

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Ecole National supérieure des Sciences de la Mer et l'Aménagement de Littoral



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN SCIENCES DE LA MER.
OPTION : AMENAGEMENT DU LITTORAL.**

Thème :

**Evolution du trait de cote au niveau de la baie de Bousmail
recours a l'image satellite et système d'information
géographique**

Réaliser par :

GHEZALI Abdel ghafour

Soutenu le 12/07/2016, devant la commission de jury composée de :

| | | |
|-------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Mr BELKESSA. R | Professeur | (ENSSMAL) Président du juré. |
| Mr. BACHARI. N I | Professeur | (U.S.T.H.B) Promoteur. |
| Mr OTHMANI. H | Maître assistant B | (ENSSMAL) Examineur. |
| Mr NACEF. L | Maitre de conférences | (U.S.T.H.B) Examineur. |

Promotion 2016

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Ecole National supérieure des Sciences de la Mer et l'Aménagement de Littoral



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN SCIENCES DE LA MER.
OPTION : AMENAGEMENT DU LITTORAL.**

Thème :

**Evolution du trait de cote au niveau de la baie de Bousmail
recours a l'image satellite et système d'information
géographique**

Réaliser par :

GHEZALI Abdel ghafour

Soutenu le 12/07/2016, devant la commission de jury composée de :

| | | |
|-------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Mr BELKESSA. R | Professeur | (ENSSMAL) Président du juré. |
| Mr. BACHARI. N I | Professeur | (U.S.T.H.B) Promoteur. |
| Mr OTHMANI. H | Maître assistant B | (ENSSMAL) Examineur. |
| Mr NACEF. L | Maitre de conférences | (U.S.T.H.B) Examineur. |

Promotion 2016

REMERCIEMENTS

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

Nos plus vifs remerciements à :

Monsieur BELKESSA. R, (ENSSMAL), qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.

Nous remercions Monsieur BACHARI NOUR EL ISLAM, pour avoir accepté d'encadrer ce travail.

Madame BOUARFA. D, (laboratoire d'étude maritime LEM) pour avoir accepté de nous recevoir au sein du laboratoire (LEM) et de Co-encadrer ce travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à Monsieur OTHMANI. A (ENSSMAL) et Monsieur NACEF. L (U.S.T.H.B), pour leurs aides et leurs soutiens et pour avoir accepté d'examiner ce manuscrit et de participer à ce jury.

Nos profondes reconnaissances au personnel de la bibliothèque de l'ENSSMAL, du service de la documentation du LEM, ainsi qu'à toutes les personnes qui nous ont aidés du près ou de loin à la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

Nous somme reconnaissant à tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation et à toute personne qui nous a appris une lettre ou une phrase, qu'ils trouvent ici notre reconnaissance et un petit fruit de leurs sueurs.

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Carte de localisation géographique de la baie de Bousmail.

Figure 2: Carte représente la plage el kheloufi.

Figure 3: Carte préalable de la dynamique sédimentaire de la plage El kheloufi .

Figure 4: Carte représente la plage ouest de sidi Fredj.

Figure 5: Carte représente la plage ouest des palmiers.

Figure 6 : Carte représente la plage el kheloufi à zeralda.

Figure 7 : Carte représente la plage colonel Abbas.

Figure 8 : Carte représente la plage de Bousmail.

Figure 9 : Carte représente la plage de Bouharoune.

Figure 10 : Carte représente la plage suisse à Ain taguerait.

Figure 11: Carte représente la plage Bézar.

Figure 12 : Carte représente la plage anse de kouali.

Figure 13 : Carte représente la plage Chenoua.

Figure 14 : Carte représente la plage Caroubier.

Figure 15 : Carte représente les points de prélèvements des échantillons à la plage el kheloufi.

Figure 16 : Tamiseuse plus les tamis.

Figure 17 : Bateau et la corde pour la mesure de la bathymétrie.

Figure 18 : Carte représente les stations de mesure de la bathymétrie à la plage el kheloufi.

Figure 19 : Carte bathymétrique de la plage el kheloufi.

Figure 20 : Carte représente les différents traits de cote des différentes années de la plage El kheloufi.

LISTE DES TABLAUX

Tableau n°1 : Fréquence mensuelle de la houle au large de la baie de zeralda par direction

(Source SSMO 1963-1970).

Tableau n°2 : Statistique des houles au large de Zéralda. (Source SSMO 1963-1970).

Tableau n°3 : Analyse des houles à la côté de Zéralda Source (LEM 1997).

Tableau n° 4 : relation direction et la vitesse des vents (Source SSMO, 1963-1970).

Tableau n°5 : Résultats de calcul des paramètres granulométriques.

Tableau n°6 : l'évolution de trait de cote de la plage el kheloufi entre 2008 et 2016.

LISTE DES GRAPHES

Grappe n°1 : courbes granulométriques de l'échantillon 5.

Grappe n°2 : Profil sous marin de la plage el kheloufi.

Grappe n°3 : courbes granulométriques de l'échantillon 1.

Grappe n°4 : courbes granulométriques de l'échantillon 2.

Grappe n°5 : courbes granulométriques de l'échantillon 3.

Grappe n°6 : courbes granulométriques de l'échantillon 4.

Grappe n°7 : courbes granulométriques de l'échantillon 6.

Grappe n°8 : courbes granulométriques de l'échantillon 7.

Grappe n°9 : courbes granulométriques de l'échantillon 8.

Grappe n°10 : courbes granulométriques de l'échantillon 9.

LISTE DES ACRONYMES

E.N.S.S.M.A.L : Ecole National Supérieur des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.

U.S.T.H.B : Université des Sciences et Technologie Houari Boumedién.

LEM : Laboratoire d'Etudes Maritime.

IGN : Institut Géologique National (France).

CERC: Coastal Engineering Research Center

INCT : Institut National de Cartographie et de Télédétection

ONM : Office National de Météorologie

SSMO: Summary of Synoptic Météorologies.

QGIS : Quantum Geographic Information System.

Mz : La taille moyenne des sédiments.

So : L'indice de tri.

Sk : L'indice de symétrie de la distribution.

Sommaire

| | |
|---|------------|
| REMERCIEMENTS | I |
| LISTE DES FIGURES..... | II |
| LISTE DES TABLAUX..... | III |
| LISTE DES GRAPHES..... | IV |
| LISTE DES ABREVIATION ET DES ACRONYMES..... | V |
| | |
| Introduction générale..... | 11 |
| | |
| Chapitre I : Généralités..... | 12 |
| | |
| 1-Les systèmes d'informations géographiques (SIG)..... | 13 |
| 1-Définitions d'un SIG..... | 13 |
| 2-Les types de données..... | 14 |
| 2-Le trait de côte..... | 15 |
| 1-Définition..... | 15 |
| 2-Facteurs d'évolution du trait de côte..... | 15 |
| 3-Les processus marins..... | 16 |
| 4-Les aménagements et actions anthropiques..... | 16 |
| 5-Méthodes et outils de suivi du trait de côte..... | 17 |
| 3-La baie de Bousmail..... | 18 |
| 1-Description géographique et présentation du site..... | 18 |
| 2-Réseau hydrographique/apports terrigènes..... | 18 |
| 4-Présentation du site d'étude..... | 19 |
| 1- Cadre géographique..... | 19 |
| 2-Cadre géologique et géomorphologique..... | 19 |
| 3- Les facteurs hydrodynamiques..... | 20 |
| 4-Les courants..... | 20 |
| 5-La marée..... | 21 |
| 6-La houle..... | 21 |
| 6-1Les houles au large..... | 21 |
| 6-2La houle a la cote..... | 23 |
| 7-La dynamique sédimentaire..... | 25 |
| 8-Les paramètres météorologiques et continentaux..... | 26 |
| 8-1 Les précipitations et températures..... | 26 |
| 8-2 Le vent..... | 26 |
| 8-3Le ruissellement..... | 27 |
| | |
| Chapitre II : La base de données (SIG)..... | 28 |
| 1-Introduction..... | 29 |
| 2-La base de données des plages de la baie de Bousmail | 29 |
| 2-1Plage sidi Fredj..... | 29 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 2-2 Plage des palmiers..... | 31 |
| 2-3 Plage el kheloufi..... | 32 |
| 2-4 Plage colonel Abbas..... | 33 |
| 2-5 Plage Bousmail..... | 34 |
| 2-6 Plage Bouharoune..... | 35 |
| 2-7 Plage suisse (Ain taguerait)..... | 36 |
| 2-8 Plage Bélar..... | 37 |
| 2-9 Plage anse de kouali..... | 38 |
| 2-10 Plage chenoua..... | 39 |
| 2-11 Plage de caroubier..... | 40 |
| 3-Conclusion..... | 41 |

Chapitre III : matériels et méthodes.....42

1-Elaboration des cartes des plages.....43

| | |
|---|----|
| 1-1 Logiciel QGIS..... | 43 |
| 1-2 Traitement des images satellite sur QGIS..... | 43 |
| 1-3 Géoréférencement..... | 44 |
| 1-4 Création des couches vectrices..... | 44 |
| 1-5 Création de Cartes..... | 44 |

2- Etude sédimentologique45

| | |
|---|----|
| 2-1 Introduction..... | 45 |
| 2-2 Etude granulométrique..... | 45 |
| 2-3 Positionnement des points de prélèvement..... | 45 |
| 2-4 Méthode d'analyse au laboratoire..... | 46 |
| 2-5 Calcul des paramètres granulométriques..... | 47 |
| 2-5-1 Indice central (diamètre moyen)..... | 47 |
| 2-5-2 Le tri..... | 47 |
| 2-5-3 Indice d'asymétrie (Skewness)..... | 48 |

3 Les levés bathymétriques.....48

| | |
|--|----|
| 3-1 Mode d'exécution du levé bathymétrique..... | 48 |
| 3-2 Situations des stations de prélèvements..... | 49 |

Chapitre IV : Résultats et discussions.....50

1-L'étude granulométrique.....51

| | |
|--|----|
| 1-1 Les courbes granulométriques..... | 51 |
| 1-2 Interprétation des résultats granulométriques..... | 52 |
| 1-3 Interprétation de la distribution des paramètres granulométriques..... | 52 |

2-Etude bathymétrique.....53

| | |
|--------------------|----|
| 2-1 Le profil..... | 53 |
|--------------------|----|

3-Evolution de la plage el kheloufi54

| | |
|--|----|
| 3-1-Interprétation des résultats obtenus. | 55 |
| 3-2-Les effets naturels et anthropiques sur l'évolution du trait de cote..... | 56 |
| 3-2-1-Causes naturelles..... | 56 |
| 3-2-1-1 L'Epuisement du stock sédimentaire | 56 |
| 3-2-1-2 Elévation du niveau de la mer..... | 57 |
| 3-2-1-3 Les phénomènes tectoniques..... | 57 |
| 3-2-1-4 Les transports sédimentaires par les courants, les houles et les vents | 57 |
| 3-2-2-Action anthropique..... | 57 |
| 3-2-2-1 La construction des barrages..... | 57 |
| 3-2-2-2 L'extraction du sable..... | 57 |
| 3-2-2-3 L'arasement des dunes. | 57 |
| 3-2-2-4 La pollution..... | 58 |
| 3-2-2-5 L'urbanisation..... | 58 |

Conclusion générale.....59

Bibliographie.....62

Annexe.....63

Introduction générale

La dégradation côtière est un problème que l'on retrouve dans le monde entier, notre littoral n'est malheureusement pas épargné par ce phénomène de plus en plus fréquent sur nos côtes. Le danger de voir nos plages se défigurer et perdre de leur biodiversité est aujourd'hui encore plus réel, atteignant un niveau suffisamment alarmant pour que les autorités se décident à mettre en œuvre une stratégie qui permettra leur reconstitution et leur protection.

L'urbanisation du littoral s'est faite au détriment de toutes les règles de sécurité, puisque des bâtis y ont été construits en bordure de la mer sans que soient prises en compte les érosions auxquelles elles s'étaient exposées ; face à l'importance du recul de ces côtes, mais pire encore face à l'augmentation de la vulnérabilité des populations riveraines et de l'économie ou il s'est avéré nécessaire de protéger ces infrastructures.

Dans le cadre du PFE ce présente travail intitulé « Evaluation du trait de côte de la plage el Kheloufi 1 recours a l'image satellite et système d'information géographique », nous ont la possibilité de travailler sur la mise en place d'un système d'information géographique (SIG) orienté évaluation du trait de côte pour la baie de Bousmail. De présenter leur importance comme un outil au service de la gestion de l'aménagement du territoire.

Notre travail a eu pour objectifs :

- Une collecte de données de base et de terrain.
- De présentes les plages de cette baie en termes de SIG.
- Prendre un exemple de ces plages (plage el Kheloufi 1) pour faire l'évolution du trait de côte.
- Une étude analytique des données avec présentation des résultats.
- Interprétation des résultats obtenus.
- Identifié les causes et les conséquences de l'érosion sur cette plage.

Chapitre I

Généralités

1. Les systèmes d'information géographique

1) Définitions

De nombreuses définitions d'un système d'information géographique (SIG) existent. Pour faire simple, on peut se référer aux deux définitions suivantes :

- un SIG est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision.
- un SIG est un système informatique de matériels, de logiciels et de processus conçu pour permettre : la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation, l'affichage de données à référence spatiale, afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion. (Rodier. x, 2000)

Auparavant, les territoires et leur environnement étaient appréhendés soit par une représentation géographique traditionnelle à l'aide de plans et de cartes, soit par une approche comptable en constituant et en exploitant des bases de données alphanumériques (automatisées ou non).

