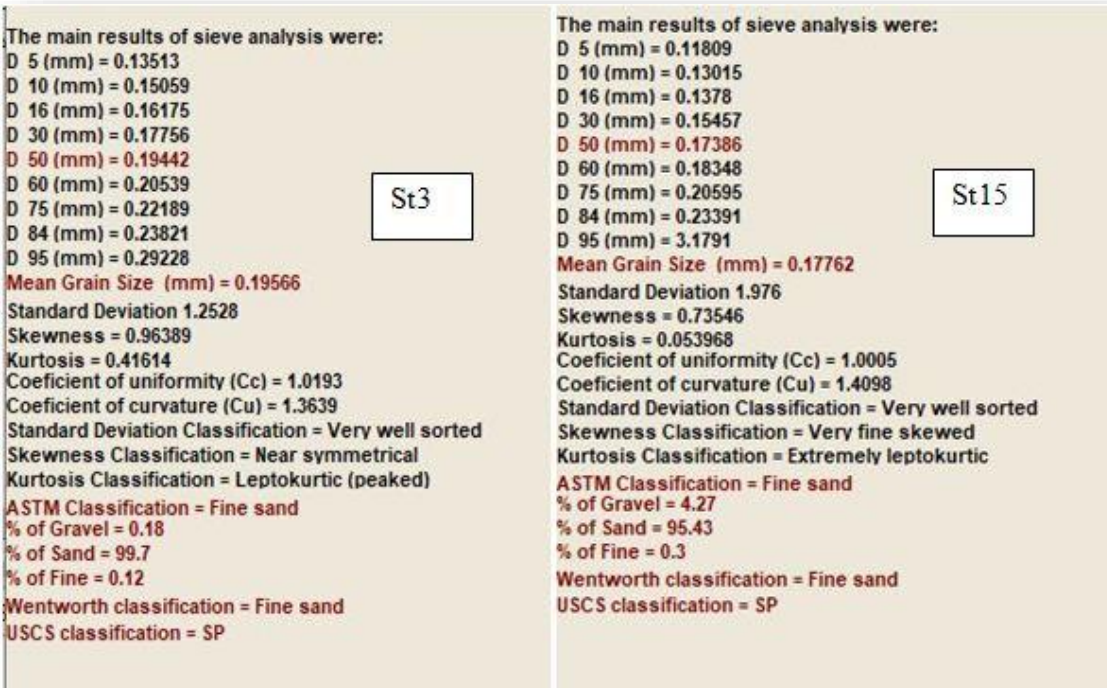


Figure 2: Exemple des résultats granulométriques par MATLAB.

Résumé:

Ce travail porte sur l'évolution morpho-dynamique des profils transversaux des plages sableuses soumis à l'action de houles. L'étude s'appuie sur la modélisation du transport sédimentaire à partir de différents outils. Depuis de nombreuses années, la communauté scientifique s'attache à caractériser les processus hydrodynamiques et sédimentaires responsables de la dynamique de plage. L'objectif est de modéliser et prédire correctement l'évolution de la côte et comment influencer le promontoire rocheux sur les processus hydrodynamiques et sédimentaires.

Pour répondre à cela, cette étude s'appuie sur l'observation de la plage naturelle et sur la modélisation de cette dernière par des modèles physiques en laboratoire et numérique.

L'analyse porte sur les réponses morphologiques, hydrodynamiques et granulométriques de la plage. Le transport sédimentaire associé à l'évolution morphologique des plages est analysé en fonction de différents paramètres caractéristiques des processus hydro-sédimentaire. Utilisation des outils de modélisation pour déterminer l'évolution des paramètres hydrodynamiques et le transport sédimentaire sur la plage Tamenfoust-Est.

Mots clés:

Transport sédimentaire, modélisation numérique, granulométrie, bathymétrie, évolution morpho-dynamique, Tamenfoust-Est.

Abstract:

This work deals with the morpho-dynamic evolution of the transverse profiles of sandy beaches subjected to the action of swells. The study is based on the modelling of sediment transport using different tools. For many years, the scientific community has been working to characterize the hydrodynamic and sedimentary processes responsible for beach dynamics. The objective is to model and predict correctly the evolution of the coast and how the rocky promontory influences the hydrodynamic and sedimentary processes.

To answer this, this study is based on the observation of the natural beach and its modelling by physical laboratory and numerical models.

The analysis focuses on the morphological, hydrodynamic and granulometric responses of the beach. The sediment transport associated with the morphological evolution of the beaches is

analysed according to different parameters characteristic of the hydro-sedimentary processes. Use of modelling tools to determine the evolution of hydrodynamic parameters and sediment transport on the Tamenfoust-East beach.

Key words:

Sediment transport, numerical modelling, granulometry, bathymetry, morpho-dynamic evolution, Tamenfoust-Est.

ملخص:

يتناول هذا العمل التطور المورفوديناميكي للظهور العرضي للشواطئ الرملية الخاضعة لتأثيرات الأمواج. تعتمد الدراسة على نمذجة النقل الرسوبي باستخدام مختلف الأدوات. لسنوات عديدة، ركز المجتمع العلمي على وصف العمليات الهيدروديناميكية والرسوبية المسؤولة عن ديناميات الشاطئ. والهدف هو وضع نموذج للتطور الساحلي والتنبؤ به بشكل صحيح وكيف يؤثر النتوء الصخري على العمليات المائية الرسوبية.

للإجابة على هذا، تركز هذه الدراسة على ملاحظة النطاق الطبيعي ونمذجته من خلال النماذج المادية في المختبر وبشكل عددي.

ويتعلق التحليل بالاستجابات المورفولوجية والهيدرودينامية والحبيبية للشاطئ. يتم تحليل النقل الترسبي المرتبط بالتطور الصرفي للشواطئ وفقا لمعايير مختلفة مميزة للعمليات المائية الرسوبية. استخدام أدوات النمذجة لتحديد تطور المعلمات الهيدروديناميكية والنقل الرسوبي على ساحل تامنفوست شرق.

المصطلحات:

النقل الرسوبي، النمذجة العددية، قياس الحبيبات، قياس الأعماق، الهياكل الواقية، التطور المورفوديناميكي، الشواطئ الرملية، تامنفوست شرق.