

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AMENAGEMENT DU LITTORAL



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

Spécialité : AMENAGEMENT DU LITTORAL

Sujet :

## **Les aménagements côtiers de la baie de Bou-Ismaïl : Fonctionnements et Impacts.**

Présenté par :

**ADNANE CHAHIRA**

Soutenu le 02/11/2020 devant de jury suivants :

<b>Mme. MAHDID.S</b>	<b>M.C.A – ENSSMAL</b>	<b>Président</b>
<b>Mme. AL SID CHIKH.S</b>	<b>M.A.A – ENSSMAL</b>	<b>Promotrice</b>
<b>Mme. KERAGHEL.M</b>	<b>M.A.A – ENSSMAL</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M.FERNANE.L</b>	<b>M.A.A – ENSSMAL</b>	<b>Examineur</b>

Promotion 2018/2019

## **Remerciements :**

*Je remercie Madame **Al SidChikh.S** d'avoir accepté d'encadrer et de diriger ce mémoire et qui par ses conseils et sa disponibilité.*

*Je tiens aussi à remercier les membres du jury:*

*Je tiens à remercier Madame **Mehdid.S** qui me fait l'honneur de présider le jury de cette soutenance.*

*Je tiens à remercier Madame **Keraghel.M** d'avoir pris le temps d'examiner ce travail.*

*Je tiens également Monsieur **Fernane.L** d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*



<b>Figure 48:</b> Plan de masse proposé du port de Khemisti (MTP, 2020).....	40
<b>Figure 49:</b> Plan général du port de Bouharoun, Construction d'une jetée Est en 1939.....	41
<b>Figure 50:</b> Plan général du port de Bouharoun (1962).....	41
<b>Figure 51:</b> Plan général du port de Bouharoun (1962).....	42
<b>Figure 52:</b> Caractéristiques techniques du port Bouharoun (EGPP, 2006).....	42
<b>Figure 53:</b> Port de Bouharoun (Google Earth, 2020).....	43
<b>Figure 54:</b> Plan du Port de Bouharoun (Bachouche et al, 2007).....	45
<b>Figure 55:</b> Plan de masse actuel du port de Bouharoun (MTP, 2020).....	46
<b>Figure 56 :</b> Port de Tipaza (Google Earth 2020).....	47
<b>Figure 57:</b> Schéma général du port de Tipaza (DTP, 2007 in Bouhaouali et Guerra, 2016).....	48
<b>Figure 58 :</b> Port de Tipaza proposé (MTP, 2020).....	49
<b>Figure 59:</b> Plage Chenoua (Google Earth, 2020).....	50
<b>Figure 60 :</b> Barre d'outils de DSAS.....	59
<b>Figure 61:</b> Les images Google Earth de la zone d'étude (2010, 2020).....	60
<b>Figure 62:</b> Méthode de géo-référencement à l'aide du logiciel Google Earth et Arcgis.....	60
<b>Figure 63 :</b> Évolution du trait de côte de la Baie de Bou Ismail et d'El Djamila entre les années 2010 et 2020.....	61
<b>Figure 64:</b> Evolution du trait de côte selon la période 2010-2020.....	61
<b>Figure 65:</b> L'indicateur EPR dans la période 2010-2020.....	64
<b>Figure 66:</b> Illustration du rythme d'évolution du trait de côte en m/an entre 2010 et 2020.....	64
<b>Figure 67:</b> Impacts des aménagements sur le littoral.....	66

## Liste des Tableaux :

<b>Tableau1:</b> Débit des rejets d'eaux usées dans la baie de Bou-Ismaïl (Ministère de l'Aménagement de territoire et de l'Environnement, <b>2006</b> (Zerrouki <b>2014</b> in Bouhouali et Gerra <b>2016</b> ).....	11
<b>Tableau2:</b> Impacts des épis (Bouhouali et Guerra, <b>2016</b> ).....	12
<b>Tableau3:</b> Impacts des brise-lames. ....	13
<b>Tableau4:</b> Impacts des ports (Bouhouali et Guerra, <b>2016</b> ). ....	14
<b>Tableau5:</b> Impacts des fronts de mer (Bouhouali et Guerra, <b>2016</b> ).....	15
<b>Tableau6 :</b> Impacts des plages artificielles (Bouhouali et Guerra, <b>2016</b> ).....	15
<b>Tableau7:</b> superficie et profondeur des bassins du port. ....	29
<b>Tableau8:</b> L'indicateur EPR dans la période <b>2010-2020</b> . ....	61

## **Liste des abréviations :**

**ANRH :** Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

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

**CRF:** Centre de Repos Familiale.

**DTP:** Direction des Travaux Publics.

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

**EGPAP :**Entreprise de Gestion des Ports et Abris de Peche.

**GTRAM:** Groupement des Travaux de Realisation et Aménagement Maritime.

**LEM:** Laboratoire des Etudes Maritimes.

**MTP:** Ministère des Travaux Publics.

**PAC:** Programme d'Aménagement Cotier.

# Sommaire :

<b>REMERCIEMENTS :</b> .....	<b>2</b>
<b>LISTE DES FIGURES :</b> .....	<b>3</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX :</b> .....	<b>5</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS :</b> .....	<b>6</b>
<b>SOMMAIRE :</b> .....	<b>7</b>
<b><u>INTRODUCTION :</u></b> .....	<b>1</b>
<b>I. LES AMENAGEMENTS COTIERS : FONCTIONNEMENT PAR SECTEUR D'ETUDES ..</b> ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.	
<b>I GENERALITES :</b> .....	<b>4</b>
1. Présentation de la zone d'étude : .....	4
1.4. Données océanographiques : .....	9
<b>2. GENERALITES SUR QUELQUES TYPES D'AMENAGEMENTS COTIERS :</b> .....	<b>11</b>
2.1. Epis : .....	11
2.2. Les brise-lames : .....	12
2.3. Les ports : .....	13
2.4. Les fronts de mer : .....	14
2.5. Plages artificielles : .....	15
<b>II. LES AMENAGEMENTS COTIERS : FONCTIONNEMENT PAR SECTEUR D'ETUDES :</b> .....	<b>17</b>
1. <b>DIAGNOSTIC SUR TERRAIN :</b> .....	<b>17</b>
2. <b>QUELQUES ILLUSTRATIONS :</b> .....	<b>18</b>
A) <b>PORT EL DJAMILA :</b> .....	<b>18</b>
C) <b>FRONT DE MER DE BOU ISMAIL :</b> .....	<b>20</b>
D) <b>PORT DE BOUHAROUN :</b> .....	<b>20</b>
3. <b>FONCTIONNEMENT DES AMENAGEMENTS COTIERS PAR SECTEUR D'ETUDE :</b> .....	<b>21</b>
3.1. <b>Port d'El Djamil :</b> .....	<b>22</b>

3.2.	Sidi Fredj :.....	29
3.2.1.	Le port de Sidi Fredj :.....	29
4.	ZERALDA :.....	33
4.1.	LA PLAGE DE PALM BEACH-AZUR :.....	34
5.	FRONT DE MER DE BOU-ISMAIL :.....	36
6.	Port de Khemisti :.....	37
7.	Port de Bou Haroun :.....	41
8.	Port de Tipaza :.....	47
9.	CHENOUA :.....	50
<b>III. LES IMPACTS DES AMENAGEMENTS COTIERS : INTERPRETATION PAR SECTEUR D'ETUDES.</b> .....		<b>52</b>
1.	<b>IMPACTS PAR SECTEUR D'ETUDE</b> .....	<b>52</b>
1.1.	Le port d'El Djamila :.....	52
1.2.	La plage artificielle.....	52
1.3.	Port et plages de Sidi Fredj :.....	52
1.4.	Zéralda :.....	53
1.5.	Front de mer de Bou Ismail :.....	54
1.6.	Port de Khemisti :.....	54
1.7.	Port de Bouharoun :.....	55
1.8.	Port de Tipaza :.....	55
1.9.	Chenoua :.....	56
2.	<b>IMPACT SUR L'EVOLUTION DU TRAIT DE COTE</b> : .....	<b>56</b>
2.1.	Erosion côtière et SIG :.....	57
2.2.	Les logiciels utilisés :.....	57
2.3.	Les données disponibles :.....	59
2.4.	Variation de la ligne de rivage.....	60
2.5.	Évaluation du taux d'évolution du trait de côte :.....	61
3.	Résultat graphique .....	63
4.	<b>IMPACT SUR LA POLLUTION</b> :.....	<b>65</b>
5.	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>66</b>



## INTRODUCTION :

Traditionnellement, les côtes en érosion sont protégées par des structures en dure telles que des épis, des brise-lames ou des jetées (CHARLIER et al. 2005). Alors que ce type de structures fournit une protection efficace localement, elles ont tendance à transférer le problème d'un site à l'autre.

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

Le but de cette étude s'intéresse à analyser le fonctionnement et l'impact des aménagements sur le littoral. Notre zone d'étude représente la baie de Bou Ismail qui est limitée par la mer méditerranéenne au Nord, par le chainon de Sahel au Sud, par la pointe du Cap Caxine (Ras Acrata) à l'Est, et le Mont Chenoua à l'Ouest, et la baie d'El Djamila qui est relativement fermée et se situant à une trentaine de kilomètre à l'Ouest d'Alger et ayant presque six Km de côte. Elle représente le quart oriental de la baie de Bou Ismail.

Le littoral des baies de Bou Ismail et d'El Djamila prend des allures très diverses de point de vue géomorphologique, abritant à la fois d'importants linéaires de côtes rocheuses, de vastes étendues de plages sableuses mais aussi des zones humides ou encore des secteurs artificialisés. Cette frange littorale évolue sous l'influence des dynamiques naturelles et de l'action de l'Homme. Ainsi, le trait de côte peut être stable, en progression ou en recul.

Aujourd'hui, la façade de ce littoral est en grande partie artificialisée avec l'implantation de différents ouvrages transversaux (épi et jetée portuaire) et longitudinaux (digue frontale et brise-lames). Ces secteurs côtiers artificiels, tout comme les secteurs naturels encore présents, font l'objet d'un vif intérêt et d'une surveillance accrue face à la montée du niveau marin afin de conserver le linéaire côtier dans sa position actuelle et de protéger la population dense et les activités situées le long de ces côtes.

L'implantation de ces ouvrages longitudinaux et transversaux, dont le rôle principal est de stabiliser la ligne de rivage, entraîne une modification du système plage et de la dynamique générale des secteurs où ils sont mis en place. De nombreuses études ont été réalisées afin de déterminer les impacts et les modifications induites par l'implantation de ce type d'ouvrage.

L'évaluation de ce littoral pose des questions sur le fonctionnement et l'impact de ces structures sur le littoral, l'environnement et le trait de côte à l'échelle régionale et locale.

# **Chapitre I :**

## **Généralités**

# I. GENERALITES :

## 1. Présentation de la zone d'étude :

### 1.1. Cadre géographique :

Notre zone d'étude comprend : La baie de Bou Ismail et la baie d'El Djamilia (**Figure 1**).

#### La baie de Bou Ismail :

Elle est située dans la partie centrale du littoral algérien, à **50 km** à l'Ouest d'Alger dans la wilaya de Tipaza, entre **2°25'** à l'Ouest et à **2°55'** à l'Est.

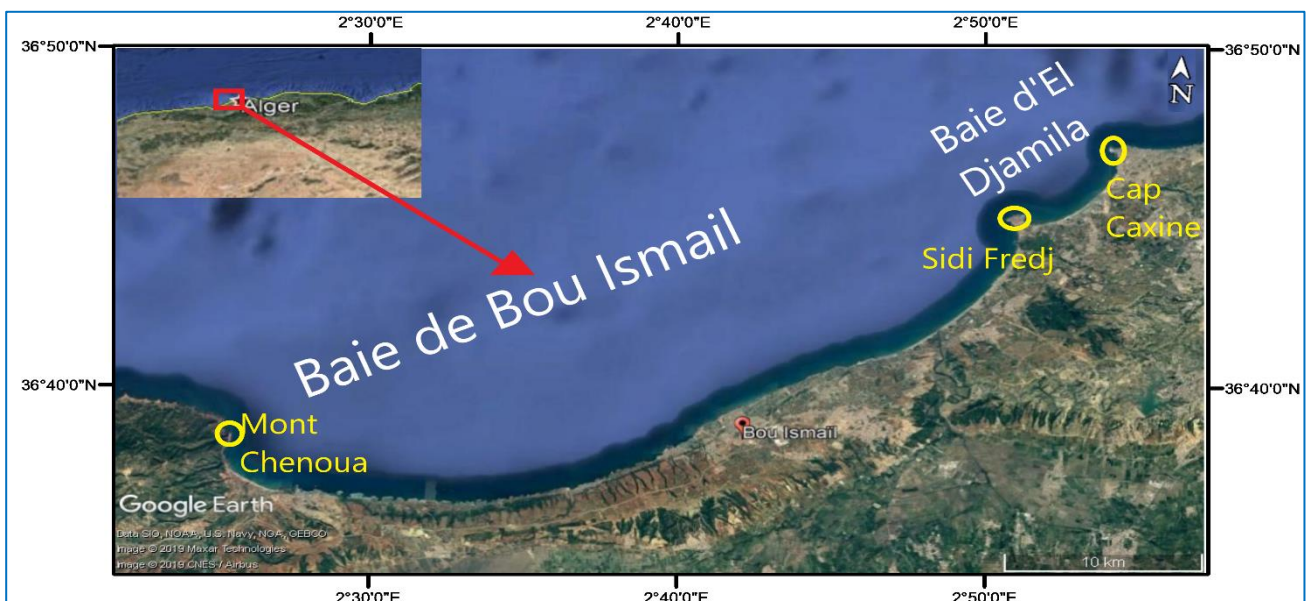
La baie est limitée par la pointe du Cap Caxine (Ras Acrata) à l'Est de Sidi-Fredj et par le Mont Chenoua à l'Ouest, par le chaînon de Sahel au Sud et la mer méditerranéenne au Nord. L'ouverture de la baie de Bou Ismail est d'environ **40 Km** et s'oriente du Sud-Ouest au Nord-Est. Cette baie couvre une surface de l'ordre de **350 Km<sup>2</sup>** (**Braik, 1989, in Haddouche, 2003**). La baie est le réceptacle d'oued à régime irrégulier : Mazafran, Nador et Béni Messous (**Khaouni, 2003**).