L'apport des SIG est de permettre une vision globale de ces territoires en proposant, par la mise en œuvre d'outils qui associent chiffres et cartes, de lier les deux domaines, de les enrichir, de les synthétiser.

Les principaux objectifs poursuivis dans la mise en œuvre d'un SIG au sein d'une collectivité ou d'un groupement de collectivités sont :

- L'automatisation de l'administration du territoire, la localisation des informations, l'extrapolation des évaluations budgétaires, la maîtrise des données par la mise en œuvre de nouveaux comportements fondés sur l'utilisation de l'informatique.
- la planification spatiale, l'aménagement du territoire.
- la maîtrise de produits cartographiques : Cadastre, Plan d'Occupation du Sol, réseaux.
- le contrôle des éléments du domaine public : voiries, espaces verts, équipements divers.
- les études portant sur l'implantation de nouvelles voies, de lotissement.
- la diffusion à des tiers de certaines informations. (Rodier. x, 2000)

La mise en place d'un SIG sur un territoire se conçoit en association avec plusieurs partenaires : collectivités locales voisines, concessionnaires de réseaux... Cela permet de partager une partie de l'investissement de départ et de mieux tirer partie des compétences localement disponibles. Le SIG devient un "point de rencontre et d'échanges" pour les différents partenaires. Les données sont donc le plus souvent constituées dans un contexte public. Elles forment alors un patrimoine informationnel public dont la valorisation dépend principalement de l'usage qui en est fait.

2) Les types de données

Au sein d'un SIG deux modes prédominants de représentation cartographique peuvent cohabiter : le mode image (mode raster) et le mode vecteur. La transmission d'une carte peut donc se faire selon les modes suivants :

- **La donnée raster** : donnée où l'espace est divisé de manière régulière en ligne et en colonne.

A chaque valeur ligne/colonne (pixel) sont associées une ou plusieurs valeurs décrivant les caractéristiques de l'espace. Les données raster sont tirées de photographies aériennes, de plans scannés ou de cartes scannées, d'images satellites ou de modèles numériques de terrain. Elle se compose donc d'une matrice de pixels (abréviation de l'anglais «Picture élément»), c'est-à-dire de petits carrés noirs ou blancs ou de différents tons de gris ou de couleur juxtaposés. Généralement les formats d'image les plus utilisés sont le BITMAP, le JPEG, le PNG, le TIFF et l'ECW.

- **La donnée vectrice** : objets représentés par des points, des lignes, des surfaces ou des objets en 3D. Les fichiers vectoriels contiennent une description des entités géographiques à représenter : points, lignes, surfaces, formes géométriques élémentaires. L'information alphanumérique (ou attributaire) est une information textuelle, qualitative ou quantitative associée à un objet géométrique destinée à le décrire ou à le localiser. Elle permet de mettre en évidence la répartition spatiale d'un objet (où ?) et les phénomènes présents sur un territoire (quoi ?). Elle permet l'analyse spatiale (comment?) et temporelle (quand ?)

2. Le trait de côte

1) Définition :

Le trait de côte n'a pas une unique définition. Par exemple sur certaines cartes IGN, il s'agit des « laisses de pleine mer » tandis que pour le SHOM, il s'agit de la limite supérieure atteinte par la mer aux plus fortes marées. Cette dernière définition est aussi celle retenue dans le guide de gestion du trait de côte du MEDDTL. Ainsi, le trait de côte peut être caractérisé par la corniche d'une falaise rocheuse ou dunaire, dans le cas de dunes en érosion, ou être matérialisé par la limite de végétation pour les dunes en accrétion. La variabilité de la définition du trait de côte provient de la particularité morphodynamique du littoral : c'est une zone en mouvement, sans cesse changeante, qui n'admet pas de limite fixe, chaque façade maritime est différente en termes de conditions de types de côte (rocheuse, meuble, artificialisée) ce qui induit des divergences de définition du trait de côte. Pour effectuer un suivi dans le temps du trait de côte, il importe de travailler avec la même définition pour la zone étudiée. Il s'agit avant tout de faire des comparaisons entre différentes observations. Par conséquent, le choix de la définition du trait de côte n'est pas fondamental pourvu que l'on conserve la même définition pendant toute la durée du suivi. Par contre, l'analyse de l'évolution du trait de côte couvrant plusieurs sites où sa définition diffère posera des problèmes.

2) Facteurs d'évolution du trait de côte :

La gestion de la zone côtière nécessite une bonne connaissance des processus responsables de la mobilité (érosion/accumulation) du littoral. Quatre types de processus interviennent dans la mobilité du trait de côte :

-la baisse d'apport de sédiment d'origine continentale par les fleuves depuis la fin du dernier épisode glaciaire (Paskoff, 2005).

- les processus marins (houle, marée, courants associés...).

-les processus continentaux (vent, gel, hydrologie, altérations physico-chimiques des roches...).

-les processus anthropiques (ouvrages de défense...) qui agissent sur les matériaux et/ou déplacent les sédiments (sables, galets...).

Les matériaux peuvent être déplacés par charriage (les matériaux sont roulés et glissent), saltation (le transport s'effectue par sauts successifs) ou suspension (les sédiments sont dispersés dans l'eau ou l'air sous l'effet de la turbulence).

2-1 Les processus marins :

Le profil des plages de sable ou de galets est en équilibre dynamique avec les conditions de forçage : par houle de tempêtes, les sédiments migrent vers le bas estran (phénomène de démaigrissement) ; par houle de beau temps, les sédiments remontent vers l'estran et le profil se relève (phénomène d'engraissement). Cet ajustement morpho-sédimentaire des plages aux conditions d'agitation est appelé variation saisonnière du profil de plage.

Les courants liés à la houle sont prédominants près de la côte. Ils peuvent être longitudinaux (phénomène de dérive littorale) ou transversaux (en partie responsables du profil de plage). Les courants de marée sont eux prépondérants au large et dominés par les courants de houle à l'approche de la côte.

L'action incessante et directe des vagues est également en partie responsable de l'érosion des côtes rocheuses (impact de la pression de l'eau, abrasion due à la présence de sédiments en suspension). La position du trait de côte est aussi fonction du niveau marin. Il y a aujourd'hui un consensus scientifique sur l'augmentation du niveau de la mer due au changement climatique actuelle.

2-2 Les aménagements et actions anthropiques :

Les aménagements (digues, épis, brise-lames), et actions anthropiques (rechargement de plage, prélèvements des granulats...) modifient les conditions côtières et conduisent à des modifications des processus naturels par adaptation du système à ces nouvelles conditions. Initialement les ouvrages répondent à une problématique bien précise et locale et sont généralement efficaces (localement). En contrepartie, ces ouvrages « durs » bloquent souvent les processus naturels tels que la dérive littorale conduisant à un déficit sédimentaire des zones voisines. Celles-ci se retrouvent alors soumises à une érosion accrue du fait d'un bilan sédimentaire négatif.

D'autres actions anthropiques sont à l'origine d'une érosion accentuée du littoral, telles que la charge gravitaire des habitations en bord de falaises, la réduction des apports solides fluviaux due à la présence de barrages sur le cours des fleuves ou les extractions de sable.

3) Méthodes et outils de suivi du trait de côte :

Outils fréquemment utilisés :

Il existe de nombreuses techniques pour appréhender l'évolution morphologique du littoral. La liste ci-dessous n'est pas exhaustive mais donne un bon aperçu des outils les plus couramment employés par les observatoires pour suivre l'évolution du trait de côte.

3-1 DGPS (Differential Global Positioning System):

Un GPS différentiel est une amélioration du GPS. Il utilise un réseau de stations fixes de référence transmettant l'écart entre leur position réelle connue et la position indiquée par les satellites. Il permet de réaliser des levés topographiques de grande précision (centimétrique voire subcentimétrique pour les plus performants), L'avantage d'un DGPS réside dans la rapidité de la mesure et l'automatisation, aucun repère général n'étant nécessaire.

3-2 Sondeur bathymétrique :

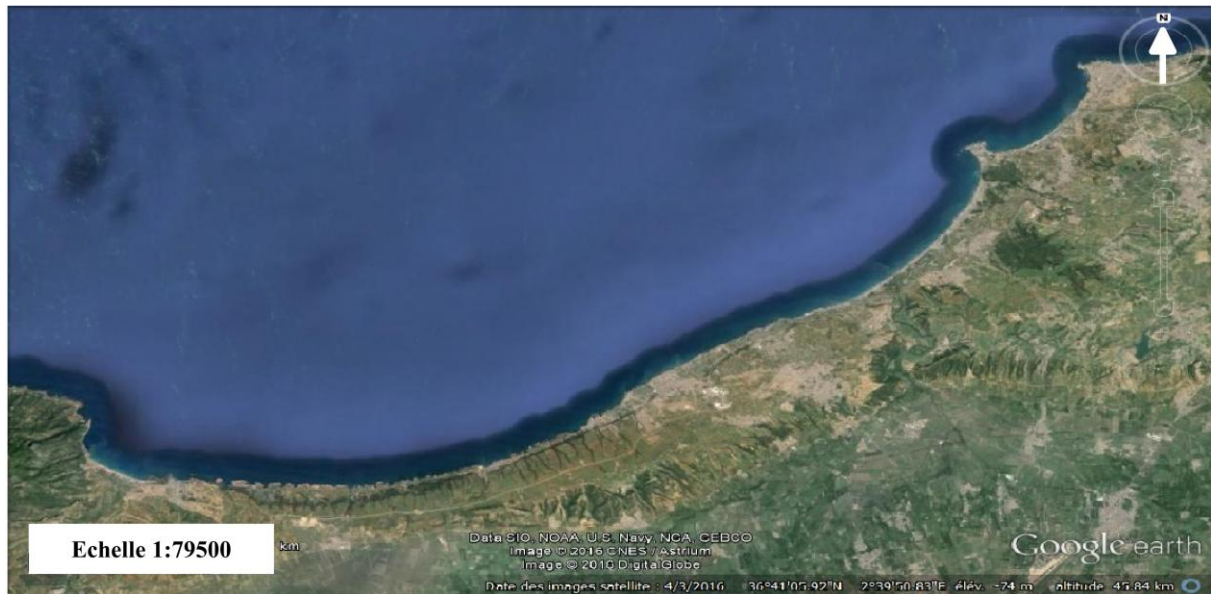
Un sondeur bathymétrique sert à mesurer la profondeur. Les sondeurs utilisent les ondes acoustiques et fonctionnent selon le même principe que le radar (profondeur déduite du temps de trajet de l'onde acoustique émise et réfléchi par le fond). Ils sont généralement embarqués à bord de bateaux et peuvent être utilisés quelle que soit la turbidité de l'eau.

3-3 Imagerie satellite :

L'imagerie satellite (notamment SPOT 5 avec une résolution de 2,5 m ou FORMOSAT-2 avec une résolution de 2 m) est également employée par certains observatoires. Elle est utilisée de la même manière que les photos aériennes, c'est-à-dire soit analysée par photo-interprétation soit par traitement d'image.

3. La baie de Bousmail.

3-1 Description géographique et présentation du site.



**Figure 1 : Carte de localisation géographique de la baie de Bousmail.
(Google Earth 2016)**

Notre site d'étude correspond à la baie de Bousmail (ex : Golfe de Castiglione), qui est limité à l'est par le Cap de Ras-Acrata et à l'ouest par le cap du Mont Chenoua. (Figure 1).

Il a une superficie de 509 Km². Dans ce vaste domaine maritime, se trouve incluse la baie d'El Djamila. La baie couvre une superficie de 350 Km² avec une ouverture de 40 Km orientée du Sud-Ouest au Nord-Est, soit 2° 54 Est et 36° 48 Nord à 2° 24 Est et 36° 38 Nord.

3-2 Réseau hydrographique/apports terrigènes.

La baie de Bou-Ismaïl est le réceptacle d'oueds à régime irrégulier, avec un apport des particules dissoutes ou particulaires très importantes d'origine terrigènes, trois oueds déversent dans cette baie en citant le plus important dans notre étude :

L'oued Mazafran : possède un bassin versant de 1850 km², c'est le plus important des oueds qui débouchent dans la baie. Son débit solide est estimé entre 1400 et 1800 t/km², tandis que le débit liquide à 43.8 millions m³/an. Le débit solide à l'embouchure de l'oued est d'environ trois millions t/an. Ces apports dépendent étroitement du régime hydrologique de l'oued : marqué par un long étiage de Juin à début Décembre avec des débits représentant 17,38% du débit liquide annuel. Entre Décembre et Avril, ces débits sont 82,61%, débouchant au niveau d'une plage sablonneuse entre Douaouda et Zéralda avec un débit de 7.566 m³.

4. Présentation d'exemple d'étude :

1- Cadre géographique :

La plage el Kheloufi l'appartient à la Daïra de Zéralda qui se trouve également à 30Km à l'Ouest d'Alger et à 50 km de l'aéroport international d'Alger.

Cette plage est comprise entre $36^{\circ}42'34.75''$, $36^{\circ}41'48.71''$ Nord et $2^{\circ}49'28.19''$, $2^{\circ}47'54.46''$ Est.

La plage el kheloufi, l'objet de l'étude d'une longueur d'environ 1000 m, se limite au nord par la mer méditerranée à l'Est par l'hôtel des sables d'or, à l'Ouest l'Oued Mazafran et au Sud la wilaya de Blida.