#### La baie d'El Djamilia:

La baie d'El Djamilia se situe à une trentaine de kilomètres à l'Ouest d'Alger et ayant presque **6Km** de côte. Elle représente le quart oriental de la baie de Bou Ismail. Il s'agit d'une côte sableuse basse dont le rivage est orienté Sud-Ouest à Nord Est, limitée du côté Est par le Ras Acrata et du côté Ouest par la presqu'île de Sidi Fredj.

Le port d'El Djamilia (ex la Madrague) est implanté à **18Km** à l'Ouest d'Alger dans la côte Est de la baie d'El Djamilia avec une orientation NNE SSW. Elle appartient administrativement à la commune d'Ain Benian dans la wilaya d'Alger (**Rabhi et Rahal, 2011**).

Dans certaines références scientifiques, on appelle Baie de Bou-Ismaïl, ou Baie de Bousmaïl, toute la zone allant du Cap Caxine au Mont Chenoua.



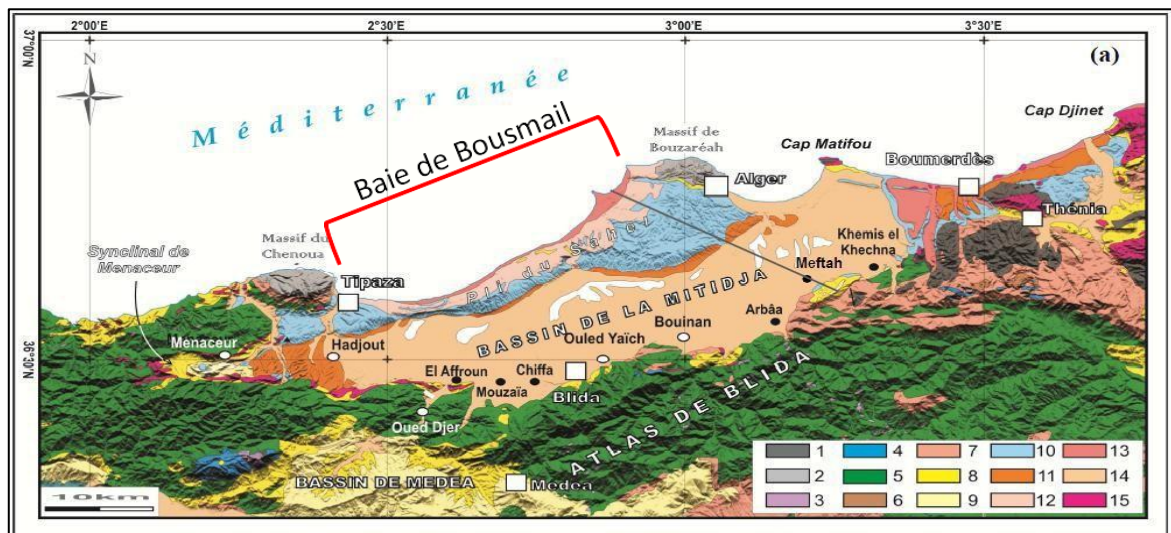
**Figure 1:** Situation géographique des baies de Bou Ismail et d'EL Djamilia (Google Earth, 2020).

## 1.2. Cadre géologique:

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

En effet, l'aspect géologique et géomorphologique apporte un complément indispensable dans le diagnostic de la zone d'étude (**Figure 2**), ce dernier réalisé en vue d'apporter des éléments des réponses sur les différents phénomènes d'érosion susceptibles d'être observé sur la zone (**Hamdous et Belaidi 2016**).

- Le faciès du quaternaire marin est largement représenté tout le long du littoral de la baie de Bou Ismail.



1 : Terrains métamorphiques ; 2 : Socle primaire ; 3 : Trias ; 4 : Jurassique ; 5 : Crétacé ; 6 : Éocène ; 7 : Oligocène ; 8 : Miocène anté-nappes ; 9 : Miocène post-nappes ; 10 : Pliocène ; 11 : Villafranchien ; 12 : Calabrien ; 13 : Quaternaire marin ; 14 : Quaternaire continental ; 15 : Magmatisme indifférencié.

**Figure 2:** Carte morpho-géologique continentale de la baie de Bou Ismail et ses environs (données topographiques SRTM-3 et carte géologique d'Algérie au 1/500'000) (Hamdous et Belaidi 2016).

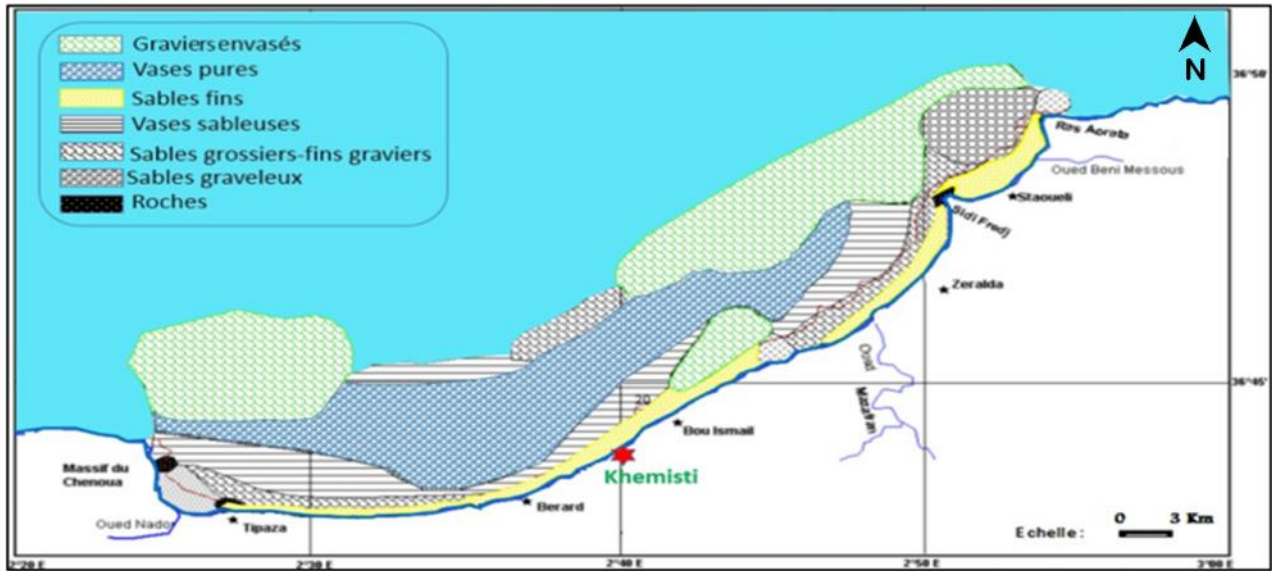
Le calabrien présente une succession de couches qui commence par des calcaires coquilliers (lumachelles), ensuite des grés, des dépôts de plages (atteignant 10m d'épaisseur) et enfin des dépôts dunaires qui forment les terrasses les plus récentes avec une trentaine de mètres d'épaisseur (**Dagorne, 1970**).

- La géologie de la zone étudiée classe le site comme très vulnérable, du fait que sa nature géologique montre qu'il est principalement constitué de roches friables facilement érodables.

### 1.2.1. Sédimentologie :

L'analyse des sédiments de la baie de Bou-Ismaïl a permis de mettre en évidence la grande diversité sur le plan sédimentaire des fonds de cette baie, sept faciès sont identifiés : les sables fins, les sables fins envasés, les vases sableuses, les sables graveleux, les graviers envasés, les sables grossiers et fins graviers, les vases pures, le faciès rocheux (**Figure 3**), (Grimes, 2010)

L'importance et la répartition de ces faciès n'est pas identique en tout point de la baie ; ainsi deux régions apparaissent : la région Est ou orientale et la région Ouest ou occidentale. Chaque région présente des caractéristiques sédimentologiques propres, fait déjà signalé par Dagorne (**1973**).



**Figure 3:** Carte sédimentaire de la baie de Bou-Ismaïl. (PAC, 2004).

Les vases pures et les graviers envasés sont les faciès dominants de la baie de Bou-Ismaïl. Les vases sont très développées dans la région Ouest et forment ainsi une importante vaseière littorale, tandis que les graviers envasés le sont dans la région Est. Le faciès des sables grossiers et des fins graviers sont répartis en petites quantités de l'Est à l'Ouest de la région, les sables graveleux se limitent au secteur oriental.

Notre zone d'étude est caractérisée par un faciès sédimentaire de type ; sables fins près de la côte et vase sableuse, vases pures en allant vers le large.

### 1.2.2. Réseau hydrographique :

La baie de Bou Ismaïl est le réceptacle des trois Oueds à régime irréguliers : (Figure 4)

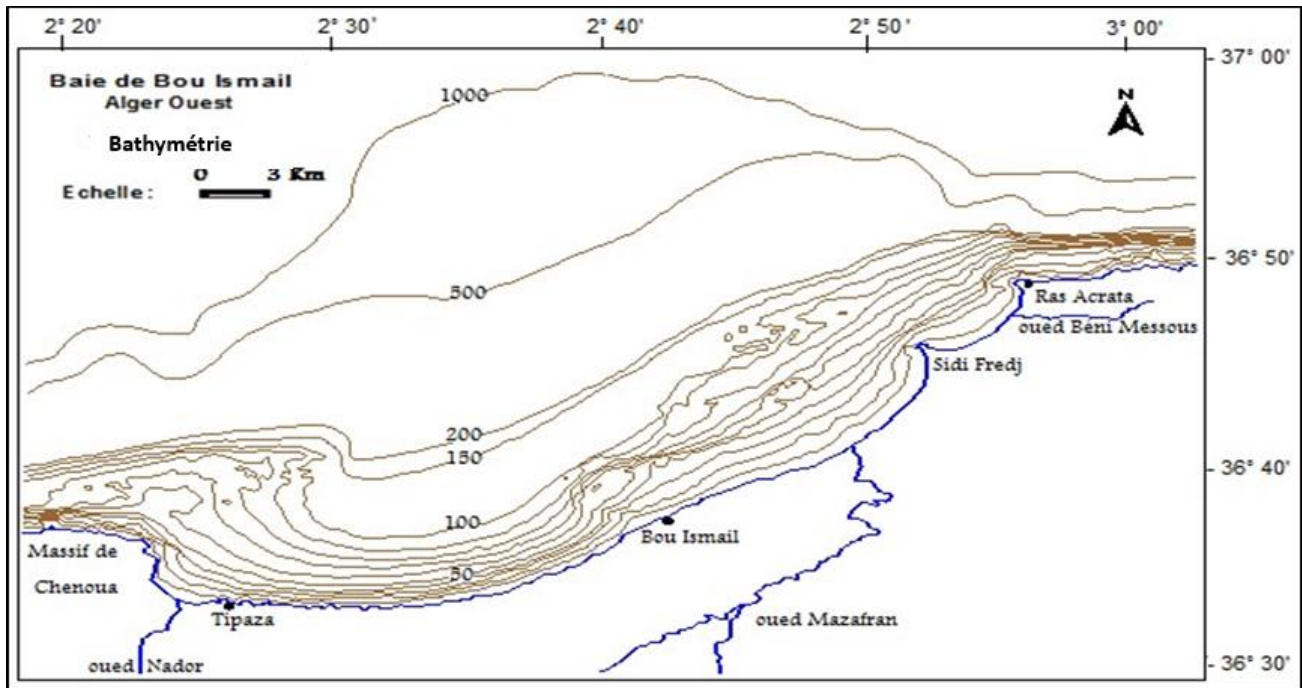
**A- Oued Nador :** Il est formé par la réunion des oueds Bou Yersen, Bou Ardoun, Meurad et Bou R'kika; s'offrant ainsi un bassin versant de **25000** ha. Son bilan des écoulements annuels moyens est de **28** millions mètre cubes. (Benzohra, 1993 in Bouhouali et Guerra 2016)

**B- Oued Mazafran:** Il est le récepteur de trois oueds secondaires (Oued Djer, Oued Chiffa et Oued Bou Roumi). C'est le plus important cours d'eau de la région. Son bassin versant s'étend sur près de **185000** ha et charrie en moyenne **389** millions de mètres cubes. (Benzohra, 1993 in Bouhouali et Guerra 2016).