Figure 2 : Carte représente la plage el kheloufi. (Google Earth 2016)

2-cadre géologique et géomorphologique :

La connaissance de la géologie et la géomorphologie local d'un site permet de définir sa sensibilité face aux agressions marines, la plage d'étude faisant partie du littoral du sahel occidental d'Alger correspond a une étroite plaine côtière de 500 m a 1 km de largeur, et une altitude comprise entre 0 et 25 m. du point de vue structural. (SEBAIL A., OUAHMED M. 1989)

Ce littoral physique est très diversifié, sa morphologie justifie les influences des variations du niveau marin pendant le paléocène, il est constitué des terrains d'âge quaternaire Post-Claberienne qui présente une importante accumulation des dunes actuelles, des alluvions, de sable argileux et gravier, qui reposent sur la marne plaisancienne, qui débute en premier lieu

par un calcaire coquille (lumachelle), un gré (dépôt de plage) qui termine l'épisode marin et viennent ensuite les dépôts dunaires, plus lapidifiés quant il s'agit des terrasses les plus récentes.

Le trait de côte est convexe vers le large et homogène d'un point de vue géologique.

A la fin on peut dire que la géologie et la géomorphologie de la zone étudiée classent le site comme très vulnérable, sans aucune protection face aux violentes tempêtes, le rivage de la plage el Kheloufi 1pourrait subir dans les prochaines années, des érosions et des submersions très importantes, menaçant un patrimoine économique très important.

3- Les facteurs hydrodynamiques :

3-1 les courants :

Les courants jouent un rôle très important dans le transport sédimentaire ; ils participent dans l'évolution des formes de la plage en conduisant à des ensablements et à des envasements et d'érosion.

3-1-1 Les courants généraux :

Ces courants, sont le résultat d'un déplacement des masses d'eaux atlantiques qui traversent le détroit de Gibraltar. Ils se dirigent vers l'Est au large des côtes algériennes avec une vitesse variant entre 0.5 à 2.5 nœuds.

Ces courants n'interviennent pas d'une façon importante dans le phénomène d'érosion, mais ils jouent un grand rôle dans le transport en suspension et en flottement des particules fines.

3-1-2 Les courants côtiers :

3-1-2-1 Les courants d'entraînement :

Ils sont provoqué par les mouvements des masses d'eaux dans le sens de propagation des houles, ils sont aussi à l'origine des apports sédimentaires lors de leur déploiement vers la côte notamment ceux en suspension, donc ils participent d'une façon active dans la sédimentation actuelle.

3-1-2-2 Le courant de retour :

Le courant de retour participe activement à l'érosion côtière de la zone d'étude, c'est le courant compensateur sur le fond qui s'effectue en direction du large résultant du retour des masses d'eau déployées par la houle sur la côte.

3-1-2-3 Le courant de dérive littorale :

Le courant de dérive littorale est défini comme étant le résultat au rivage de tous les mouvements d'eau dirigés vers la terre et qui n'abordent pas la côte en incidence normale. Dans le cas général de houles de petites et moyennes amplitudes, les courants ne sont notables que dans la zone de déferlement. Ils assurent donc le transport latéral (dérive latérale) et la dispersion des sables et des graviers de la frange littorale.

3-2 La marée :

La marée est généralement réduite en Méditerranée, mais présente d'importants écarts suivant l'époque lunaire. La marée de pleine lune est de l'ordre de 25 à 30 cm. celle de la nouvelle lune est de 5 à 15 cm (LEM 2001).

La variation journalière observée sur les côtes algériennes est inférieure à 10 cm (LEM 2001).

La différence entre la valeur moyenne maximale et minimale du niveau de la mer ne dépasse pas les 50 cm (LEM 2001).

3-3 La houle :

La houle se produit par l'action des vents à la surface de l'eau et subit des modifications en se rapprochant vers la côte sous l'effet de la diminution de la profondeur (CAILLOT. A. 1994).

La connaissance des caractéristiques de la houle: direction, amplitude, période... permettent d'apprécier et de comprendre les phénomènes qui se produisent dans la zone de déferlement puits les déplacements induits.

Le volume et les sens du transit par rapport à la côte, conditionnent l'aménagement côtier (distance par rapport à la côte, longueur et distance entre ouvrage) ainsi que les paramètres à fixer aux ouvrages de protection.

3-3-1 Les houles au large :

Le principe de l'analyse de la houle au large est basé sur les observations faites à bord des navires .les données sont reprises à partir du document de l'US Naval Weather command intitulé Summary of Synoptic Meteorological Observations (S.S.M.O).

Les observations effectuées par navire dans le secteur 37,40N°, 3.90°E enregistrées au large des côtes algérienne, s'étalant sur une période de huit (8) années entre 1963-1970.

Une analyse statistique de ces données de base a permis de définir les secteurs de houle Prédominants et leurs amplitudes respectives (voir tableau n°1) présente ci – dessous :

| DIRECTIONS | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW |
|------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| MOIS | | | | | | | | |
| Janvier | 8.1 | 12.9 | 18.2 | 18.2 | 6.5 | 13.2 | 28.8 | 7.3 |
| Février | 8.8 | 10.3 | 10.3 | 12.6 | 6.1 | 16.9 | 35.6 | 5.8 |
| Mars | 11.3 | 12.6 | 12.6 | 15.8 | 4.5 | 12.3 | 30.5 | 9.2 |
| Avril | 11.7 | 15.4 | 15.4 | 16 | 4.4 | 13.7 | 26.7 | 10.2 |
| Mai | 8.2 | 26.3 | 26.3 | 31.9 | 3.3 | 7.2 | 13.9 | 5.2 |
| Juin | 9.2 | 29.1 | 29.1 | 298 | 1.4 | 8.2 | 16.4 | 4.2 |
| Juillet | 5.9 | 32.5 | 32.5 | 35.1 | 1 | 5.9 | 16.3 | 2 |
| Aout | 8.8 | 27.7 | 27.7 | 37.3 | 1.1 | 5 | 13.4 | 4.9 |
| Septembre | 6.7 | 26.4 | 26.4 | 40.5 | 2.3 | 4.6 | 14.8 | 2.5 |
| Octobre | 7.8 | 14.1 | 14.1 | 20.3 | 4.2 | 14.8 | 28.8 | 6.8 |
| Novembre | 5.5 | 5.8 | 5.8 | 10 | 8 | 15.9 | 40.4 | 9.4 |
| Décembre | 10.2 | 6.2 | 6.2 | 9.4 | 7.5 | 15 | 37.1 | 10 |

Tableau n°1 : Fréquence mensuelle de la houle au large de la baie de zeralda par direction.

(Source SSMO 1963-1970)

On constate à travers ces données que les houles de secteur Ouest et Est sont les plus fréquemment observées avec toutefois une légère prédominance de secteur ouest.

Après traitement des données, les statistiques des houles au large du secteur d'étude sont récapitulées dans le tableau suivant :

| Direction de la houle Fréquence d'apparition | E | NE | N | NO | O | Toutes directions |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|
| Biennale | 4,12 m | 4,93 m | 4,90 m | 4,16 m | 7,36 m | 7,44 m |
| Quinquennale | 4,70 m | 5,67 m | 5,75 m | 4,87 m | 8,43 m | 8,34 m |
| Décennale | 5,14 m | 6,23 m | 6,38 m | 5,40 m | 9,22 m | 9,02 m |
| Vingtennale | 5,59 m | 6,79 m | 7,02 m | 5,94 m | 10,02m | 9,70 m |
| Cinquantennale | 6,17 m | 7,53 m | 7,87 m | 6,65 m | 11,08m | 10,60 m |
| Centennale | 6,62 m | 8,08 m | 8,50 m | 7,18 m | 11,88m | 11,27 m |

Tableau n°2 : Statistique des amplitudes moyennes des houles par direction au large de Zéralda.

(Source SSMO 1963-1970)

3-3-2 La houle a la côte :

L'analyse des houles de périodes 6, 8 et 10 secondes des secteurs N300°, N360° et N20° donne le coefficient de réfraction K et la direction de la houle après réfraction, mesurée à la côte dans le tableau n°3 qui suit:

| Direction de la houle au large en degré | Période (s) | Coefficient de réfraction « Kr » | Direction de la houle en degré |
|---|-------------|----------------------------------|--------------------------------|
| N 360° | 6 | 0.85 | N 353° |
| N 360° | 8 | 0.83 | N 349° |
| N 360° | 10 | 0.86 | N 347° |
| N 20° | 6 | 0.86 | N 349° |
| N 20° | 8 | 0.66 | N 352° |
| N 20° | 10 | 0.67 | N 353° |
| N 300° | 6 | 0.88 | N 302° |
| N 300° | 8 | 0.90 | N 287° |
| N 300° | 10 | 0.94 | N 300° |

Tableau n°3 : Analyse des houles à la côté de Zéralda de 1963 à 1970

Source (LEM 1997)

Il ressort donc que les houles du :

*Secteur N 360° de période 6, 8 et 10s ne conserve que peu de leur énergie du large, les orthogonales pivotent en direction du nord avec un angle moyen de 10°, le coefficient de réfraction est égale en moyenne a 0.84.

*Secteur 20°Nord sont réfractées et conservent que peu de leur énergie du large. Le coefficient de réfraction est en moyenne égal a 0.70. les orthogonales pivotent en direction du Nord-est avec un angle moyen de 9°.

*Du secteur N 300° sont très peu réfractées, le coefficient de réfraction « Kr » varie entre 0.88 et 0.94. Elles conservent la presque totalité de leur énergie au large. les orthogonales pivotent d'un angle moyen de 2°.

3-4 La dynamique sédimentaire :

La répartition des sédiments dans la baie de Zéralda est conditionnée par l'action des houles des secteurs Ouest, Nord - Ouest, Nord - Est ainsi que par celles du secteur Nord.

Les houles de l'Ouest dominantes en période hivernale abordent la côte avec une incidence oblique, créant un courant de dérive littorale assurant le transit des sédiments vers le Nord-Est.

Les houles du Nord - Ouest, dominantes en période hivernale, arrivent à la côte avec une incidence frontale, créant un courant de retour assurant la répartition des sédiments dans le profil. Ces houles sont les plus remarquées et sont à l'origine de l'érosion de la côte.

Les houles du Nord, régulières sur toute l'année, abordent également la côte avec une incidence oblique créant un courant de dérive littorale assurant la dissémination des sédiments vers le Nord - Ouest.

Les houles du Nord - Est dominantes en période estivale, abordent également la côte avec une incidence oblique créant un courant de dérive littorale assurant la circulation des matériaux dans la plage de Zéralda vers le Nord - Ouest.

Un calcul effectué par le LEM (1999) donne un bilan des matériaux déplacés par ce transit littoral, qui est de l'ordre de 32000 m³/ an.

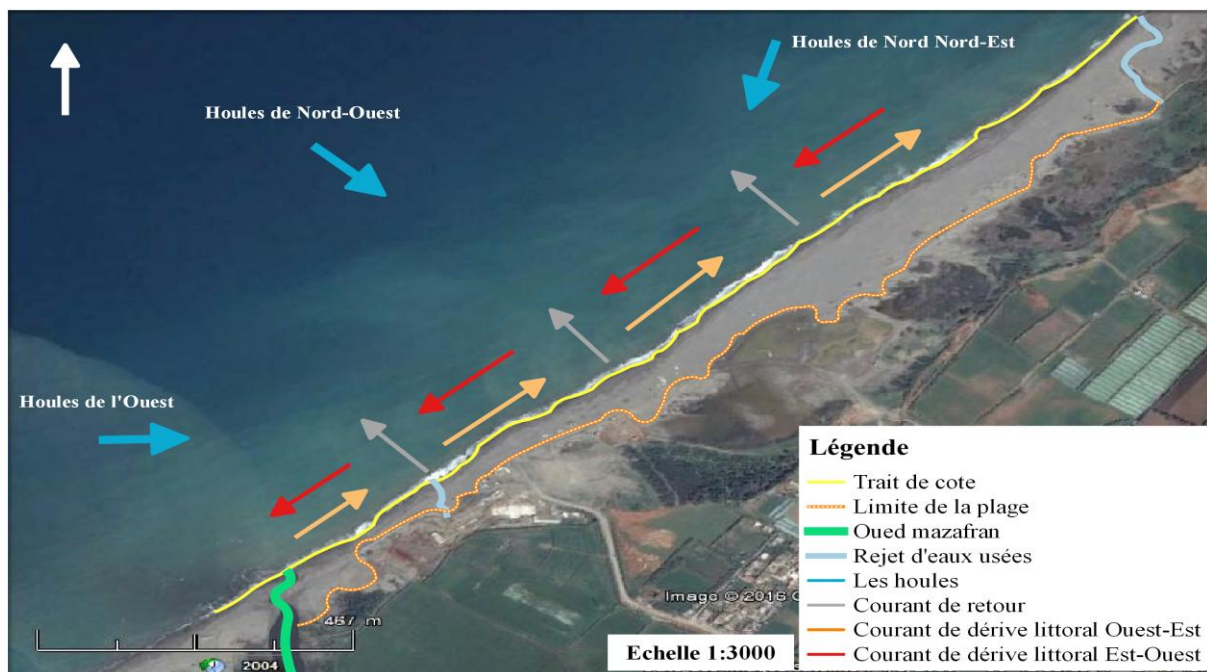


Figure 3 : Carte probable de la dynamique sédimentaire de la plage El kheloufi. (Google Earth 2016)

3-5 Les paramètres météorologiques et continentaux :

3-5-1 Les précipitations et températures :

La plage de Zéralda, sous un climat méditerranéen très humide reçoit des précipitations annuelles variant de 600 à 800 mm/an. Il est défini par deux saisons différenciées.