**C- Oued Béni Messous :** C'est un oued secondaire qui prend naissance dans les hauteurs de Bouzaréah. Il collecte les eaux près de la Commune de Cheraga au Nord et la Tribu au nord/est, il reçoit un grand nombre d'affluents. Son bassin versant compte une superficie de **33Km<sup>2</sup>**. Il débouche dans la plage des Dunes à **2km** à l'Ouest d'El Djamila. (A.N.R.H, 2003 in Bouhouali et Guerra 2016).

### 1.2.3. Bathymétrie :

Le plateau continental de la baie de Bou-Ismaïl est d'une manière générale, est large, atteint un maximum de **13Km** au niveau du Mont Chenoua et un minimum de **3Km** au Cap Caxine. Il est caractérisé par une pente de l'ordre de **2% à 3%** avec une ligne d'inflexion nette autour de l'isobathe **100 m**, cette pente est perturbée par quelques époinçements rocheux localisés au large du Mazafran et de Bou-Ismaïl (**Figure 4**). (**Leclaire, 1972, in Bouhouali et Guerra, 2016**)



(O.N.M., 2003)

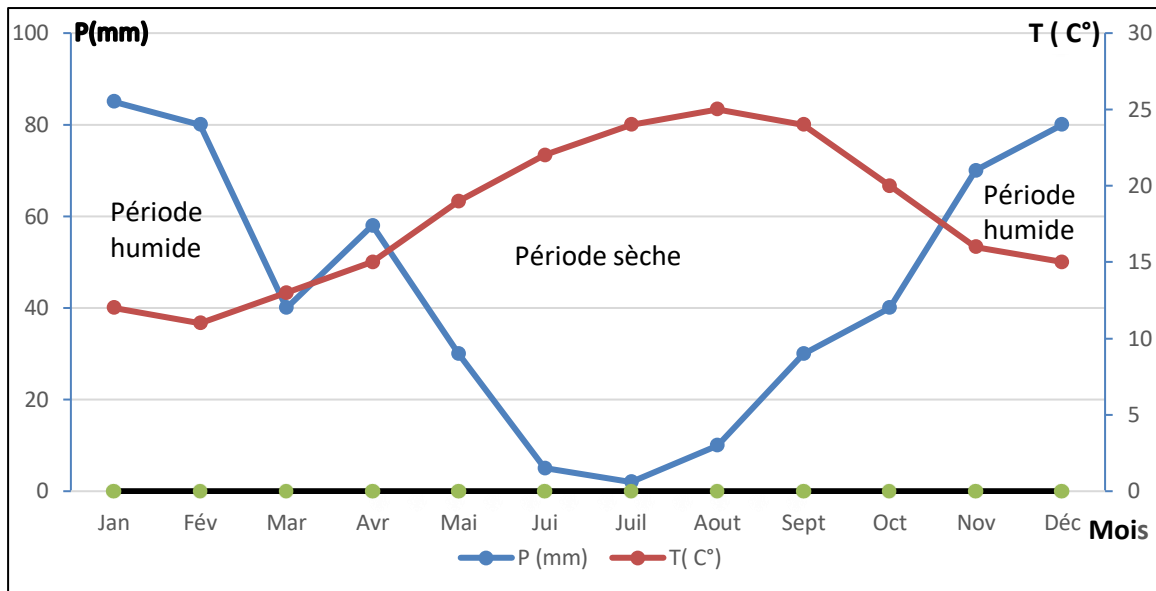
**Figure 4:** Bathymétrie de la baie de Bou-Ismaïl (Leclaire, 1972 in Bouhouali et Guerra, 2016).

### 1.3. Données climatiques :

Les données météorologiques et climatiques présentent une grande importance pour les travaux maritimes. Certains mouvements de la mer, notamment les houles, dépendent exclusivement des vents, car ils sont générateurs des vagues et des courants superficiels. Leurs impacts augmentent avec leurs vitesses (**Moulin et al. 1978**).

#### 1.3.1. Température de l'air et Précipitations

A partir des données de l'Office National de la Météorologie (O.N.M) **2003** de Dar El Beida, nous avons établi une courbe des moyennes des précipitations et des températures de **1993-2003** (**Figure 5**), la région d'Alger est caractérisée par un climat de type méditerranéen avec des étés chauds et secs et des hivers tempérés doux et humides (**Bachouche, 2010**).



**Figure 5:** Diagramme ombrothermique de 1993–2003 (ONM.2003 in Bachouche, 2010).

### 1.3.1.1. Températures de l'air :

D'après la (Figure 5), on observe que les moyennes mensuelles des températures de l'air varient entre **11.7 C°** et **26.3 C°**. La courbe des données relatives aux températures montre que le mois le plus chaud est le mois d'août avec une moyenne de **26.30 C°** et le mois le plus froid est le mois de janvier avec une moyenne de **11,7 C°** (Bachouche, 2010).

### 1.3.1.2. Précipitations :

La baie de Bou-Ismaïl est une région à pluviométrie relativement élevée. La période pluvieuse s'étale du mois de septembre jusqu'au mois de mai avec une moyenne maximale de **104.57mm** au mois de décembre. Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations exprimées en millimètre mettent en évidence deux saisons (Figure 5) :

- Une saison humide avec **560.01 mm** qui s'étale du mois de septembre au mois de mai, avec une moyenne mensuelle enregistrée de **31.40mm**. Cette moyenne s'élève progressivement jusqu'au mois de décembre où elle atteint le maximum de **104.54mm**. Elle diminue par la suite graduellement jusqu'au mois de mai avec une moyenne mensuelle de **31.36mm**.

Une saison sèche avec **21.36 mm** relativement plus courte que la précédente qui s'étale du mois de Juin avec une moyenne mensuelle de **6.47 mm**, au mois d'août, avec une moyenne mensuelle de **13.18mm**. Au mois de juillet, les précipitations se font très rares avec une moyenne de **1.73mm** (Bachouche, 2010).

### 1.3.2. Les vents :

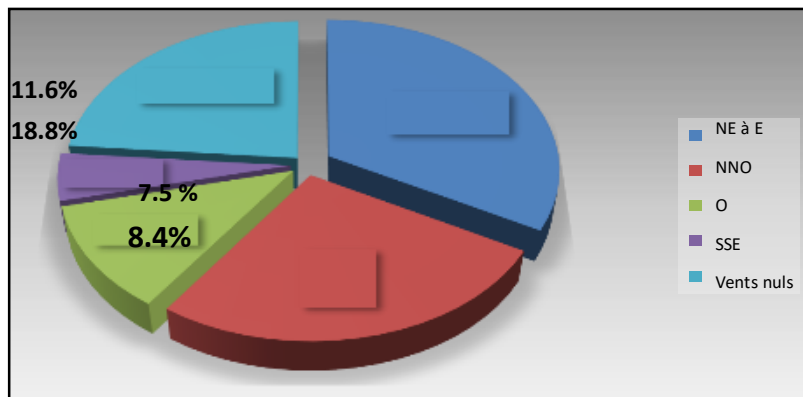
Les vents sont générateurs de vagues et de courants, leur impact croît avec leur vitesse, lorsque l'action des vents est continue, elle génère des houles.

L'analyse du régime des vents est effectuée à partir de **2** sources de données météorologiques :

- ✓ La station de Bou-Ismaïl pour la période (1956-1960);
- ✓ Les observations faites au large des côtes algériennes entre **37°** et **40°** de latitude Nord et **0°** et **5°** de longitude Est, par l'US Naval Werther Service SSMO (Summary of

SynopticMétéorologicalObservation)(in **Hamdous et Belaidi,2016**) pour la période (1914-1970).

**A) Observation des vents locaux** (donnée de la station météorologique de Bou-Ismaïl de 1956 à 1960):



**Figure 6:** Répartition annuelle des vents (%) dans la baie de Bou Ismaïl (Hamdous et Belaidi, 2016).

Selon le diagramme (**Figure 6**) de répartition annuelle des vents ci-dessus, on remarque que pour les cinq années d'observations les vents des secteurs **Nord-Nord-Ouest et Nord-Est** prédominent par rapport aux autres secteurs.

**B) Observations des vents au large** (données de S.S.M.O de1914 à 1970) : Les résultats des observations du vent effectué au large des côtes algériennes, montrent que:

- Pendant le 4<sup>ème</sup> et le 1<sup>er</sup> trimestre, les vents des secteurs Ouest et Nord-Ouest sont dominants et qu'une grande partie de ces vents présentent une vitesse supérieure à 8 m/sec
- Pour les 2<sup>èmes</sup> et 3<sup>èmes</sup> trimestres, on n'observe que les vents d'Est et N. Est dominer, mais la majorité de ceux-ci sont des vents faibles (**Hamdous et Belaidi2016**).

#### 1.4. Données océanographiques :

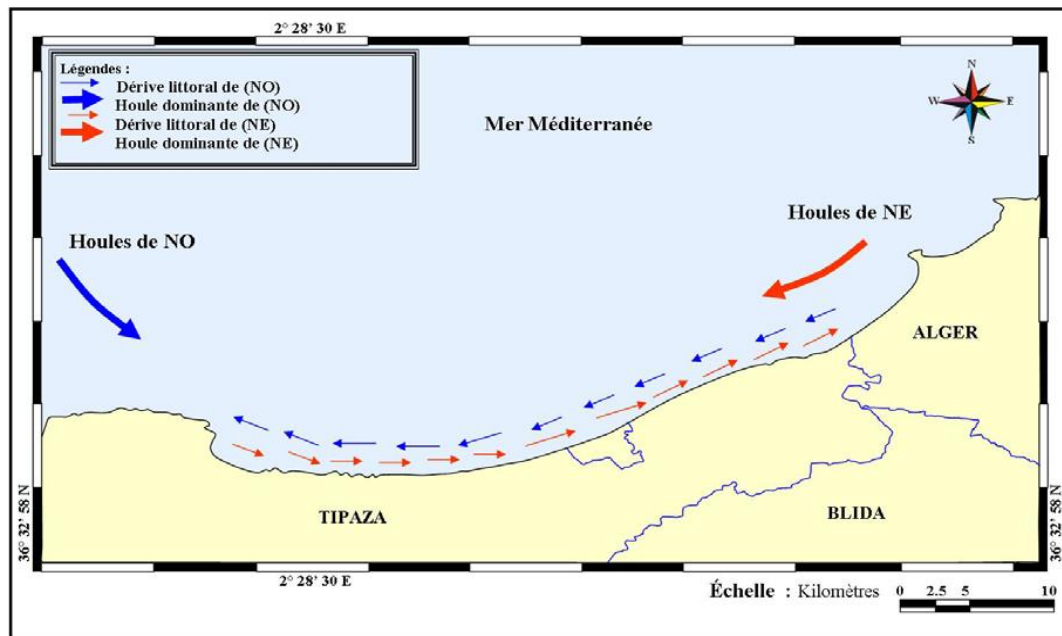
##### 1.4.1. Les houles :

Etant le facteur le plus important dans la dynamique sédimentaire des petits fonds, sa direction de propagation est liée à celle du vent et de la profondeur, tant que la profondeur est plus grande que la longueur d'onde de la houle.

- **Les houles hivernales** : de direction Ouest et Nord-Ouest. Elles engendrent des courants de retour dès leurs arrivées perpendiculairement à la côte, ces courants entraînent le transport d'un sédiment fin (**Kadari-Meziane, 1994**).
- **Les houles estivales** : sont de direction Nord-Est, et entraînent une dérive littorale de l'Est vers le Sud- Ouest, dès leurs arrivées tangentiellment à la côte avec transfert des sédiments qui engraisent le rivage (**Braik, 1998**).

La dynamique sédimentaire dans la baie de Bou-Ismaïl est régie essentiellement par:

- La dérive littorale due aux houles du Nord-Ouest.
- La dérive littorale due aux houles du Nord Est (**Figure 7**).



**Figure 7:** Transit sédimentaire dans la baie de Bou-Ismaïl (LEM, 2005 in Bouhouali et Guerra, 2016).

#### 1.4.2. Les courants généraux :

Les courants jouent un rôle très important dans le transport sédimentaire et participent dans l'évolution de la morphologie côtière. Par conséquent, ils peuvent donner naissance aussi bien à des accrétions (ensablement) qu'à des déficits sédimentaires.

La circulation d'un courant le long des côtes africaines est appelée « courant algérien ». Il est défini comme une veine d'eau de surface près du méridien  $0^{\circ}$ , avec les caractéristiques suivantes : une largeur de l'ordre **50 Km**, une profondeur maximum de l'ordre de **150 m** et une vitesse maximale supérieure à **50 cm/s**. (Benzohra, 1993 in Bouhouali et Guerra 2016).

#### 1.4.3. Les marées :

Le long des côtes algériennes, l'amplitude moyenne des marées astronomiques est de l'ordre de **35cm**. Les variations du plan d'eau sont soumises plus à l'effet des vents (phénomène de seiche) qu'à l'attraction luni-solaire. Les variations journalières observées sur les côtes algériennes sont inférieures à dix **10 cm**. La différence entre valeur maximale et valeur minimale de la marée ne dépasse pas **50cm** (LEM, 1996).

#### 1.5. Principales sources de pollution dans la baie de Bou-Ismaïl :

La baie de Bou-Ismaïl est une zone à vocation touristique caractérisée par une agriculture bien développée et plus fertile, sa frange côtière est soumise principalement aux rejets domestiques des villes et des complexes touristiques (**Tableau 1**) surtout en période estivale. Ainsi les rejets d'eaux usées véhiculées par les oueds qui traversent les centres urbains, drainant les eaux de ruissellement des terres agricoles, des effluents urbains et industriels (**Bouhouali et Guerra 2016**).

**Tableau1:**Débit des rejets d’eaux usées dans la baie de Bou-Ismaïl (Ministère de l’Aménagement de territoire et de l’Environnement, 2006 (Zerrouki 2014 in Bouhouali et Gerra2016).

Commune	Nombre de rejets	Débit (m <sup>3</sup> /j)	Lieu de rejet
Bou-Ismaïl	9	4000	Mer
Bou-Haroun	4	320	Mer
Khemisti	6	400	Oued Khemisti et mer
Fouka	5	3600	Mer
Douaouda	5	1600	Oued Mazafran et mer
Tipaza	8	7140	Mer

## 2. Généralités sur quelques types d’aménagements côtiers :

La connaissance des ouvrages et aménagement situés sur le littoral est indispensable à la compréhension des dynamiques côtières et, par conséquent, à l’élaboration de stratégies de gestion du trait de côte.

Il existe plusieurs systèmes d'ouvrages susceptibles d'être utilisés dans le cadre de la défense du littoral :

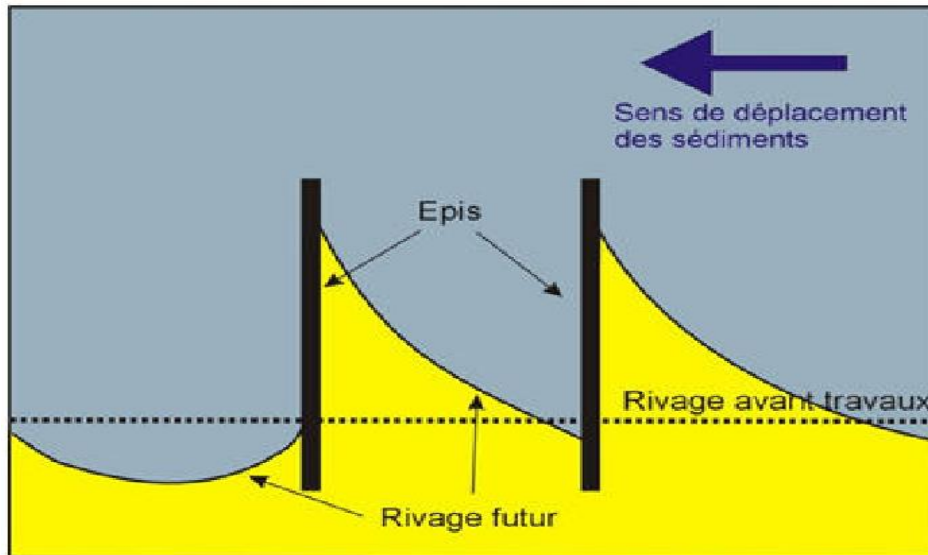
- Les ouvrages transversaux qui limitent ou arrêtent le transit littoral. Les épis courts qui agissent sur le transport par jet de rive sont utilisés pour les plages à galets. Les épis longs qui descendent jusqu'à la barre de déferlement, agissent également sur le transit par courant littoral. Ils sont utilisés sur les plages sableuses. Ces ouvrages n'ont pratiquement pas d'action sur les mouvements dans le profil.
- Les ouvrages longitudinaux formés de batteries de brise-lames qui, en limitant l'énergie de la houle dans la zone de déferlement, modifient les conditions d'érosion et permettent la création de tombolos.
- Les ouvrages longitudinaux de haut de plage, fréquent en mers à marée, permettent de fixer le trait de côte et de protéger l'arrière côte. Ils peuvent cependant engendrer des effets secondaires en augmentant la réflexion des lames.
- Enfin, il faut y ajouter les méthodes d'entretien du rivage, de la dune, de rechargement des plages ou de rétablissement du transit littoral (by pass) (**Jean Bougis,2000**).

Ci-dessous, quelques généralités concernant les principaux aménagements côtiers recensés dans la zone d'étude : Il s'agit principalement d'épis, de brise-lames, de ports, de fronts de mer et de plages artificielles.

### 2.1. Epis :

Les épis sont des ouvrages de défense transversaux enracinés au trait de côte (**Figure 8**). Ils constituent des obstacles, pour la dérive littorale qui se trouve freinée, généralement perpendiculaire au rivage, parfois oblique dont l'incidence des houles dominantes est forte (**Paskoff, 1993**). Ils ont pour rôle de piéger des sédiments en transit sédimentaire, réduire les

pertes de sédiments, élargir la plage du côté protégé et protéger la côte contre l'érosion en retenant les sédiments.



**Figure 8:** Fonctionnement et impact d'un épi sur le littoral.

**Tableau 2:** Impacts des épis (Bouhouali et Guerra, 2016).

<b>Impacts des épis</b>	
<b>Avantages</b>	L'épi bloque le transit du sable, engraisse la plage et met ainsi le trait de côte en arrière qui est ainsi plus souvent éloigné du déferlement des vagues.
<b>Inconvénients</b>	Les épis ont cependant des effets induits : en bloquant les sables à l'amont de l'ouvrage, ils provoquent inévitablement une érosion à l'aval, d'autant que l'épi provoque une diffraction de la houle et aggrave alors l'impact des vagues en arrière.

## 2.2. Les brise-lames :

Les brise-lames sont des ouvrages longitudinaux mis en place sur les petits fonds, donc en avant côte, et disposés plus ou moins parallèlement à son tracé (**Figure 9**) (**Paskoff, 1993**). Leur rôle est de casser les vagues avant qu'elles n'atteignent l'estran qui ne subit plus l'impact direct du déferlement lors des tempêtes, en permettant à la plage de s'allonger tout en empêchant les sables de se diriger vers le large et limiter l'érosion.

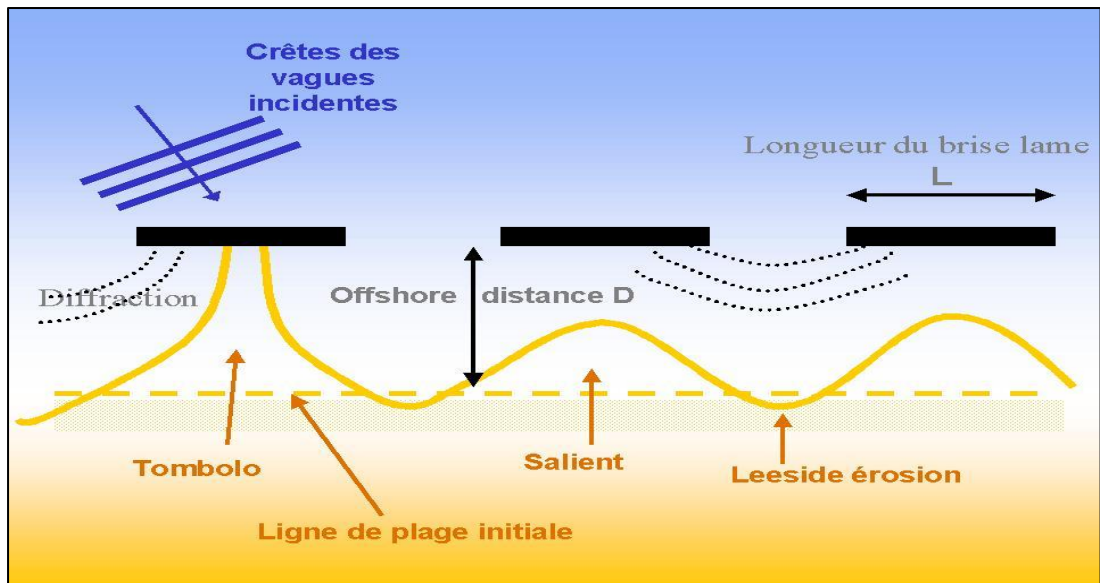


Figure 9: Fonctionnement des brise-lames.

Tableau 3: Impacts des brise-lames.

Impacts des brise-lames	
<b>Avantages</b>	<p>Offrir une plus grande protection de la plage, en créant des zones d'eau relativement calmes où le dépôt des substances fines en suspension est facilité.</p> <p>L'engraissement du trait de côte est favorisée peut aboutir à la formation d'un tombolo.</p>
<b>Inconvénients</b>	<p>L'inconvénient des brise-lames est qu'ils accroissent la sédimentation dans la zone amont qu'ils créent, et provoquent dans le secteur immédiatement adjacent à l'aval, dans le sens de la dérive littorale dominante, un déficit en matériaux qui induit ou accentue des phénomènes d'érosion <b>Paskoff, 1993</b>). Comme ils favorisent un recul du rivage entre deux ouvrages voisins, contre lesquels il faudra lutter si des aménagements sont menacés.</p> <p>L'agitation est réduite du côté de la plage et le renouvellement des eaux n'est pas favorisé ce qui peut impliquer des répercussions négatives du point de vue sanitaire.</p> <p>Des phénomènes importants de réflexion peuvent être constatés sur la base extérieure de l'ouvrage, ce qui peut provoquer son affouillement, voire son écroulement.</p>

### 2.3. Les ports :

Un port est un lieu aménagé sur le littoral maritime, destiné à accueillir et abriter des bateaux et navires.

Un port sera protégé par une ou plusieurs digues ou môles. Il pourra être composé de plusieurs darses, bassins, de cales sèches ou flottantes. Le port lui-même est aménagé avec des jetées, des quais et doit être relié à d'autres moyens de transport (routier, ferroviaire...).

Un port peut remplir plusieurs fonctions :

### a. Sur le plan économique :

Au point de vue économique, un port est un établissement destiné à la réception des navires en vue d'assurer la continuité des transports entre les voies terrestres et maritimes.

### b. Sur le plan physique :

Le port doit permettre aux navires de stationner à l'abri de la houle et du vent pour :

- Effectuer leur opération du transit (chargement, déchargement, embarquement, débarquement.) ;
- Effectuer leur avitaillement (eau, combustibles) ;
- Assurer leur entretien et leur réparation (**Bouhouali et Guerra 2016**).

**Tableau4:** Impacts des ports (Bouhouali et Guerra, 2016).

<b>Impacts des ports</b>	
<b>Avantages</b>	<p>L'installation portuaire peut influencer positivement sur le plan socioéconomique par :</p> <p>Le développement du tourisme et la mise en valeur de la région (hôtels, restaurants). Evolution de l'urbanisation du site. L'exploitation halieutique et les activités de pêche de la région (port de Bou Haroun et de Tipaza). Développement des activités de plaisance et de loisir (port de Sidi Fredj).</p>
<b>Inconvénients</b>	<p>Les infrastructures portuaires et les équipements accompagnateurs du port vont opérer un grand changement au niveau du site qui se traduit par :</p> <p>La perturbation de la dynamique littorale, comme il empêche de maintenir en place d'autres activités économiques. Suppression des petites plages aux profits des terre-pleins. La dégradation de certains biotopes par l'augmentation de la fréquentation humaine (période estivale). Disparition des peuplements animaux et végétaux sur le site d'implantation. La pollution des eaux par la diffusion des polluants à l'extérieur du port, entraînant une perturbation des peuplements marins. Pollution chimique dû à la navigation et à l'entretien des embarcations. Modification du paysage et dénaturalisation du site.</p>

### 2.4. Les fronts de mer :

Les aménagements de front de mer (routes littorales, boulevards front de mer, parkings, promenades, postes de secours...) sont des structures généralement rigides et placées le long des côtes permettent de protéger des infrastructures comme les villes, les routes, les autoroutes, les voies ferrées et les installations industrielles, contre les assauts de la mer (**Bouhouali et Guerra 2016**).

**Tableau 5:** Impacts des fronts de mer (Bouhouali et Guerra, 2016).

<b>Impacts des fronts de mer</b>	
<b>Avantages</b>	Protéger les infrastructures contre les assauts de la mer.
<b>Inconvénients</b>	Ces ouvrages côtiers ont des effets néfastes lorsqu'ils sont implantés trop près du rivage, ils peuvent augmenter la réflexion des ondes incidentes. Par conséquent, ces structures sont soumises à un phénomène d'érosion complexe et, si ce problème n'est pas traité de manière adéquate, la structure sera déstabilisée et cela aura un impact sur le transit littoral.