*Une saison pluvieuse s'étalant d'octobre à Mai avec deux (2) maximums de pluviométrie (Octobre - Février) et (Mars - Mai). Ces pluies sont le plus souvent des courtes et violentes, les débits liquides sont directement liés à cette pluviosité, induisant un régime hydrographique très irrégulier et les températures atteignent leurs minimales.

*Une saison sèche qui s'étale sur le reste de l'année avec des températures saisonnières.

En conclusion, il ressort que l'alternance des phases climatiques sèches et humides peuvent également contribuer à déstabiliser les roches des bassins versants qui ont un lien direct (bassin versant de Mazafran) ou indirect en apport sédimentaire à la plage de Zéralda.

3-5-2 Le vent :

Le vent est un élément important dans la dynamique des eaux marines, il est à l'origine des houles et des courants superficiels et clapots, intervenant dans l'évolution et reconstitution des dunes. Leurs caractéristiques peuvent être déterminantes pour le choix d'un dispositif de protection léger, et l'implantation des différents aménagements (système de profilage des dunes).

Comme pour les houles les vents sont donnés par le (S.S.M.O) de l'US Naval Weather Service pour la période allant de 1963 -1970, on détermine les fréquences d'apparition du vent par vitesse et par direction.

| DIRECTION | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|-------|
| VITESSE m/s | N | NE | NW | E | W |
| 05-1.54 | 1.1% | 1% | 0.7% | 1.4% | 1% |
| 2.04-5.1 | 4.8% | 6.5% | 6.1% | 9.1% | 10.4% |
| 5.61-10.7 | 2,4% | 2,8% | 6,1% | 5,6% | 13,2% |
| 11.22-11.73 | 0,6% | 0,5% | 2,7% | 0,5% | 53% |
| 17.34-23.97 | 0,1% | 0% | 0,8% | 0,1% | 1,1% |
| 25 | 0% | 0,1% | 0,1% | 0% | 0% |

Tableau n° 4 : relation direction et la vitesse des vents (Source SSMO, 1963-1970)

A partir de ces données, on note la prédominance de deux secteurs :

Le secteur ouest à Nord Est avec 47,5%.

Le secteur Nord à Est avec 36.6%.

3-5-3 Le ruissellement :

Le mécanisme hydro sédimentaire est consécutif à la fourniture de sédiments par les fleuves notamment l'oued du Mazafran qui constitue la source ponctuelle pour l'alimentation sédimentaire type terrigène. Il rentre dans le processus de formation des plages et des cordons au niveau de la baie du Zéralda.

Sur un bassin versant de différents faciès (grés, poudingues, marne bleue et de calcaire.) de 185000 ha dont 110000 ha en montagne, transportant un volume de sable d'environ 5.4 million de m³ /an, qui prend naissance dans les gorges de la Chiffa, cet oued a un débit solide de 1400 à 1800 tonnes /an et par km³ de bassin versant avec un débit liquide de 43.8 million de m³/an (LEM 2001).

Ces volumes ont progressivement diminués dès la construction des barrages tels que : barrage Béni Amrane, de Ladrat et le grand barrage prévu « Koudiet Asserdoune ».

Chapitre II

La base de données (SIG)

La base de données (SIG)

1-Introduction

Le Système d'information géographique Baie de Bousmail a été créé pour préparer une base de données sur les plages de cette baie en rassemblant des données provenant des différents documents concernant ces plages.

Les objectifs premiers fixés au SIG étaient de permettre de calculer la longueur, la largeur les surfaces de tous les plages ainsi que citer les chemins d'accès et les complexes touristiques existant dans ces derniers et les rassembler tous dans une base de données pour avoir facilement accès aux données collectées.

2-La base de données des plages de la baie de Bousmail

La base de données rassemble les 11 principaux plages allant de la plage de sidi Fredj a l'extrémité Est de la baie jusqu'aux la plage de caroubier a l'extrémité Ouest.

2-1Plage Thalasso de sidi Fredj :



Figure 4 : Carte représente la plage Thalasso de sidi Fredj.

(Google Earth 2016)

Situation géographique :

La plage Thalasso de sidi fredj ce situe entre $36^{\circ}45'42.26''$, $36^{\circ}45'35.04''$ Nord et $2^{\circ}50'31.98''$, $2^{\circ}50'17.17''$ Est.

Cette plage appartient dans la délimitation administrative à la commune de Staouali, Daira de Zeralda, wilaya d'Alger. Elle se situe a 8km environ nord du chef Daira de Zeralda.

Caractéristiques dimensionnel

Longueur de la plage environ 244m.

Largeur de la plage environ 45m.

Superficie de la plage environ 9469m².

Description de la plage

Plage autorisé à la baignade.

L'accès à cette plage et à travers les deux routes nationaux 5 et 41.

Présence de rejet d'eaux usée.

Présence d'épi à l'ouest de la plage.

Hôtels et complexes touristiques

Hôtels el marsa, El Manar et EL Riadh.

Complexe touristique résidence el Bahia.

Centre de thalassothérapie.

2-2 Plage Palm Beach



Figure 5 : Carte représente la plage Palm Beach. (Google Earth 2016)

Situation géographique :

La plage Palm Beach est située entre 36°44'41.02'' et 36°44'07.94'' Nord et 2°51'04.33'' et 2°49'59.79'' Est.

Cette plage appartient dans la délimitation administrative à la commune de staouali, Daira de zeralda, wilaya d'Alger. Elle se situe à 3km environ nord-est du chef Daira de zeralda.

Caractéristiques dimensionnel

Longueur de la plage environ 1.4km.

Largeur de la plage environ 160m.

Superficie de la plage environ 8.810ha.

Description de la plage

Plage autorisé à la baignade.

L'accès à cette plage et à travers les deux routes nationales 11 et 41.

Présence de trois brises lames successifs.

Hôtels et complexes touristiques

Hôtels : la rose bleu, Necib, Babylon.

Complexes touristiques : Azur plage.

2-3 Plage el Kheloufi 1



Figure 6 : Carte représente la plage el Kheloufi 1. (Google Earth 2016)

Situation géographique :

La plage el Kheloufi 1 est située entre $36^{\circ}42'34.75''$, $36^{\circ}41'48.71''$ Nord et $2^{\circ}49'28.19''$, $2^{\circ}47'54.46''$ Est.

Cette plage appartient dans la délimitation administrative à la commune de staouali, Daira de zeralda, wilaya d'Alger. Elle se situe à 7km environ Ouest du chef Daira de zeralda.

Caractéristiques dimensionnel

Longueur de la plage environ 1.660km.

Largeur de la plage environ 60m.

Superficie de la plage environ 9.421ha.

Description de la plage

Plage autorisé à la baignade.

L'accès à cette plage et à travers les deux routes nationaux 11 et 63.

Présence d'oued Mazafran a l'ouest de la plage et deux rejets d'eaux usées.

Hôtels et complexes touristiques

Complexe touristique sable d'or.

2-4 Plage colonel Abbas



Figure 7 : Carte représente la plage colonel Abbas. (Google Earth 2016)

Situation géographique :

La plage colonel Abbas est située entre $36^{\circ}41'55.50''$, $36^{\circ}41'03.63''$ Nord et $2^{\circ}48'28.25''$, $2^{\circ}46'43.75''$ Est.

Cette plage appartient dans la délimitation administrative à la commune de Douaouda, Daira de Bousmail, wilaya de Tipaza. Elle se situe à 33km environ Sud-ouest de la wilaya d'Alger et 36km environ Nord-est de Tipaza.

Caractéristiques dimensionnel

Longueur de la plage environ 2.700km.

Largeur de la plage environ 85m.

Superficie de la plage environ 18.425ha.

Description de la plage

Plage autorisé à la baignade.

L'accès à cette plage et à travers les deux routes nationaux 11 et 69.

Présence d'oued Mazafran a l'Est de la plage.

Hôtels et complexes touristiques

Absence de complexes et d'hôtels.

2-5 Plage Bousmail



Figure 8 : Carte représente la plage de Bousmail. (Google Earth 2016)

Situation géographique :

La plage Bousmail est située entre $36^{\circ}38'38.70''$, $36^{\circ}38'30.09''$ Nord et $2^{\circ}41'00.51''$, $2^{\circ}40'43.35''$ Est.

Cette plage appartient dans la délimitation administrative à la commune de Bousmail, Daira de Bousmail, wilaya de Tipaza. Elle se situe à 45km environ Sud-ouest de la wilaya d'Alger et 25km environ à l'est de la wilaya de Tipaza.

Caractéristiques dimensionnel

Longueur de la plage environ 1.140km.

Largeur de la plage environ 25m.

Superficie de la plage environ 2.190ha.

Description de la plage

Plage autorisé à la baignade.

L'accès à cette plage et à travers la route national 11.

Présence de 5 épis successifs

Hôtels et complexes touristiques

Absence de complexes et d'hôtels.

2-6 Plage Bouharoune



Figure 9 : Carte représente la plage de Bouharoune. (Google Earth 2016)

Situation géographique :

La plage Bouharoune est située entre $36^{\circ}37'17.83''$ et $36^{\circ}37'10.78''$ Nord et $2^{\circ}39'04.20''$ et $2^{\circ}38'48.72''$ Est.

Cette plage appartient dans la délimitation administrative à la commune de Bouharoune, Daira de Bousmail, wilaya de Tipaza. Elle se situe à 50km environ Sud-ouest de la wilaya d'Alger et 20km environ à l'est de la wilaya de Tipaza.

Caractéristiques dimensionnel

Longueur de la plage environ 240m.

Largeur de la plage environ 20m.

Superficie de la plage environ 3290m².

Description de la plage

Plage autorisé à la baignade.

L'accès à cette plage et à travers la route national 11.

Hôtels et complexes touristiques

Absence de complexes et d'hôtels.

2-7 Plage suisse



Figure 10 : Carte représente la plage suisse. (Google Earth 2016)

Situation géographique :

La plage suisse est située entre $36^{\circ}36'23.84''$ et $36^{\circ}36'07.20''$ Nord et $2^{\circ}36'54.84''$ et $2^{\circ}36'20.23''$ Est.

Elle se situe à 12 km environ à l'est de la wilaya de Tipaza.

Caractéristiques dimensionnel

Longueur de la plage environ 678 m.

Largeur de la plage environ 18 m.

Superficie de la plage environ 4473 m².

Description de la plage

Plage autorisée à la baignade.

L'accès à cette plage est à travers la route nationale 11.

Présence de station de dessalement à l'ouest de la plage.

Hôtels et complexes touristiques

Absence de complexes et d'hôtels.

2-8 Plage Bélar



Figure 11: Carte représente la plage Bélar. (Google Earth 2016)

Situation géographique

La plage Bélar est située entre 36°36'05.72'', 36°36'00.31''Nord et 2°36'13.80'', 2°36'03.09''Est.

Elle se situe à 16km environ à l'est de la wilaya de Tipaza.

Caractéristiques dimensionnel

Longueur de la plage environ 370m.

Largeur de la plage environ 20m.

Superficie de la plage environ 3244m².

Description de la plage

Plage autorisé à la baignade.

L'accès à cette plage et à travers la route national 11.

Hôtels et complexes touristiques

Absence de complexes et d'hôtels.

2-9 Plage anse de kouali



Figure 12 : Carte représente la plage anse de kouali. (Google Earth 2016)

Situation géographique

La plage Anse de kouali est située entre 36°35'31.68'', 36°35'22.62''Nord et 2°29'51.77'', 2°29'33.45''Est.

Elle se situe à 16km environ à l'est de la wilaya de Tipaza.

Caractéristiques dimensionnel

Longueur de la plage environ 1.165km.

Largeur de la plage environ 30m.

Superficie de la plage environ 1ha.

Description de la plage

Plage autorisé à la baignade.

Plage référence écologique.

L'accès à cette plage et à travers la route national 11.

Hôtels et complexes touristiques

Absence de complexes et d'hôtels.

2-10 Plage chenoua



Figure 13 : Carte représente la plage Chenoua. (Google Earth 2016)

Situation géographique

La plage chenoua est située entre 36°36'22.45'', 36°35'44.13''Nord et 2°25'23.19'', 2°24'01.16''Est.

Elle se situe à 5km environ à l'ouest de la wilaya de Tipaza.

Caractéristiques dimensionnel

Longueur de la plage environ 1.610km.

Largeur de la plage environ 50m.

Superficie de la plage environ 6.265ha.

Description de la plage

Plage autorisé à la baignade.

L'accès à cette plage et à travers la route wilaya 109.

Hôtels et complexes touristiques

Complexes touristique Kayak.

2-11 Plage de caroubier



Figure 14 : Carte représente la plage Caroubier. (Google Earth 2016)

Situation géographique

La plage caroubier est située entre $36^{\circ}37'45.88''$, $36^{\circ}37'39.63''$ Nord et $2^{\circ}24'13.27''$, $2^{\circ}24'02.00''$ Est.

Caractéristiques dimensionnel

Longueur de la plage environ 220m.

Largeur de la plage environ 20m.

Superficie de la plage environ 3244m².

Description de la plage

Plage autorisé à la baignade.

L'accès à cette plage et à travers la route wilaya 109.

Hôtels et complexes touristiques

Absence de complexes et d'hôtels.

3-Conclusion

Les systèmes d'information géographique nous semblent être un outil incontournable pour manipuler l'information spatiale. Nous préférons utiliser l'expression information spatiale plutôt que celle d'information géographique car c'est bien l'espace qui est le point commun entre les architectes, les archéologues, les géographes, les géomètres etc. Ce travail sur les SIG m'a donc permis de manipuler de l'information spatiale, de tester le potentiel et les limites de l'outil dans une pratique du projet. Parallèlement, c'est l'approche théorique et la bibliographie qui m'ont permis de prendre un peu de distance réflexive sur mon travail et d'appréhender les SIG dans toutes leurs dimensions : outil de gestion, outil d'aide à la décision, outil de recherche.

Chapitre III

Matériels et méthodes

1-Elaboration des cartes des plages

Tous les cartes sont traiter y élaborer par le logiciel QGIS.

1-1 Logiciel QGIS

Quantum GIS (QGIS) est un logiciel permettant d'exploiter un Système d'Information Géographique (SIG).

QGIS est sous licence libre (GPL) sponsorisé par le gouvernement Sud-Africain qui a débuté en mai 2002 et s'est établi en tant que projet sur Source Forge en juin 2002. QGIS est utilisable sur la majorité des Unix, Mac OS X et Windows.

QGIS se veut être un logiciel SIG simple à utiliser, fournissant des fonctionnalités courantes et un visionneur de données SIG. QGIS gère un grand nombre de formats raster et vecteur, avec le support de nouveaux formats facilité par l'architecture basée sur les extensions.

La licence GNU GPL (General Public License) vous permettre d'étudier et modifier le code source, tout en ayant la garantie d'avoir accès à un programme SIG non onéreux et librement modifiable.

1-2 Traitement des images satellite sur QGIS

Les images satellite des plages sont des images téléchargées à partir de Google Earth.

Plusieurs fonds de carte et images satellites de référence peuvent être ouverts dans QGIS. Nous avons donc intégré les images satellites que nous avons choisies comme référence en fond pour chacune des plages.

Nous ne disposons pas en effet des coordonnées géographiques de points présents sur les dessins mais nous pouvons leur en attribuer en faisant correspondre ces dessins aux images satellites géoréférencées dans le SIG.

Faire des copies d'écran dans Google Earth de l'image satellite correspondant à chaque zone d'étude en utilisant l'outil « Enregistrer l'image » au format JPG.

Pour le cas d'étude la plage el Kheloufi 1de Zeralda, il a été nécessaire de prendre plusieurs copies d'écran des différentes années pour faire l'évolution du trait de côte.

Dans QGIS, il faut alors définir le système de coordonnées du bloc de données dans le nouveau fichier qui permet de visualiser les couches du SIG. A ce stade là, nous avons choisi de travailler avec le système de projection WGS 84, qui est celui dans lequel nous avons récupéré d'anciennes versions des traits de côte.

1-3 Géoréférencement

Cette opération associe à une image une transformation de coordonnées lignes/colonnes en coordonnées cartographiques ou géographiques.

Ouvrir les images Google Earth des plages sur QGIS puis à l'aide de l'outil Géoréférencement nous à choisis 4 points de calage idéalement répartis (le plus simple est de travailler avec les croix Lambert et notez leurs coordonnées).

A l'onglet Projection, nous avons choisis SCR WGS 84 fiscaux 31 N qui va allez repérer nous 4 points de calage ; QGIS va associer ses coordonnées "image" aux coordonnées Lambert que nous saisissons.

1-4 Création des couches vectorielles

Les éléments digitalisés sont : le trait de côte, limite de la plage, les oueds, les rejets d'eaux usées, les épis et les brises lames.

Chaque différent type de couche vectorielle est construit différemment dans le fond spécifier le Système de Coordonnées de Référence, ou SCR.

Un SCR définit comme décrire un point sur la Terre en termes de coordonnées une nouvelle couche a seulement un attribut.

Le SCR est WGS 84 fiscaux 31 S.

La police que nous à fixée est :

Pour le trait de côte un trait en couleur jaune d'épaisseur de 7mm.

Le pied de la dune un trait orange de 7mm d'épaisseur rempli par un trait blanc en pointiller de 4mm d'épaisseur.

Les oueds et les rejets d'eaux usées un trait bleu marin de 1.4cm d'épaisseur sauf oued Mazafran est de couleur verte.

Les brises lames et les épis sont des polygones de couleur grise.

Commencer la numérisation, nous entrons en mode d'édition. Et commençons à numériser chaque couche en cliquant sur un point n'importe où le long du bord des limites de ces couches.

Placez plus de points en cliquant d'avantage le long de ces limites, jusqu'à ce que la forme que nous à dessinez après avoir placé nous dernier point Cèle va finaliser l'entité.

1-5 Création de Cartes

Après la finalisation de digitalisation on va créer les cartes.

Placer une carte sur la page avec le contexte, qui correspond à ce que nous ajoutons comme éléments cartographiques.

Ajoutons tout d'abord un titre, une légende, une échelle et à la fin une flèche indiquant le nord géographique.

La police nous la laisser en noir, comme par défaut pour le lecteur de la carte doit aussi maintenant pouvoir voir facilement les différentes choses sur la carte de quoi elles signifient.

La carte est finalement prête à être exportée, nous la exporté en forme d'images PNG.

2- Etude sédimentologique

2-1 Introduction :

La connaissance de la nature des sédiments superficiels est un élément indispensable à une bonne gestion du domaine côtier, elle aide à prédire l'évolution future de la côte proche car les sédiments de la plate-forme participent au budget général du domaine marin incluant le trait de côte. La taille de particules est la propriété la plus fondamentale des sédiments qui les soumettent aux phénomènes d'érosion, de transport et de dépôt et reflète globalement l'énergie du milieu dans lequel il se trouve (Trentesaux, 2005).

Dans cette partie, nous verrons comment le paramètre de taille des sédiments peut nous renseigner sur les transits sédimentaires et sur leur répartition le long de la côte, afin de déterminer les mouvements sédimentaires responsables de l'évolution du trait de côte de la plage el kheloufi.

2-2 Etude granulométrique :

Elle consiste à évaluer le pourcentage de la masse totale correspondant à chaque dimension de particule (Rivière, 1977). La sorties réalisée, en juin 2016, a permis de procéder à un échantillonnage de la couverture sédimentaire de la plage el kheloufi, et les données granulométriques sont obtenues après tamisage au niveau du laboratoire géologique de l'ENSSMAL. Les résultats de l'analyse granulométrique de l'ensemble des échantillons de cette plage sont représentés sous forme de courbes cumulatives.

2-3 Positionnement des points de prélèvement :

L'objectif de cette étude est la recherche de la répartition des sédiments en plage et par conséquent leur modalité de mise en place.

Pour réaliser l'étude sédimentologique. 9 échantillons de sédiments superficiels ont été prélevés au niveau de la zone d'étude.

L'étude sédimentologique a été effectuée sur 9 échantillons de sédiments superficiels prélevés en plage à main dans des sacs en plastique et étiquetés. Ces échantillons ont été analysés au laboratoire et les résultats ont permis de connaître la répartition spatiale des sédiments.



Figure 15 : Carte représente les points de prélèvements des échantillons à La plage el kheloufi. (Google Earth 2016)

2-4 Méthode d'analyse au laboratoire :

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

Chaque tamisage dure 10 minutes et le refus de chaque tamis est pesé et le pourcentage pondéral est calculé pour chaque classe granulométrique.



Figure 16 : Tamiseuse plus les tamis.

2-5 Calcul des paramètres granulométriques :

L'analyse des paramètres granulométriques fournit des informations importantes sur la provenance, l'historique du déplacement et les conditions de dépôt des particules sédimentaires. Les trois paramètres granulométriques usuels utilisés en sédimentologie sont : la taille moyenne des sédiments (M_z), l'indice de tri (S_0), l'indice de symétrie de la distribution (S_k).

Les méthodes de calcul de ces paramètres ont été obtenues par les formules de Folk et Ward (1957) qui nécessite l'élimination de la fraction coquillière de l'échantillon:

2-5-1 Indice central (diamètre moyen) : permet de positionner globalement l'échantillon sur l'échelle des dimensions des grains. Il traduit la puissance moyenne des paléoécoulement (Losson et Corbonnois, 2006).

$$M_z = \frac{\varphi_{16} + \varphi_{50} + \varphi_{84}}{3}$$

Où $\varphi = -\log_2(D)$ qui est le logarithme à base de 2 du diamètre D en millimètre.

2-5-2 Le tri : il donne une idée sur l'étalement de la courbe au tour de son grain moyen, et il nous renseigne sur la croissance du tri lors du transport et de la sédimentation (Chamley, 1987)

$$S_0 = \frac{\varphi_{84} - \varphi_{16}}{4} + \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{6.6}$$

2-5-3 Indice d'asymétrie (Skewness) : ce paramètre indique sur l'enrichissement en particules grossières (asymétrie négative), l'enrichissement en particules fines (asymétrie positive) ou s'il y'a symétrie. Il exprime le milieu de dépôt, plutôt que les conditions du transport (Losson et Corbonnois 2006).

$$SK = \frac{\varphi_{16} + \varphi_{84} + 2(\varphi_{50})}{2(\varphi_{95} - \varphi_5)} + \frac{\varphi_5 + \varphi_{95} - 2(\varphi_{50})}{2(\varphi_{95} - \varphi_5)}$$

3-Les levés bathymétriques

Les levés bathymétriques consistent à déterminer les coordonnées tridimensionnelles des points du fond marin à l'aide d'un récepteur GPS. Le récepteur GPS permet de mesurer la latitude et la longitude de la station choisie.

3-1 Mode d'exécution du levé bathymétrique :

La profondeur est mesurée en embarcation à l'aide d'une corde graduée, chargée d'un poids profilé, les graduations permettant de bien connaître la profondeur.



Figure 17 : Bateau et la corde pour la mesure de la bathymétrie.

3-2 Situations des stations de prélèvements :

Les stations de prélèvements sont choisies de façon à couvrir toute la zone d'étude.

12 stations ont été choisies pour effectuer les prélèvements de la bathymétrie.



Figure 18 : Carte représente les stations de mesure de la bathymétrie à la plage el Kheloufi 1(Google Earth 2016)

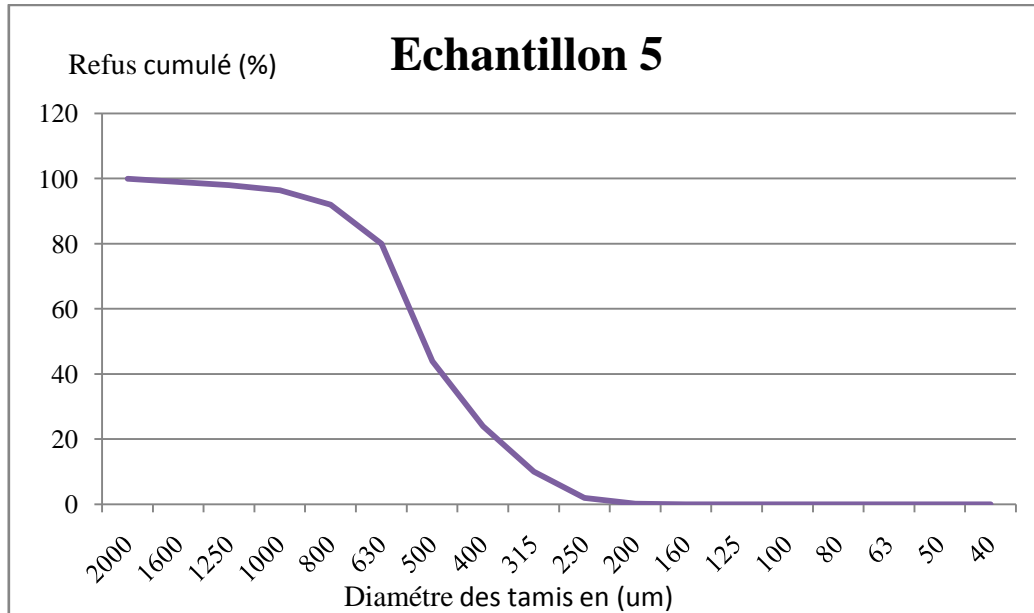
Chapitre IV

Résultats et discussions

1- L'étude granulométrique

1-1 Les courbes granulométriques

Dans l'ensemble, les courbes cumulatives des sédiments de surface de la plage el Kheloufi 1 sont généralement bien redressées ce qui témoigne d'une homogénéité des sédiments analysés



Graphe n°1 : courbes granulométriques de l'échantillon 5

Les résultats de calcul des indices granulométriques sont représentés dans le tableau n°5 :

| échantillons | $\Phi 5$ | $\phi 16$ | $\phi 50$ | $\phi 84$ | $\phi 95$ | Mz | So | Sk | D.moyen | tri | asymétrie |
|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------------|--------------|--------------------------------|
| E1 | 3.32 | 3.08 | 2.56 | 1.73 | -0.68 | 2.46 | -0.94 | 0.42 | sable fin | très bon tri | forte asymétrie vers les fines |
| E2 | 0.61 | 0.05 | -0.88 | -3.14 | -3.26 | -1.32 | -1.38 | 0.32 | sable moyen | très bon tri | forte asymétrie vers les fines |
| E3 | 2.46 | 1.20 | 0.73 | 0.32 | 0.09 | 0.75 | -0.58 | -0.26 | sable moyen | très bon tri | asymétrie vers les grossiers |
| E4 | 2.10 | 1.67 | 0.95 | 0.80 | -0.90 | 1.14 | -0.67 | -0.21 | sable moyen | très bon tri | asymétrie vers les grossiers |
| E5 | 1.80 | 1.49 | 0.96 | 0.57 | 0.21 | 1.01 | -0.47 | -0.10 | sable moyen | très bon tri | Symétrique |
| E6 | 3.71 | 3.38 | 2.97 | 2.03 | 1.14 | 2.79 | -0.73 | 0.41 | sable fin | très bon tri | forte asymétrie vers les fines |
| E7 | 3.29 | 2.99 | 2.49 | 1.93 | -0.22 | 2.47 | -0.80 | 0.30 | sable fin | très bon tri | forte asymétrie vers les fines |
| E8 | 0.33 | 0.00 | -0.44 | -0.89 | -1.25 | -0.44 | -0.46 | 0.02 | sable moyen | très bon tri | Symétrique |
| E9 | 2.11 | 0.86 | -0.10 | -1.48 | -3.21 | -0.24 | -1.39 | 0.17 | sable moyen | très bon tri | asymétrie vers les grossiers |

Tableau n°5 : Résultats de calcul des paramètres granulométriques.