## 2.5. Plages artificielles :

Le rechargement de l'estran par un apport artificiel de sables permet de reconstituer une plage en régression ou même de créer une nouvelle plage.

L'engraissement artificiel est réalisé par le déversement de sédiments, en quantités importantes, provenant de carrières de prélèvement situées en mer ou sur terre. Il permet de stabiliser ou d'agrandir une plage en compensant le déficit des apports naturels.

Les plages artificielles peuvent être classées en trois grandes catégories :

**Les plages semi-artificielles :** Ce sont des plages naturelles modifiées par la création d'ouvrages destinés à augmenter les dépôts de sédiments en certains endroits.

**Les plages artificielles à éléments meubles naturels :** Ce sont des plages créées de toute pièce avec des sédiments naturels provenant de sablières ou d'autres plages et maintenus en place par des ouvrages.

**Les plages artificielles à éléments meubles artificiels :** Ce sont des plages créées de toute pièce avec des sédiments obtenus par concassage de roches de dureté moyenne et maintenus en place par des ouvrages (Bouhouali et Guerra 2016).

**Tableau 6 :** Impacts des plages artificielles (Bouhouali et Guerra, 2016).

<b>Impacts des plages artificielles</b>	
<b>Avantages</b>	-Plages disponibles pour les activités touristiques et économiques. -La plage étant, par définition, le meilleur ouvrage pour protéger le littoral contre l'érosion.
<b>Inconvénients</b>	-Coûts d'investissement et d'entretien importants. -Renouveler périodiquement les rechargements. -Nécessité d'une bonne connaissance du fonctionnement hydro-sédimentaire du site, aussi bien en termes de transit moyen que de transit de pointe (tempête).

## **Chapitre II :**

### **Les aménagements côtiers : fonctionnement par secteur d'étude**

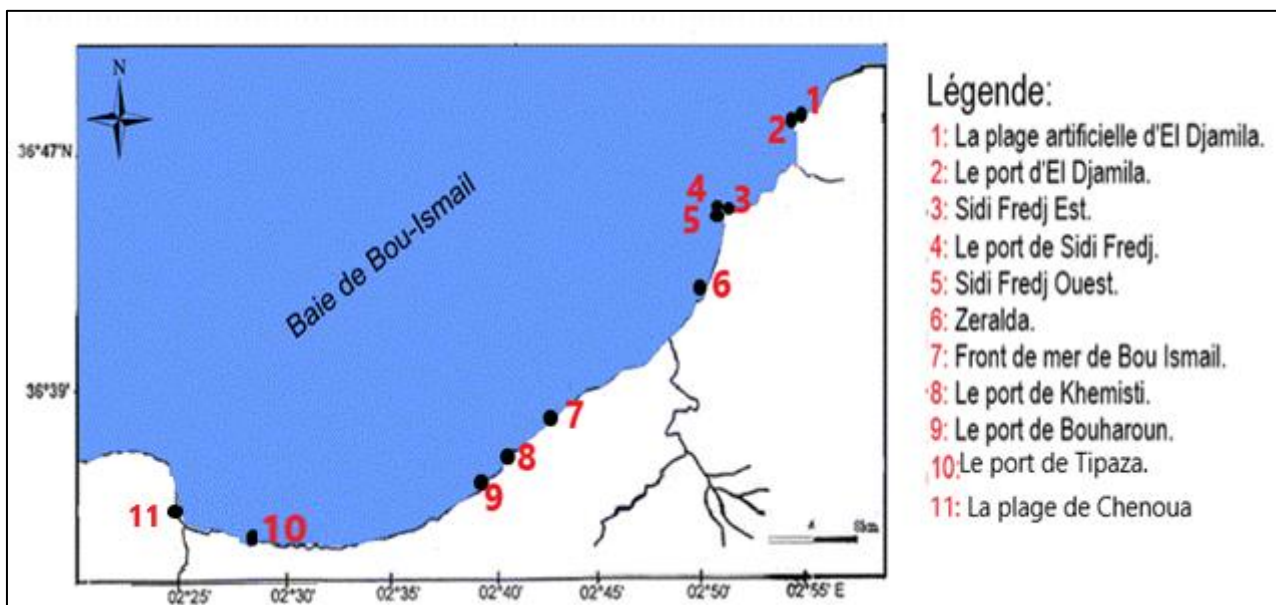
## II. Les aménagements côtiers : fonctionnement par secteur d'études :

### 1. Diagnostic sur terrain :

A cause de la crise sanitaire exceptionnelle (liée à la propagation du Virus Covid-19) que traverse notre pays ainsi que le monde entier et vu les nouvelles restrictions imposées, toutes les sorties sur terrain ont été annulées.

Cependant, des visites individuelles et ponctuelles ont été réalisées afin de prendre connaissance du site et des aménagements sur place. La recherche bibliographique a donc été doublement renforcée afin d'enrichir les connaissances et mieux cerner les particularités des sites d'étude.

Les sites choisis pour la présente étude sont indiqués sur la carte ci-dessous :



**Figure 10:** Les secteurs choisis pour l'étude.

## 2. Quelques illustrations :

### A) Port El Djamila :



**Figure 11 :** Port El Djamila.

### B) Sidi Fredj :



**Figure 12:** Port de Sidi Fredj.

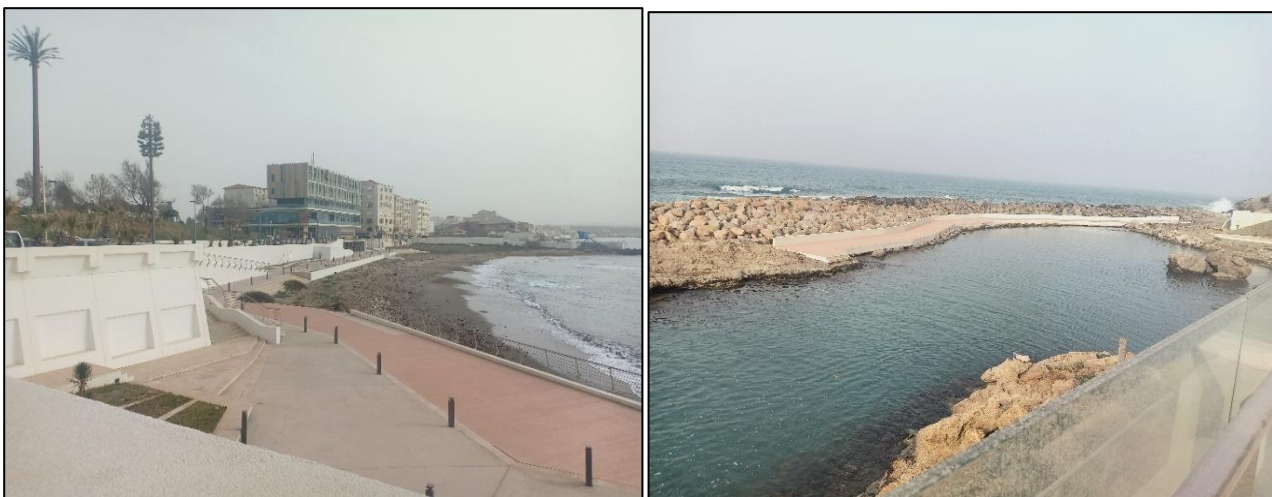
**Figure 13:** La passe d'entrée du port.



**Figure 14** : Plage El Riadh.



**Figure 15** : Complexe touristique de Sidi Fredj.



**Figure 16**: Le complexe de Thalassothérapie.

**C) Front de mer de Bou Ismail :**



**Figure 17:** Front de mer de Bou Ismail.

**D) Port de Bouharoun :**



**Figure 18:**Port de Bouharoun.

**E) Port de Khemisti :**



**Figure 19 :** Port de Khemisti.

## F) Chenoua :



Figure 20: Le complexe de Chenoua.



Figure 21 : La plage de Chenoua.

### 3. Fonctionnement des aménagements côtiers par secteur d'étude :

La baie de Bou-Ismaïl renferme cinq ports de pêche et de plaisance : port de Tipaza, port de Bou Haroun, port de Khemisti, port de Sidi Fredj et le port d'El Djamilia ainsi que quelque port présidentiel de Zéralda.

On recense aussi des ouvrages de défense contre la mer à Bousmaïl (fronts de mer), Azur, Palm Beach et à Sidi Fredj, des complexes touristiques (à Sidi Fredj, Zéralda et Chenoua) ainsi que des stations de dessalement (station d'Azur, Fouka, Bousmaïl...) et d'épuration (Staoueli, Zéralda, Chenoua...).

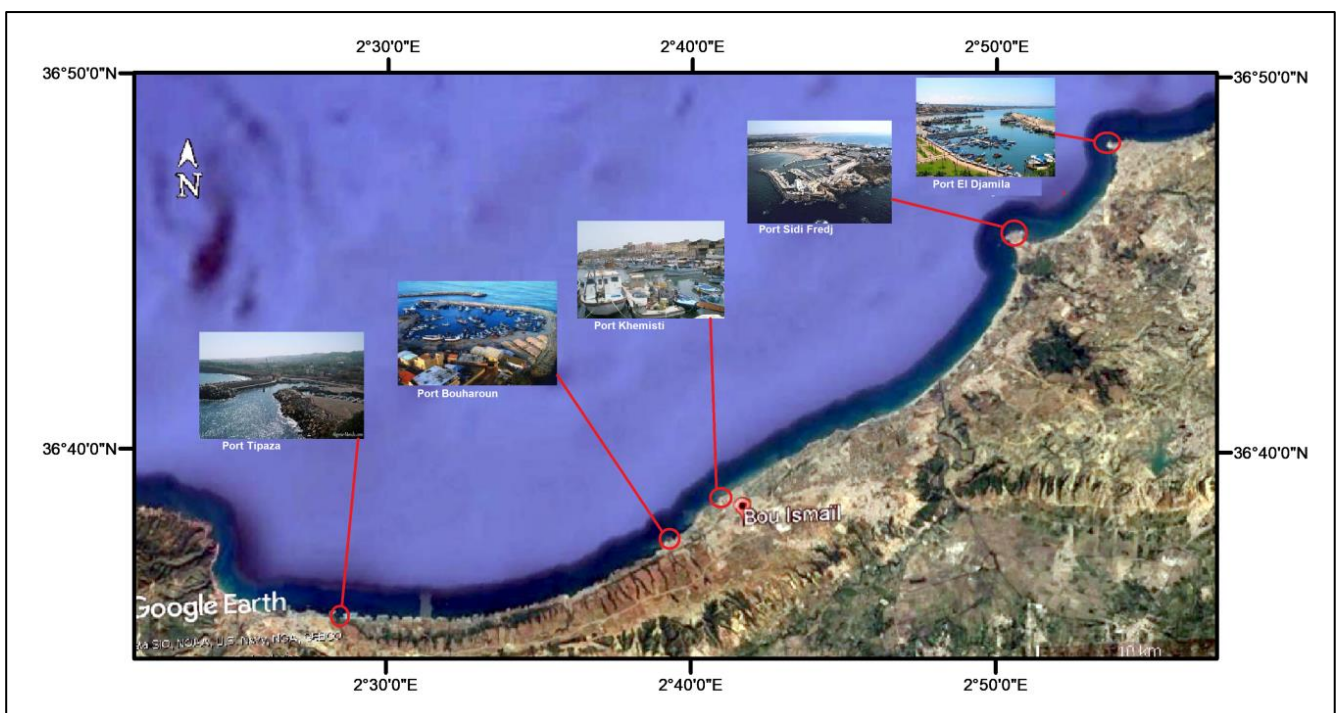
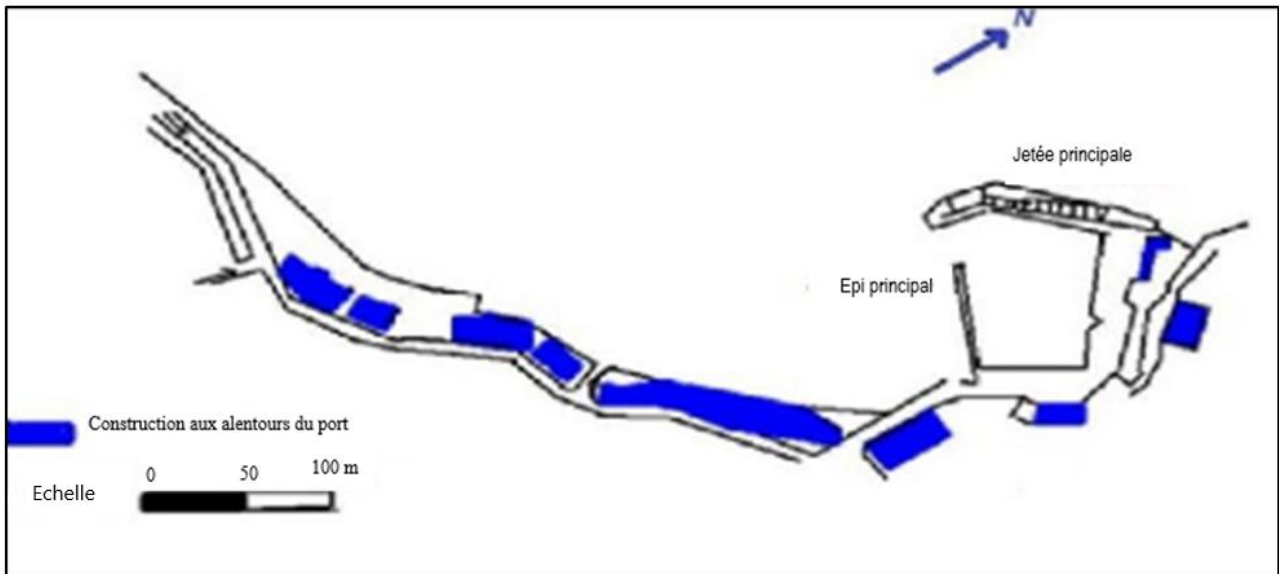


Figure 22: Les ports de la baie de Bou Ismaïl et d'El Djamilia (Google Earth2020, modifié).