1-2 Interprétation des résultats granulométriques :

La couverture sédimentaire de la plage el Kheloufi 1 est composée dans sa globalité par une majorité de sable fin qui représente 33.33% des échantillons prélevés.

Le sable moyen constitue 66.66% de la totalité des échantillons.

Pour le sable grossiers on remarque l'absence totale dans les échantillons.

1-3 Interprétation de la distribution des paramètres granulométriques :

Diamètres moyens :

Les processus de répartition des sédiments dans la plage semblent être plus intenses au niveau de trait de côte que dans la dune. Une variabilité maximale de la taille des grains est observée dans la côte. Les changements de faciès sédimentaires se font préférentiellement dans cette partie.

En effet les particules moyenne et quelque particule grossière se localisent au niveau de la ligne de trait de côte, formée entre l'oued Mazafran et le rejet d'eaux usées, traduisant les forçages hydrodynamiques les plus intenses qui sont associés et qui mobilisent les particules de taille très petite et laissent celle de taille plus importante à leur place, les particules fines sont ensuite transportées et déposées au niveau des fonds plus profonds où intervient le courant de retour comme agent transporteur.

• Le tri (So) :

100% des échantillons dans notre zone d'étude ont $So < 0.35$, donc nous sommes en présence d'un sédiment très bien classé. Ceci peut être expliqué par l'hydrodynamisme faible enregistré dans cette zone et l'absence également de la fraction coquillière.

• Indice d'asymétrie (Sk) :

La plus part des échantillons présente des valeurs positives de l'indice d'asymétrie (Sk) traduisant un équilibre entre les deux fractions des particules grossière et fine dans ces derniers.

Les valeurs négatives de l'indice d'asymétrie sont représentées dans l'échantillon 3 révélatrices d'une asymétrie des particules vers les grossiers traduisant un excès en particules grossières due aux facteurs hydrodynamiques.

2-Etude bathymétrique

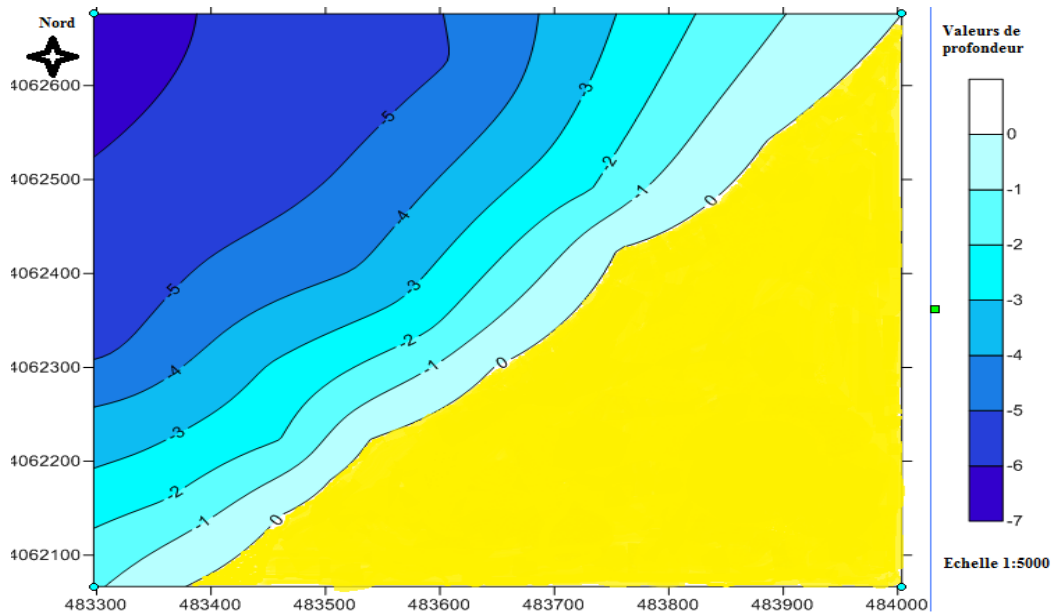
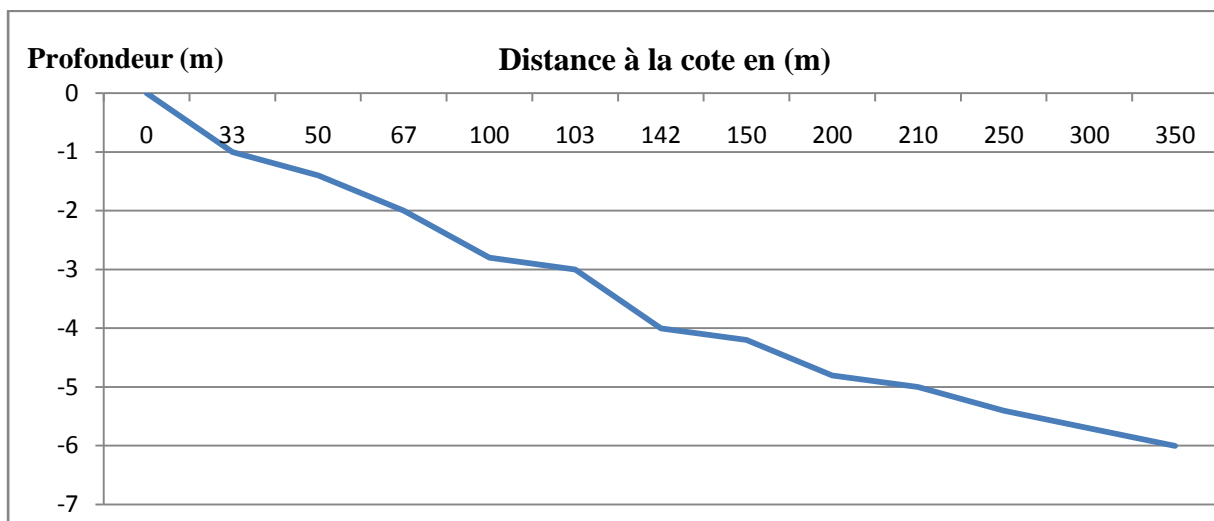


Figure 19 : Carte bathymétrique de la plage el kheloufi

La carte bathymétrique montre des isobathes plus au moins régulières, espacées et parallèles à la côte. Donc on peut dire que la morphologie sous marine est régulière.

2-1 Le profil :



Graph 2 : Profil sous marin de la plage el kheloufi

Le profil évolue normalement en pente douce jusqu'à environ 3 mètres de profondeur où ils chutent pour former une petite fosse de lévigation suivi d'une barre de déferlement, vers le large, le profil ne présente aucune morphologie particulière ; ils descendent en pente douce.

3-Evolution de la plage el Kheloufi 1

Les différents traits de côte des différentes années et les radiales des transectes sont représentés dans la carte suivante :



Figure 20 : Carte représente les différents traits de côte des différentes années de la plage el kheloufi. (Google Earth 2016)

Les résultats de l'avancé et le recul de trait de côte sont représenté dans le tableau n°6 suivant :

| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 |
|-----------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 2008-2009 | +7,64 | +3,55 | +9,34 | -0,58 | -8,15 | +3,13 | -5,61 | -6,38 | -8,83 | -3,22 |
| 2009-2010 | -10,43 | -3,96 | -5,07 | -8,13 | -7,19 | -3,81 | +3,08 | -3,12 | -5,34 | -0,89 |
| 2010-2013 | -2,62 | +5,47 | +11 | +10,7 | -4,82 | -2,78 | +1,60 | +1,13 | +13,97 | +2,50 |
| 2013-2014 | +1,97 | -3,55 | -13,60 | +2,64 | +4,72 | -5,87 | -0,4 | +1,98 | -2,91 | -2 |
| 2014-2015 | -10,47 | -3,27 | +11,62 | -4,14 | -2,37 | -4,95 | -4,07 | -3,71 | -9,79 | +4,36 |
| 2015-2016 | +5 | +3,51 | -13,60 | -6,60 | -7,05 | +7,76 | +4,62 | +0,93 | +0,95 | -6,76 |
| Total(m) | -8,91 | +1,75 | -0,31 | -6,11 | -24,86 | -6,52 | -0,78 | -9,17 | -11,95 | -6,01 |

Tableau n°6 : l'évolution de trait de côte de la plage el Kheloufi 1entre 2008 et 2016.

3-1-Interprétation

Le trait de côte change constamment, et des facteurs tels que la taille des vagues, la vitesse du vent, la profondeur de la mer, la force des marées et les variations relatives du niveau de la mer, ainsi que les pluies et la fréquence et l'intensité des tempêtes, sont tous des facteurs influents.

Entre 2008 et 2009 :

Du radial 1 jusqu'au radial 3, on enregistre dans ce secteur une accrétion de la plage relativement progressive. Cette accrétion varie de +7,64 m au niveau du transect du radial 1 à +9,34 m au niveau du transect du radial 3.

Cette accrétion est due essentiellement par le rejet des sédiments venant avec l'oued Mazafran qui se transportent vers le coté Est de cette oued et dépose au niveau de ces trois radiales et influant sur l'avancement de trait de côte au niveau de ces trois radiales.

Une deuxième hypothèse c'est les sédiments venant de la plage colonel Abas (ouest de la plage el kheloufi) par l'effet de dérive littoral qui est due principalement par la houle du secteur ouest qu'il l'engendre en déplaçant ces sédiments de l'ouest vers l'est.

Ainsi que probablement la forte pluviométrie dans cette année ramenant avec lui de grandes quantités des sédiments venant du bassin versant de l'oued de Mazafran.

Du radiale 4 jusqu'au radiale 10 on remarque généralement une érosion dans cette partie allant de -0.58m au transect du radial 4 jusqu'au -8.83m au transect du radial 9. Cette érosion est due principalement à l'éloignement de l'embouchure de oued Mazafran ainsi que le dérive littoral Est-Ouest engendrer par la houle Nord Nord-Est qui déplace les sédiment vers la partie Ouest de la plage.

2009-2010 : Cette période est caractérisée par le recul de trait de côte au niveau de tous les transectes de tous les radiales c'est à cause probablement de la faible pluviométrie donc faible débit d'eau dans l'oued de Mazafran qui ramène avec lui les sédiments.

D'autre coté les houles du secteurs Nord Nord-Est, Ouest et Nord-Ouest qui engendre respectivement le courant de dérive littoral Est-Ouest, le courant de dérive littoral Ouest-Est et le courant de retour ce qui cause le transport des sédiments donc l'érosion de cette plage.

2010-2013 : On remarque l'avancé du trait de côte au niveau de tous les radiales c'est à cause probablement d'une précipitation remarqué au niveau du bassin versant de l'oued de Mazafran donc fort débit ramenant les sédiments vers cette plage.

Les conditions météorologiques bonne dans cette année (absence de tempête) ce qui implique la presque stabilité des sédiments de cette plage due aux faibles énergies des houles, des courants de dérive littoral et de courant de retour.

Entre 2013 et 2014 : la plage el Kheloufi 1 à connus un chevauchement entre l'érosion et l'accrétion dans les différentes transectes des différentes radiales ce qui est due à l'évolution naturel qui est subi cette plage par les facteurs hydrodynamique.

2014-2015 : cette période a connue un recul de trait de côte évident due probablement au mauvaise conditions météorologique donc forte énergie des facteurs hydrodynamique (les courants de dérive littoral et le courant de retour) ce qui influe sur les sédiment de la plage on lui portant vers l'Est, l'Ouest ou le large de la plage.

2015-2016 : cette période a connus une accrétion de la plage donc avancé du trait de côte à cause probablement aux bonnes conditions météorologique (absence de tempête), faible énergie de la houle et le fort débit de l'oued de Mazafran.

Pour le bilan global entre 2008 et 2016 : on enregistre selon nous résultats une érosion progressive de la plage el Kheloufi 1 due principalement au dilatation de l'eau de mer due au réchauffement climatique et facteurs anthropique comme la construction de complexe touristique sable d'or sur une dune bordière se qui perturbe le bilan d'échange de sédiments entre la dune bordière et la plage ainsi que la perturbation des conditions météorologique (voir des tempêtes de temps en temps) et la perturbation de débit de l'oued de Mazafran due au perturbation de la pluviométrie ainsi que les facteurs hydrodynamiques virulent.