### 3.1.Port d'El Djamila :

Dans la zone d'El Djamila on trouve comme infrastructure littorale le port d'El Djamila (ex-La Madrague) avec l'ouvrage de protection et la plage artificielle.

Le port d'El Djamila est un port de pêche et de plaisance qui date de la période coloniale (**Figure 23**).

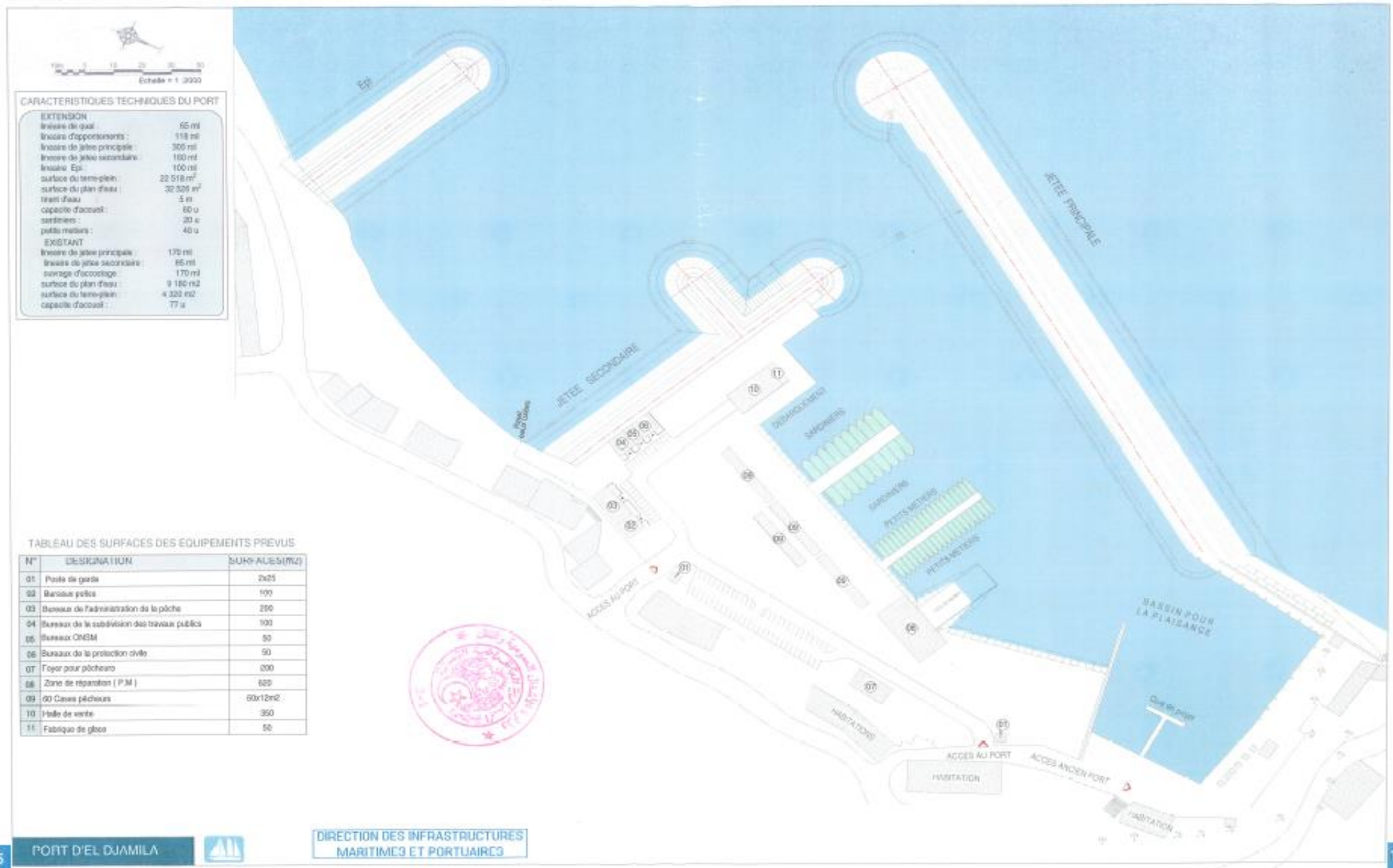


**Figure 23:** Plan de l'ancien port d'El Djamila (Abdi et Khelifi ,2003).

Le port d'El Djamila connaît un ensablement dû aux apports en sédiments remaniés par les houles du secteur Ouest, créant des courants de houles coulant parallèlement à la côte, les sédiments se dirigent de l'Ouest vers l'Est, ces courants constituent le sens du transport dominant dans cette zone.

Inversement à ce sens, un courant littoral plus faible engendré par les houles du secteur Nord-ouest et Nord Nord-Ouest, entraîne une faible quantité du sédiment vers l'Ouest. Cela a engendré une forte érosion et presque fait disparaître toute la plage située au voisinage du port qui est par la suite alimentée et rechargée par des matériaux constitués de sable éolien ramené de la zone de Zemmouri et d'autres matériaux tels que les gravillons de carrière formant alors la plage artificielle protégée par l'épi de protection.





DIRECTION DES INFRASTRUCTURES MARITIMES ET PORTUAIRES

Figure 24 : Plan de masse actuel du port d'El Djamila (MTP 2020).

Le nouvel aménagement du port retenu (**Figure 24**) par le L.E.M en **1995** a permis la réalisation de quelques constructions utiles pour le développement de la pêche et de la plaisance dans la région (les travaux de chantier ont débuté en **2004**).

Ce projet est sous la direction de la DTP (LA direction des travaux publics) d'Alger et les sociétés réalisatrices sont GTRAM et le group HADAD (ETRHB).

Cet aménagement a permis la construction de :

- Une jetée principale nord de **300 ml**.
- Une jetée secondaire de **160 ml**.
- Une passe d'entrée de **30 m** du côté ouest.
- Deux appontements dont un pour les Sardiniers avec **20** postes d'accostages et l'autre pour les petits métiers avec **36** postes d'accostages.
- Un quai de **90 ml** de longueur colle à la jetée secondaire et qui servira l'avitaillement et le débarquement.
- Une cale de Halage pour la mise à sec des embarcations de plaisance (elle manque de machine d'élévation)
- Un terre-plein de **17500m<sup>2</sup>**.
- Un linéaire de quais existants de **230 m** environ pour la plaisance.
- La station d'avitaillement est prévue dans le plan de masse définitif pour l'aménagement.



**Figure 25** : Image Satellitaire des structures actuelles du port (Google Earth, 2020).

### 3.1.1. Composantes actuelles du port :

- **La Jetée Principale :**

Tout d'abord pour une meilleure protection du port ; une jetée nord de **300m** de longueur a été construite.

- a) La partie courante :**

Composée d'un talus extérieur en BCR **14t** arasé à **(+6,90)** m et un talus intérieur (les derniers **80m**) d'une carapace en enrochement **(2-5t)**,

Le reste de l'ouvrage et du talus intérieur est composé d'une carapace en enrochements **(1-3t)**.

- b) La partie musoir :**

Le talus extérieur est en BCR de **22t** avec une carapace arasée à **(+7,50)** et le talus intérieur est en BCR **22t** également.

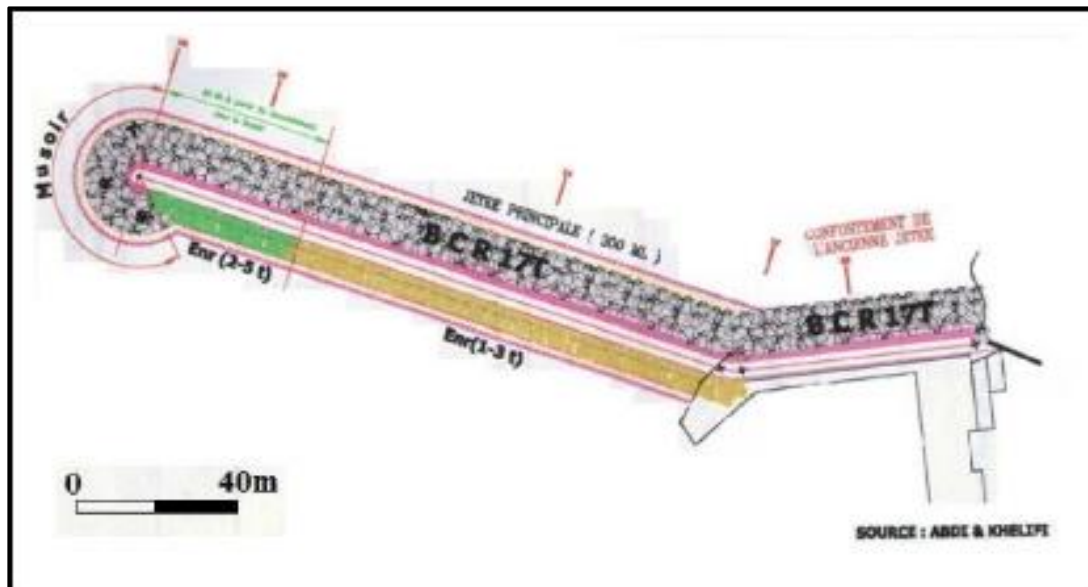


Figure 26: Vue en plan de la Jetée Principale. (Abdi et Khelifi,2003).

- **La Jetée Secondaire :**

Une jetée ouest (secondaire) d'une longueur de **160m** a été construite.

- a) La partie courante :**

Les talus extérieur et intérieur sont en enrochement **(3-6t)** arasée à **4,8m**.

- b) La partie musoir :**

Les talus extérieur et intérieur sont en enrochement **(3-6t)** arasée a **+4,80m**.

### 3.1.2. Les plages riveraines du port :

- a) Plage artificielle :**

L'aménagement d'une plage artificielle est venu en réponse à la modification qu'a subi la zone d'El Djamilia en y aménageant le port (LEM ,2009 in Rabehi et Rahal2011).

La plage artificielle est bordée d'une promenade protégée par une digue à talus. Entre la promenade et la plage se trouve une série de marches constituant un solarium servant d'accès à la plage.

Cette plage a une largeur moyenne de **70m**, est bordée d'une promenade. Elle est composée :

- D'une couche de sable (**D50=0,30m**)

- D'une couche de cailloux ( $20\text{mm} < D < 200\text{mm}$ ) arasée à  $(-1,50\text{m})$  (épaisseur variable).
- D'une couche de géotextile type BIDIMF60 ou similaire afin d'empêcher le départ des éléments fins à travers les enrochements, posée du côté intérieur du talus de la jetée de protection. (Rabehi et Rahal, 2011)

Pour la sécurité des estivants, des blocs en béton au lieu des enrochements de  $(0,5-2\text{T})$  et  $(1-3\text{T})$  sont mis en place sur une hauteur de  $3,00\text{m}$  et sur une longueur de  $50\text{m}$  de la jetée du côté intérieur. Ces blocs sont posés sur une couche de ballast  $(40-70\text{mm})$  et soutiennent à l'arrière le TVC  $(0-500\text{Kg})$ .

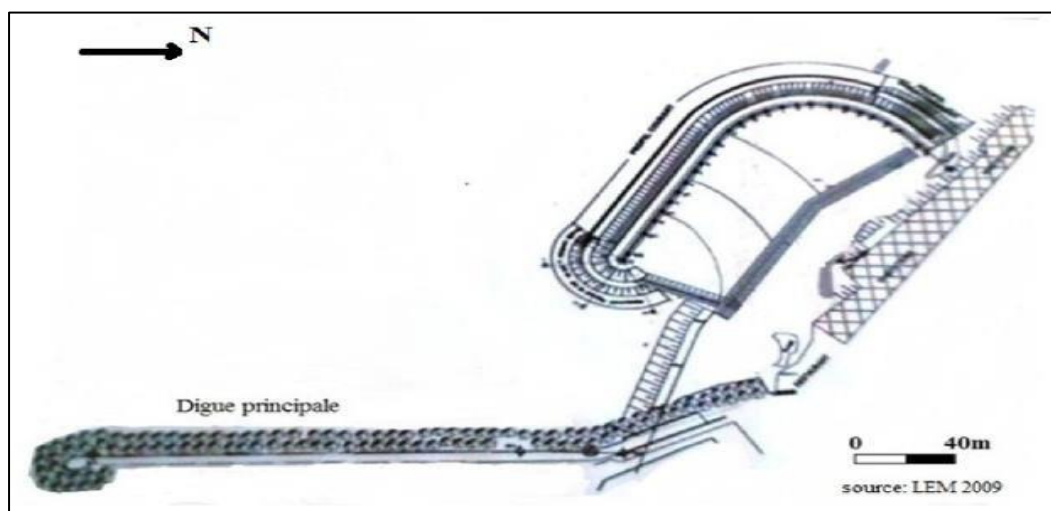


Figure 27: Plan de Plage artificielle (LEM, 2009).

La plage est protégée par un cordon immergé constitué d'enrochements de  $(0,5-1\text{T})$ , sa berme est de  $1,5\text{m}$  de largeur arasée à  $(-0,5\text{m})$  avec un talus intérieur de pente  $3/1$  et un talus extérieur de  $3/2$ .

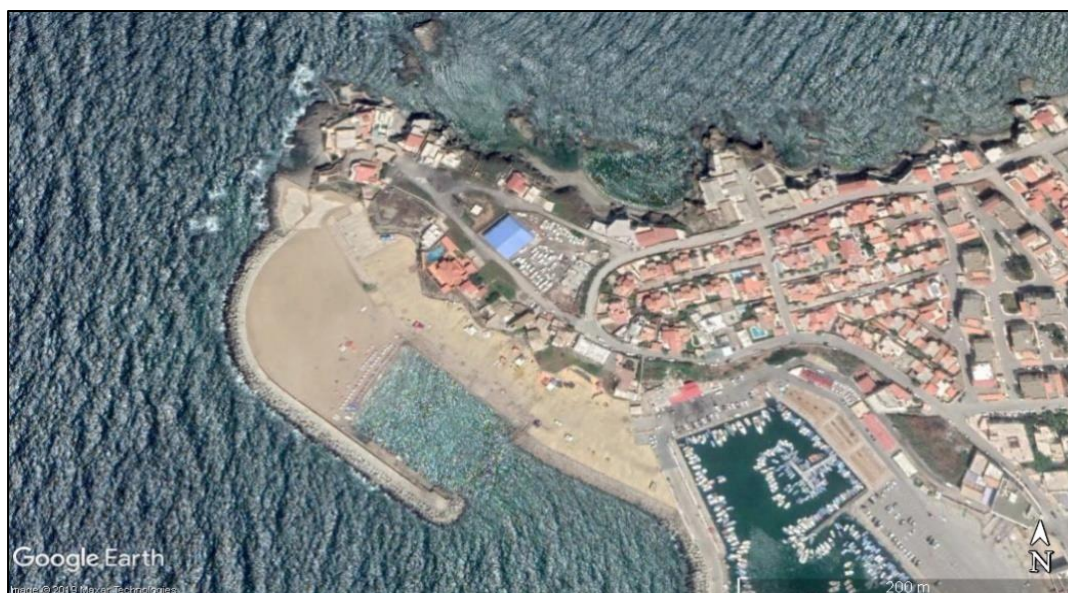


Figure 28 : Image Satellitaire de la localisation de la plage artificielle (Google Earth 2020).

### 3.1.3. Plage la Méditerranée (ex la Madrague):

Située à l'ouest du port d'El Djamila, c'est une plage sableuse qui s'étend actuellement à un linéaire de **150m** et d'une largeur moyenne de **13m**, elle est comprise entre la jetée secondaire du port, et l'épi de protection.

Appelée localement la Madrague, cette plage reçoit d'énormes affluents touristiques, surtout lors de la saison estivale, elle renforce ainsi l'aspect plaisancier du port.

Cette plage était auparavant plus large et s'étendait à plus de **500m** de linéaire, en effet, ces travaux ayant comme but l'élargissement du port au détriment de la plage méditerranéenne, ont causé le rétrécissement de cette dernière jusqu'à **150m** de linéaire côtier.



**Figure 29** : Le rétrécissement de la plage Méditerranée après les travaux d'aménagement du port (Google Earth 2002, 2020).

La plage méditerranéenne est constamment alimentée par les apports sédimentaires de l'Oued Béni Messous, ces apports qui sont acheminés par la dérive littorale, engendrée par les houles Ouest, la dynamique sédimentaire de cette plage tend vers l'accumulation, ou l'engraissement (Rabehi et Rahal, 2011).



**Figure 30**: L'accumulation sédimentaire dans la plage Méditerranéenne (Rabehi et Rahal, 2011 modifiée).

## 3.2.Sidi Fredj :

### 3.2.1. Le port de Sidi Fredj :

La presqu'île de Sidi-Fredj (anciennement Sidi-Ferruch), se situant à environ **25 km** à l'Ouest d'Alger. Du point de vue administratif, elle appartient à la commune de Staoueli, Daïra de Zéralda et Wilaya d'Alger.

Le port de Sidi Fredj, construit en **1969** par l'architecte français Fernand Pouillon, a été inauguré en **1971** et est destiné spécialement à la plaisance. Ce port est implanté dans une région historique témoin du débarquement des troupes françaises sur le territoire algérien en **1830**.

Le port est subdivisé en cinq (**5**) bassins aménagés pour permettre l'accostage des petits bateaux ou embarcations. (**Figure 32**) :

- **Bassin 1** : c'est le bassin le plus éloigné de l'entrée du port, et c'est lui qui accueille le déversement d'eaux usées par l'égout principal.
- **Bassin 2** : délimité par l'épi de la tour mauresque et l'épi de la station d'essence.
- **Bassin 3** : c'est le bassin de l'hivernage, délimité par la grande jetée.
- **Bassin 4** : délimité par l'appontement trois (**3**) à l'intérieur et la jetée sud à l'extérieur.
- **Bassin 5** : situé à la sortie du port et communique avec le large.

L'intérieur et l'extérieur du port sont séparés par un mur servant d'abri. Entre celui-ci et le quai, s'étend un terreplein comme voie de circulation.

**Tableau7:** superficie et profondeur des bassins du port.

<b>Bassin portuaire</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Profondeur (m)</b>
<b>1</b>	<b>8000</b>	<b>0.40 – 2.20</b>
<b>2</b>	<b>3000</b>	<b>1.75</b>
<b>3</b>	<b>5000</b>	<b>3 – 4.80</b>
<b>4</b>	<b>10000</b>	<b>1.40 – 2.60</b>
<b>5</b>	<b>9400</b>	<b>0.50 - 5</b>



**Figure 31:** la passe d'entrée du port de Sidi Fredj, 2020.



### 3.2.2. La partie Est de Sidi-Fredj :

Il s'agit de la partie orientale de la presqu'île de Sidi Fredj. Ce périmètre s'étend du port de plaisance de Sidi Fredj jusqu'à la plage de Moretti sur une distance de 3 Km environ et vers le large jusqu'à une profondeur de 20 à 30 m.



Figure 33: Sidi Fredj Est (Belkasmi, 2015).

La partie Est de la presqu'île de Sidi Fredj est caractérisée par la présence d'une station balnéaire importante constituée du port de plaisance qui s'intègre dans le complexe touristique et protégée par une série d'ouvrage de protection (Figure 33).

Les ouvrages de protection réalisés par le LEM en 1984, consistent en deux plages alvéolaires fermées par des épis en forme de « T » et de « L », composés par des ouvrages longitudinaux (brises lames) et des ouvrages transversaux (épis).

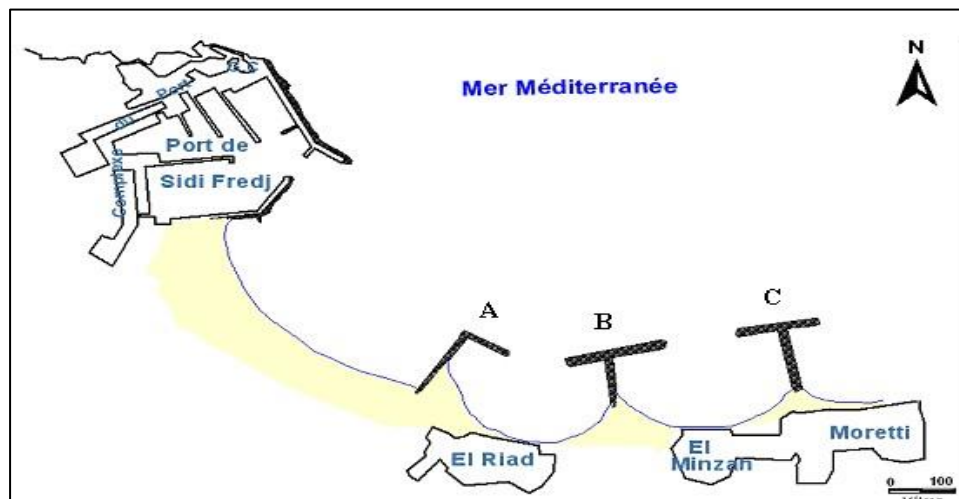


Figure 34: Ouvrages de la plage Est de Sidi Fredj (Annane, Kemila, Ladjimi, 2007).



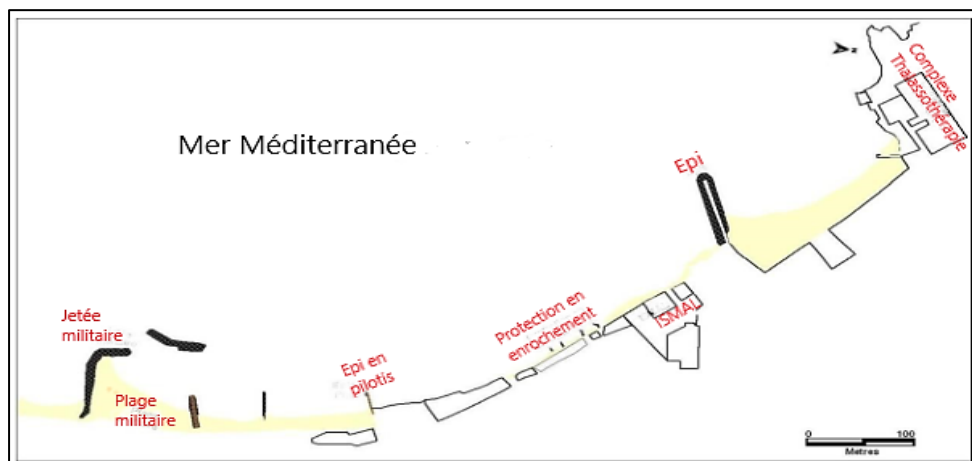
**Figure 35:** Complexe touristique de Sidi Fredj.



**Figure 36 :** Plage El Riadh, 2020.

### 3.2.3. La partie Ouest de Sidi Fredj :

La plage Ouest de Sidi Fredj est un promontoire rocheux par rapport aux cotes sableuses limitrophes. Elle est bordée par plusieurs habitations, complexe de Thalassothérapie, laboratoire de recherche ENSSMAL et une plage militaire. Cette zone est très fréquentée surtout durant la période estivale, mais elle devient un territoire à risque qui menace les infrastructures côtières et mènera à leur dégradation et cela est dû au problème d'érosion essentiellement et d'autres paramètres naturels (la houle, les courants, les vagues.).



**Figure 37:** Les ouvrages côtiers de la partie Ouest de Sidi Fredj (Annane, Kemila, Ladjimi, 2007).



A Zéralda, le phénomène de l'érosion est bien visible surtout sur la côte du complexe touristique et la plage Palm Beach-Azur d'Est en Ouest dont plusieurs murs de soutènement sont effondrés. Le problème majeur qui provoque cette érosion est lié aux houles frontales provenant du secteur Nord-Ouest.

#### 4.1. La plage de Palm Beach-Azur :

Le projet de protection de la plage de Palm Beach-Azur s'étend sur un linéaire de **1700m** environ, entre l'oued Beni Messous au Nord et l'épi septentrional du complexe touristique Mazafran au Sud. On y a implanté cinq brise-lames surbaissés associés à un rechargement de sable de **90 à 100m** de long, espacés de **70 à 80m** et à **80-90m** du rivage, dans les fonds de **-2,5 m** NGA accompagnés d'un apport de sable de deux fois **90 000 m<sup>3</sup>** (avancée de **20 m** de la plage). (Egis Eau / IAU-IDF / BRGM, 2013).