3-2-Les effets naturels et anthropiques sur l'évolution du trait de côte :

Le déséquilibre entre le dépôt des sédiments et leur redistribution par les courants côtiers entraîne l'engraissement ou l'érosion du littoral. Ceci est dû à des causes d'ordre naturel et anthropique, qui sont exposées comme suit :

3-2-1-Causes naturelles :

3-2-1-1 L'Épuisement du stock sédimentaire : l'abondance du stock sédimentaire s'est constituée après la dernière transgression post -glacière, puis après élévation rapide du niveau de la mer il y'a eu entraînement d'une quantité très importante de sédiments au rivage pour former le littoral. Actuellement la source essentielle des sédimentent qui alimente la baie de Zéralda et notamment la plage el Kheloufi 1 n'est plus que l'apport des oueds et éolien (d'origine terrigène).

3-2-1-2 Elévation du niveau de la mer : suite au réchauffement de la terre et l'augmentation de l'effet de serre, on assiste à une élévation considérable du niveau de la mer avec une vitesse de 1 à 2 mm/an. Selon le principe de Brun, cette élévation provoque un démaigrissement et un recul de la plage. Le profil transversal de la plage migre parallèlement à lui-même vers la terre par l'érosion de la partie haute. Le matériau enlevé s'accumule sur l'avant plage de telle sorte que l'épaisseur de la tranche d'eau littorale reste constante.

3-2-1-3 Les phénomènes tectoniques : la zone d'étude est intégrée dans une zone sismique très remarquable ce qui peut engendrer à tous instant, l'apparition de mouvements sismiques tant horizontaux que verticaux susceptibles de modifier la disposition du rivage et d'augmenter l'érosion côtière (cas des séismes de 1989 à Tipaza et du 21 mai 2003 à Boumerdes).

3-2-1-4 Les transports sédimentaires par les courants, les houles et les vents : les courants marins et les houles provoquent des transits perpendiculaires et parallèles à la plage. Ils peuvent entraîner un déficit sédimentaire et une érosion du littoral comme il apparaît à la plage du Zéralda. Ce phénomène éventuel méritera d'y être suivi L'action des vents dans ces transports est loin d'être négligeable.

3-2-2-Action anthropique :

Les activités humaines anarchiques sur le milieu côtier de Zéralda ont accentué le phénomène d'érosion. Parmi les plus remarquables on peut noter 5 phénomènes

3-2-2-1 La construction des barrages : l'implantation du barrage de Bou Roumi au niveau des affluents de l'oued Mazafran a stérilisé l'apport solide qui abouti au rivage. Ce fait entraîne un déséquilibre dans le système externe, ce qui influence directement sur le budget sédimentaire de la plage. Ce manque va encourager l'accélération du phénomène d'érosion de la plage.

3-2-2-2 L'extraction du sable : l'extraction abusive au niveau du lit de l'oued Mazafran et des dunes d'importantes quantités de sédiments utilisés dans la plupart pour la construction urbaine, engendre une réduction du taux de sédiments amenés au rivage par l'oued et l'accélération du phénomène d'érosion.

3-2-2-3 L'arasement des dunes : les dunes participent activement à l'équilibre des plages parce qu'elles constituent une réserve de sable et ont un rôle protecteur face au déferlement

des vagues de tempête. Or les dunes bordières dans la zone ont subi des dommages importants aggravés par l'urbanisation et la fréquentation touristique.

3-2-2-4 La pollution : les rejets des polluants d'origine agricole, industrielle et urbaine dans les affluents de l'oued Mazafran ou directement en mer engendrent des perturbations dans l'écosystème marin. Cette pollution dégrade les algues supérieures et les phanérogames marines existantes au niveau de la baie du Zéralda, telle que la Posidonie Océanica, capable de freiner l'érosion de la côte par sa fonction stabilisatrice des fonds et dissipatrice de la houle. Ces phanérogames jouent aussi un rôle primordial dans la chaîne alimentaire, leur disparition menace la vie des autres organismes, ce qui influence l'apport des sédiments d'origine biogène, qui selon le chercheur Leclaire donne la fraction organogène qui représente 48 % des sédiments de la baie de Zéralda.

3-2-2-5 L'urbanisation : l'urbanisation anarchique, comme c'est le cas du complexe touristique de Zéralda, a fait que les constructions, trop proches du rivage, constituent par elles mêmes des obstacles réfléchissants pour les houles d'incidence frontale, entraînant ainsi la disparition des plages.

Conclusion générale

L'imagerie satellite apporte des informations pertinentes sur les unités de paysage (réseaux hydrographiques et routiers, structures urbaines, etc.), les unités végétales et géomorphologiques, les types de sols, les thèmes côtiers (trait de côte, cordons dunaires, plage, etc.....) ainsi que les phénomènes d'engraissement et d'érosion autour du plage el kheloufi, les résultats obtenus démontrent la pertinence de l'imagerie satellite pour la cartographie et l'évaluation de trait de côte des plages à étudier.

L'inconvénient de l'imagerie optique reste son indisponibilité dans certaines conditions météorologiques. C'est pourquoi, la base de données du projet a été enrichie par des acquisitions d'images satellite disponibles en tout temps, grâce à l'indépendance par rapport à l'illumination solaire et la capacité des rayonnements micro-ondes de traverser l'atmosphère sans grosses perturbations ainsi que la facilité d'acquisition de ces images satellite.

L'utilisation d'un SIG pour l'évolution du trait de côte est une approche nouvelle dans notre école qui se révèle très pertinente. En effet le SIG permet d'avoir simplement et à peu de frais, une surveillance précise et globale du trait de côte, une anticipation sur les zones susceptibles de voir une érosion se développer et une optimisation des actions de lutte pour endiguer ce phénomène. Ce système va ainsi permettre de sauver un grand nombre de plages soumises au risque d'érosion, tout en réduisant le plus possible, les efforts financiers des organismes de surveillance. Un tel outil devra, à la longue, être adapté aux conditions environnementales de toute la côte algérienne, afin de les aider dans leurs luttes contre l'érosion. Ce système peut aussi servir de base, dans le principe, au contrôle de l'occupation du sol dans toute la côte algérienne.

Par l'analyse du contexte d'évolution actuel de la plage el kheloufi, la présente étude a fait un diagnostic sur notre zone, en évaluant la réponse des systèmes côtiers aux paramètres physiques et hydrodynamiques.

Les caractéristiques du littoral de la zone d'étude du point de vue géologique et géomorphologique telles que les faibles altitudes et la présence des failles, et des terrains d'âge quaternaire, montrent sa sensibilité aux agressions marines.

D'autre part pour les paramètres dynamiques, on a déduit que la houle qui provient du secteur N 300°, frappe frontalement sur la côte en provoquant l'érosion.

L'étude granulométrique du sable de la plage d'el Kheloufi indique la présence essentiellement de plusieurs dynamiques sédimentaires. Son matériau est relativement très

bien classé, avec une distribution des grains moyens en allant vers le trait de côte. Ceci pourrait être un indicateur d'une hydrodynamique côtière assez forte.

Le complexe touristique de Zéralda est implanté dans une zone géographique stratégiquement importante.

L'analyse des images satellite de différentes dates a montré que le problème majeur qui a engendré l'érosion à la plage el Kheloufi 1 est dû à l'implantation de ce complexe en 1969 près du rivage.

Le suivi de l'évolution du trait de côte, se traduit par une courbe exponentielle qui laisse dire que le recul va s'accroître tant qu'aucun aménagement n'est réalisé dans ce site et les retombées seront plus fâcheuses sur les activités touristiques et économiques.

On a constaté que l'érosion côtière dans cette zone résulte d'une combinaison de plusieurs facteurs à la fois d'origine naturelle et humaine, opérant à plusieurs échelles de temps et d'espace. Les vents et tempêtes, les courants littoraux, les variations du niveau de la mer à plus ou moins à long terme, incluant également les mouvements tectoniques et les phénomènes de subsidence.

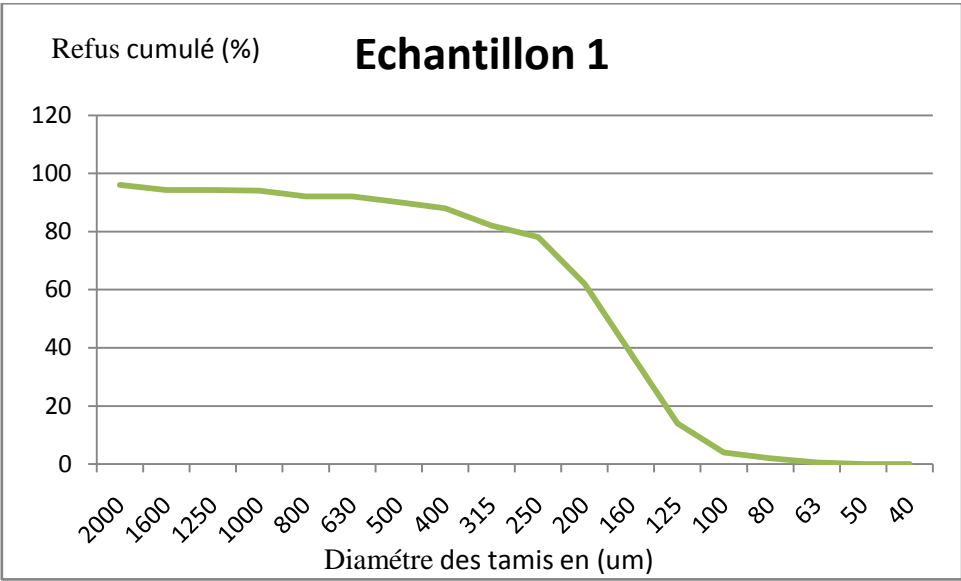
Bibliographie

Bibliographie

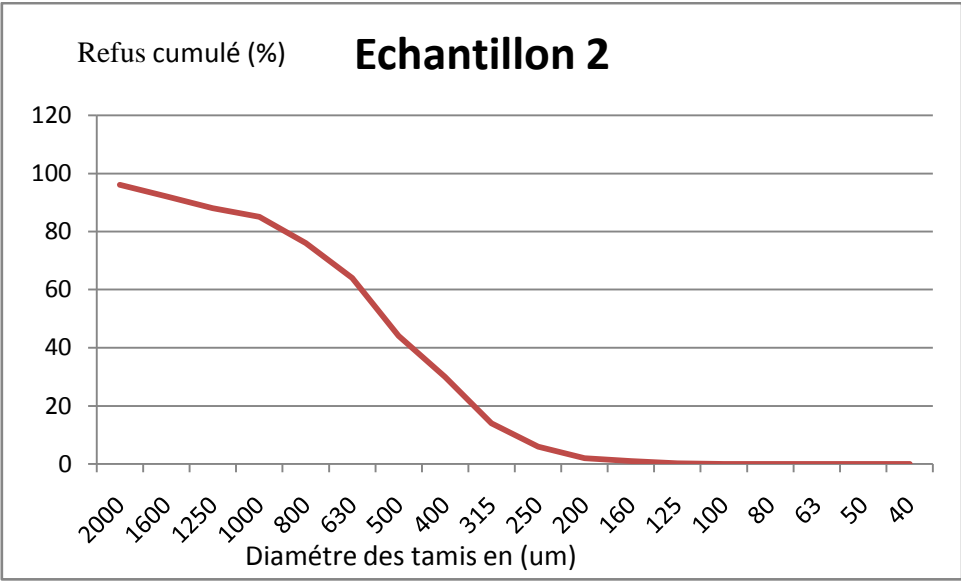
- BENAISSA Z, HAOUCHTNE K. (2001).** Etude de protection de la plage du complexe du Zéralda. Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Dely Brahim. ENSSMAL. 42 p.
- CAILLOT. A ., (1994).** Action de la houle sur les fonds marins. Paris : Le pommier. 105 p.
- EUROSION ., (2004).** Vivre avec l'érosion côtière en Europe : espace et sédiments pour un développement durable. Commission européenne. Vol 1. 34 p.
- KHERROCHE Y. (1988).** La dynamique sédimentaire en baie de Tipaza, relation morphologique et sédimentaire. Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Dely Brahim. ENSSMAL. 18 p.
- L.E.M. (1997).** Etude sédimentologique par provin (étude de l'établissement de la carte sédimentaire du littoral Algérien). Document non publié. Hydra : L.E.M.
- LEM. (2001).** Etude de protection de la plage du Zéralda. Document non publié. Hydra : L.E.M.
- Losson, Corbonnois. (2006).** Les modes sédimentaires détritiques : nouvelle méthode de détermination appliquée à des remplissages endokarstiques. Lille : Centre d'études géographiques de l'université de Metz (CEGUM). 92 p.
- PASKOFF, R. (1993).** Les littoraux, Impact des aménagements sur leur évolution. Paris : Masson, p. 69-74.
- PASKOFF (2005).** Les plages vont-elles disparaître ?. Paris : Le pommier. 64 p.
- Rivière, (1977).** Méthode de granulométrie, technique et interprétation. Paris : Masson. 56 p.
- Rodier, x. (2000).** Le système d'information géographique TOTOPI, topographie de Tours pré-Industriel". Nice : Baie des anges. 23 p.
- Trentesaux, (2005).** Enregistrement de processus sédimentaire pléistocènes exemples de plates formes détritiques et de bassins profonds mer du nord et mers de chine. Thèse de doctorat. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches en sciences naturelles. Lille : Université des sciences et technologies. 83 p.

ANNEXES

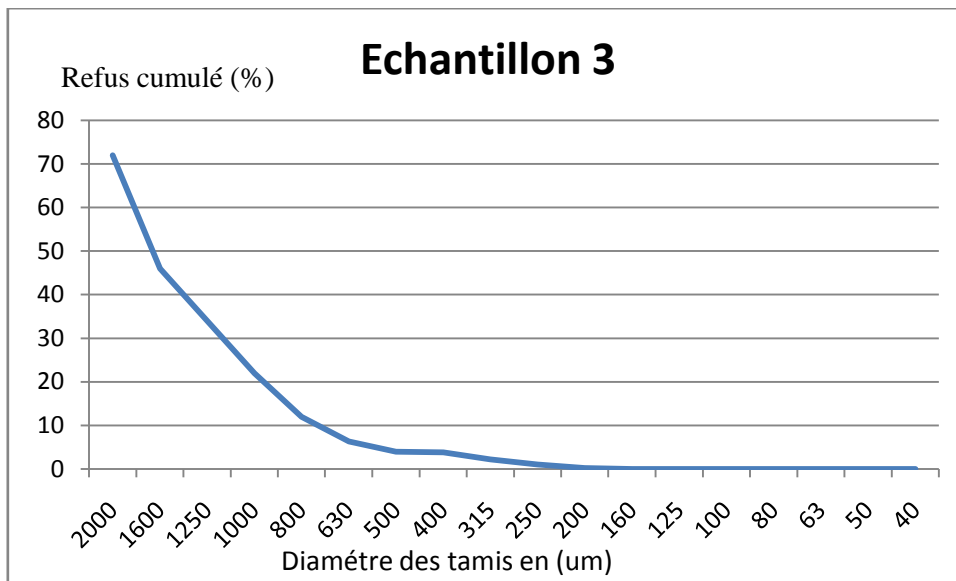
Courbes d'analyse granulométrique :



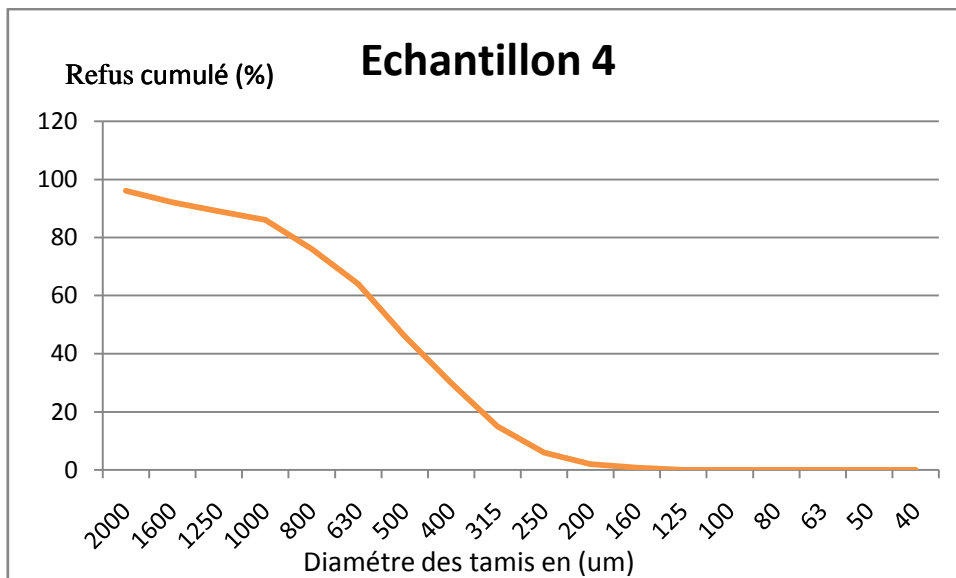
Graphe n°3 : courbes granulométriques de l'échantillon 1



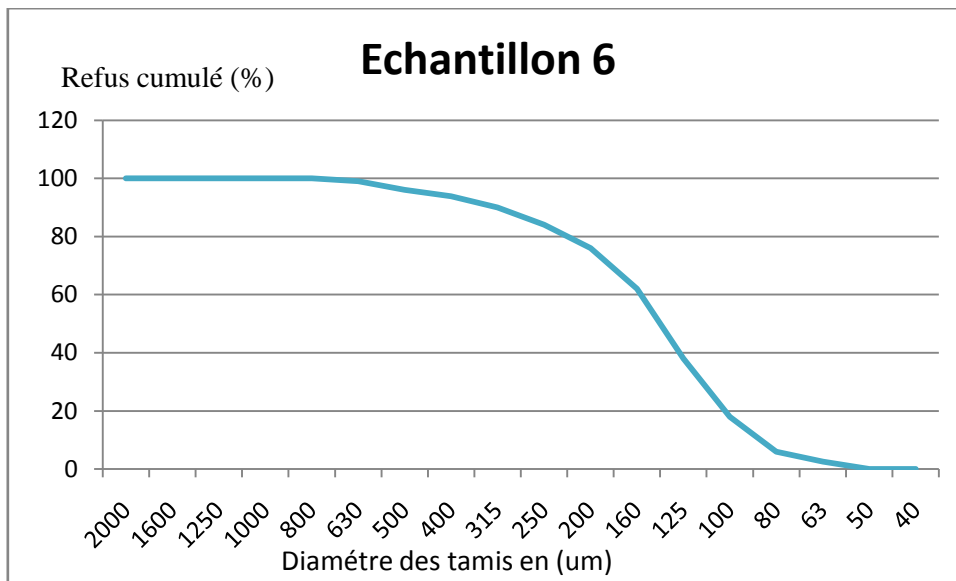
Graphe n°4 : courbes granulométriques de l'échantillon 2



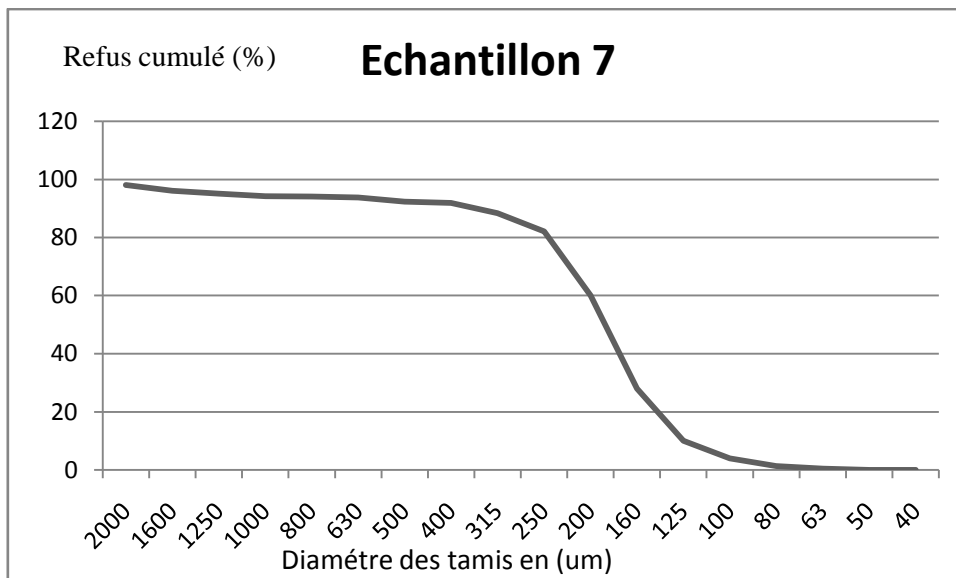
Graphe n°5 : courbes granulométriques de l'échantillon 3



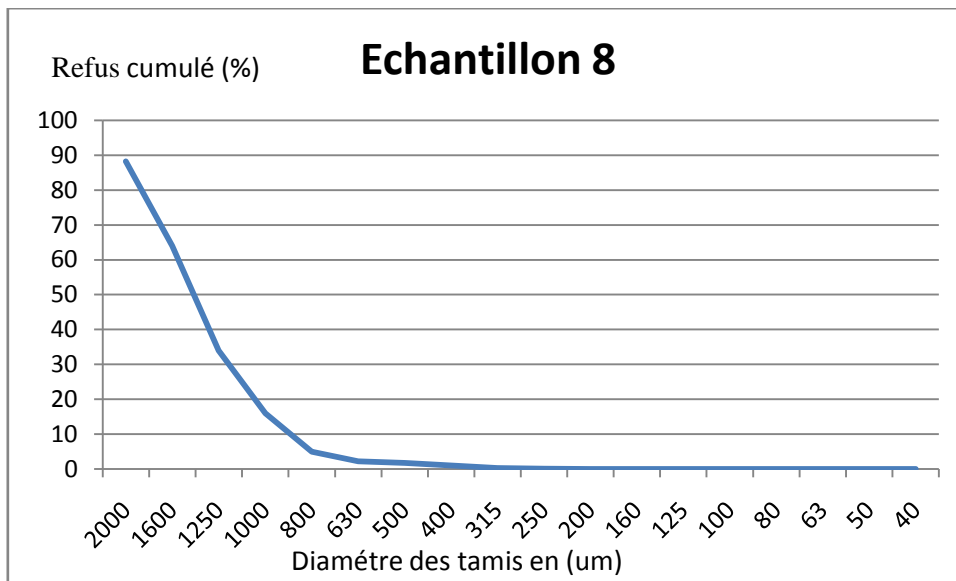
Graphe n°6 : courbes granulométriques de l'échantillon 4



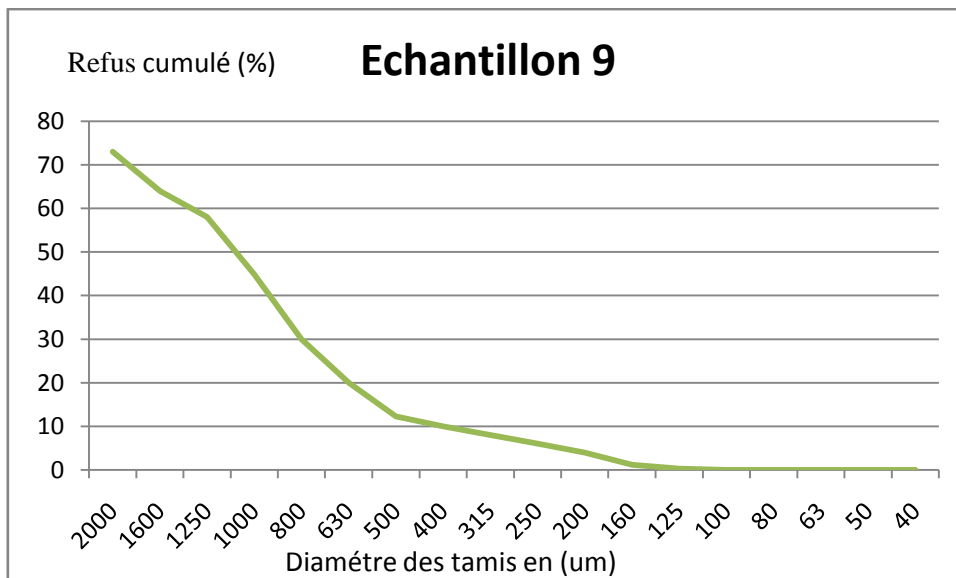
Graphe n°7 : courbes granulométriques de l'échantillon 6



Graphe n°8 : courbes granulométriques de l'échantillon 7



Graphe n°9 : courbes granulométriques de l'échantillon 8



Graphe n°10 : courbes granulométriques de l'échantillon 9

Evaluation du trait de côte de la plage el Kheloufi 1 recours a l'image satellite et système d'information géographique.

Résumé

Ce mémoire va voir la possibilité de travailler sur la mise en place d'un système d'information géographique (SIG) orienté évaluation du trait de côte pour la baie de Bousmail. De présenter leur importance comme un outil au service de la gestion de l'aménagement du territoire on passant par la collecte de données de base et de terrain, De présentes les plages de cette baie en termes de SIG, prendre un exemple de ces plages (plage el Kheloufi 1) pour faire l'évolution du trait de côte, faire Une étude analytique des données avec présentation des résultats et enfin identifié les causes et les conséquences de l'érosion sur cette plage.

Mots clés : d'un système d'information géographique (SIG), baie de Bousmail, l'évolution du trait de côte, plage el Kheloufi 1.

Abstract

This memory will see the opportunity to work on the implementation of a geographic information system (GIS) oriented assessment of the coastline in the Bay of Bousmail. Present their importance as a tool for the management of land is through the database collection and field, to present the beaches of the bay in terms of GIS, take an example of these ranges (beach el Kheloufi 1) to the evolution of the coastline, do an analytical study data with presentation of results and finally identified the causes and consequences of erosion on that beach.

Key words: geographic information system (GIS), Bay of Bousmail, evolution of the coastline, beach el Kheloufi 1.

ملخص

هذه الذاكرة تعطى الفرصة للعمل على تنفيذ نظام المعلومات الجغرافية لتقييم الساحل الموجهة في خليج بوسماعيل تقديم أهميتها كأداة لإدارة الأراضي من خلال جمع المعلومات من قاعدة بيانات ومن الميدان، لتقديم شواطئ هذا الخليج من حيث نظم المعلومات الجغرافية، نأخذ مثالا من هذه الشواطئ (شاطئ الخلوفاي 1) دراسة تطور الخط الساحلي، القيام باستخراج بيانات الدراسة التحليلية مع عرض النتائج وتمكن أخيرا من تحديد أسباب وعواقب بتواج هذا الشاطئ.

الكلمات المفتاحية : نظام المعلومات الجغرافية، خليج بوسماعيل، تطور الخط الساحلي، شاطئ الخلوفاي 1