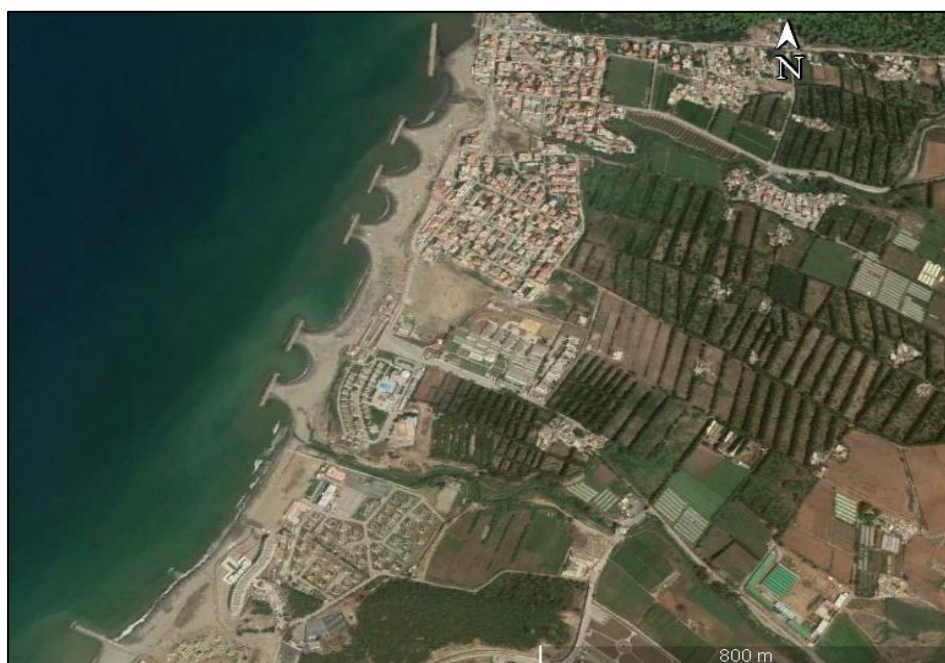


Figure 40: La plage de Palm Beach-Azur (Google Earth, 2020).

#### 4.2. La plage du complexe touristique de Zéralda :

La plage du complexe touristique de Zéralda inclut la plage Playa Mazafran jusqu'à la plage Sable d'or. Son sable est fin. Elle est longue de **600 mètres** et large de **10 mètres**. Cette plage présente un risque élevé d'érosion et pour diminuer ce risque des protections ont été réalisées comprenant une batterie de trois brise-lames et un épi à l'extrême Est qui sont globalement efficaces pour lutter contre l'érosion des tronçons de côte abrités (Figure 41).



**Figure 41** : Plage du complexe touristique Zeralda (Google Earth2020).

### **4.3. Station de dessalement :**

La station de dessalement de l'eau de mer de Bou Ismail (SDEMB) représente un des **14** projets qui assure l'alimentation en eau potable de la cote Algérienne. La ville de Bou Ismail, elle a été mise en service le **06 Juin 2004**.

Cette station dispose du système de dessalement par osmose inverse et elle se compose des sections suivantes :

- a. Une prise d'eau de mer ;
- b. Un poste de prétraitement ;
- c. L'unité d'OI (osmose inverse) ;
- d. Un poste de conditionnement de l'eau potable ;
- e. Une station de dosage ;
- f. Une station d'analyse ;
- g. Un poste de nettoyage des modules à membrane.



**Figure 42:** La station de dessalement de Bou Ismail.

## 5. Front de mer de Bou-Ismail :

La zone Est du front de mer connaît une forte érosion, elle est protégée par un mur de soutènement d'une hauteur de 4m, sur un linéaire de 1200m. Ce même mur est protégé par une dalle en béton d'une largeur de 5m. Et pour renforcer la dalle en béton, une autre protection en matériaux de carrière est rajoutée.

Le rivage de la zone Ouest du front est protégé par quatre épis en forme de (T), il s'agit d'une combinaison (épi, brise lame)(A, B, C, D, Figure 43), dont le dernier a la particularité d'être en appontement sur 85ml accessible, constitué d'une jetée flottante, permettant le passage du transit sédimentaire. Un autre épi (E, Figure 40), à l'extrême Est, droit et perpendiculaire à la côte, se prolonge sur une distance de 60ml (Figure 43).

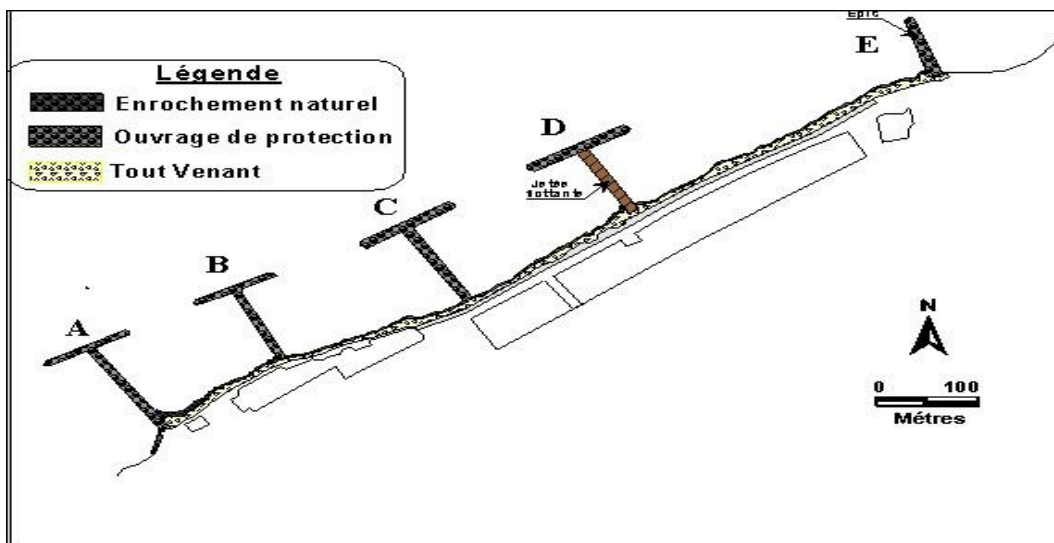


Figure 43 : Ouvrages de protection du Front de mer Ouest de Bou-Ismail (DTP de Tipaza, 2007, modifié).



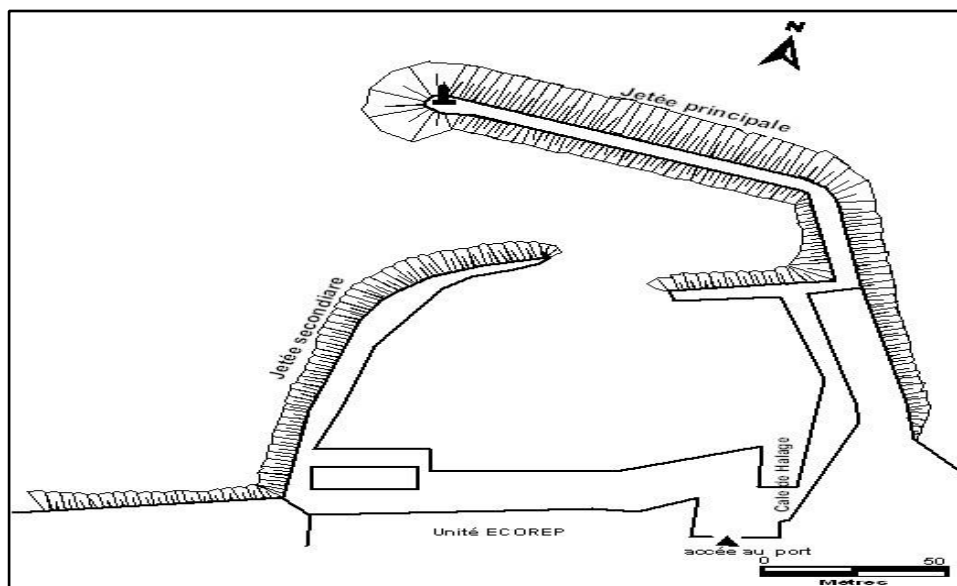
Figure 44: Ouvrages de protection du front de mer de Bou-Ismail, 2020.



**Figure 45:** Front de mer de Bou Ismail (Google Earth2020).

## 6. Port de Khemisti :

Dans la zone de Khemisti, on trouve le port de pêche de Khemisti ou encore nommé Chiffalo (Chiffalo était un village de pêcheur italien) (**Figure 46**).



**Figure 46:** Schéma général du port de Khemisti (DTP 2007).

### ➤ Caractéristiques du port (MTP, 2020) :

**Terre-plein :** 0,57 ha

**Plan d'eau :** 1,20 ha

**Tirant d'eau :** -3,00 m

**Ouvrages de protection :** Deux ouvrages de protection dont le linéaire total est de **320 m** :

- Jetée principale de longueur de **182 ml** ;
- Jetée secondaire de longueurs de **120 ml**.

### Ouvrages d'accostage :

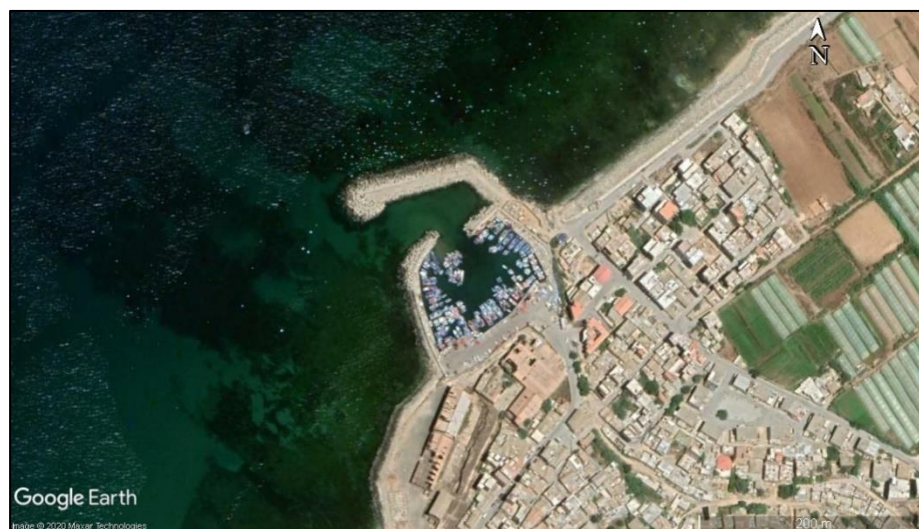
Linéaire total des Quais (04 Quais) : **280 m**

### Capacité d'accueil :

Type d'embarcation	Flottille	Capacité d'accueil	Longueur Min-Max	Largeur Min-Max
-Chalutier	/	/	/	/
-Sardiniers	<b>32</b>	<b>07</b>	Max : <b>11 m</b>	Max : <b>02 m</b>
-Petits métiers	<b>25</b>	<b>20</b>	Max : <b>10 m</b>	/
-Plaisanciers	/	/	/	/

Le port de Khemisti est mal situé, vu son emplacement (centre de la baie de Bou-Ismaïl), ce qui le rend exposé directement aux houles du secteur Nord-Ouest.

La passe d'entrée est étroite (**26m**), elle est orientée au sens des houles Nord-Ouest marquée par une forte agitation de la houle durant le mauvais temps. La profondeur au niveau de la passe d'entrée est très faible, elle peut atteindre **0.5m**. Cette faible profondeur est due à l'ensablement. Les jetées sont très hautes, traduisant les fortes énergies dans la région.



**Figure 47:** Port de Khemisti (GoogleEarth2020).

D'après le MTP en **2020**, le plan de masse actuel du port révèle qu'il manque plusieurs services et constructions nécessaires pour le bon déroulement d'un port de pêche et un manque d'équipements et d'effectifs nécessaires pour l'amélioration de ces services.

Le plan d'occupation de la zone portuaire prévu nécessite une étude détaillée de ces différentes installations. Leur répartition dans l'espace doit être justifiée pour une meilleure exploitation des différents trafics.

➤ **Caractéristiques d'un nouvel aménagement du port (MTP, 2020) :**

Comme nouvel aménagement, il est proposé la variante suivante qui tient compte de la répartition dans l'espace des différents aménagements, ainsi que les infrastructures indispensables dans le port de pêche :

- Les ouvrages de protection : **707** ml

    Jetée principale : **707** ml

    Jetée secondaire : **255** ml

- Terrepleins : **4.3** Ha

- Plan d'eau : **8.6** Ha

- Tirant d'eau : **4.5**m

- Les ouvrages d'accostage :

Appontement pour sardiniers **3\*60 =180** ml

Appontement pour chalutiers à **-4.00** m =**60** ml

Quai pour les sardiniers à **-4.00** = **120**ml

Quai pour les petits métiers à **-2.50** m = **525**ml

Quai de débarquement à **-4.00** m =**80**ml

Quai pour l'avitaillement à **-4.00** m = **80**ml

Quai de réparation à **4.00**m =**75** ml

Quai pour garde cotes à **-4.00** m = **40**ml

- Halle de vente, Cases de pêcheur. Bureaux EGPP. Fabrique de glace. Poissonnerie. Ateliers d'ECOREP. Transformateur électrique. Magasin.

La variante d'aménagement proposé offre de nouveaux postes d'emplois et des perspectives nouvelles pour les produits de la pêche.

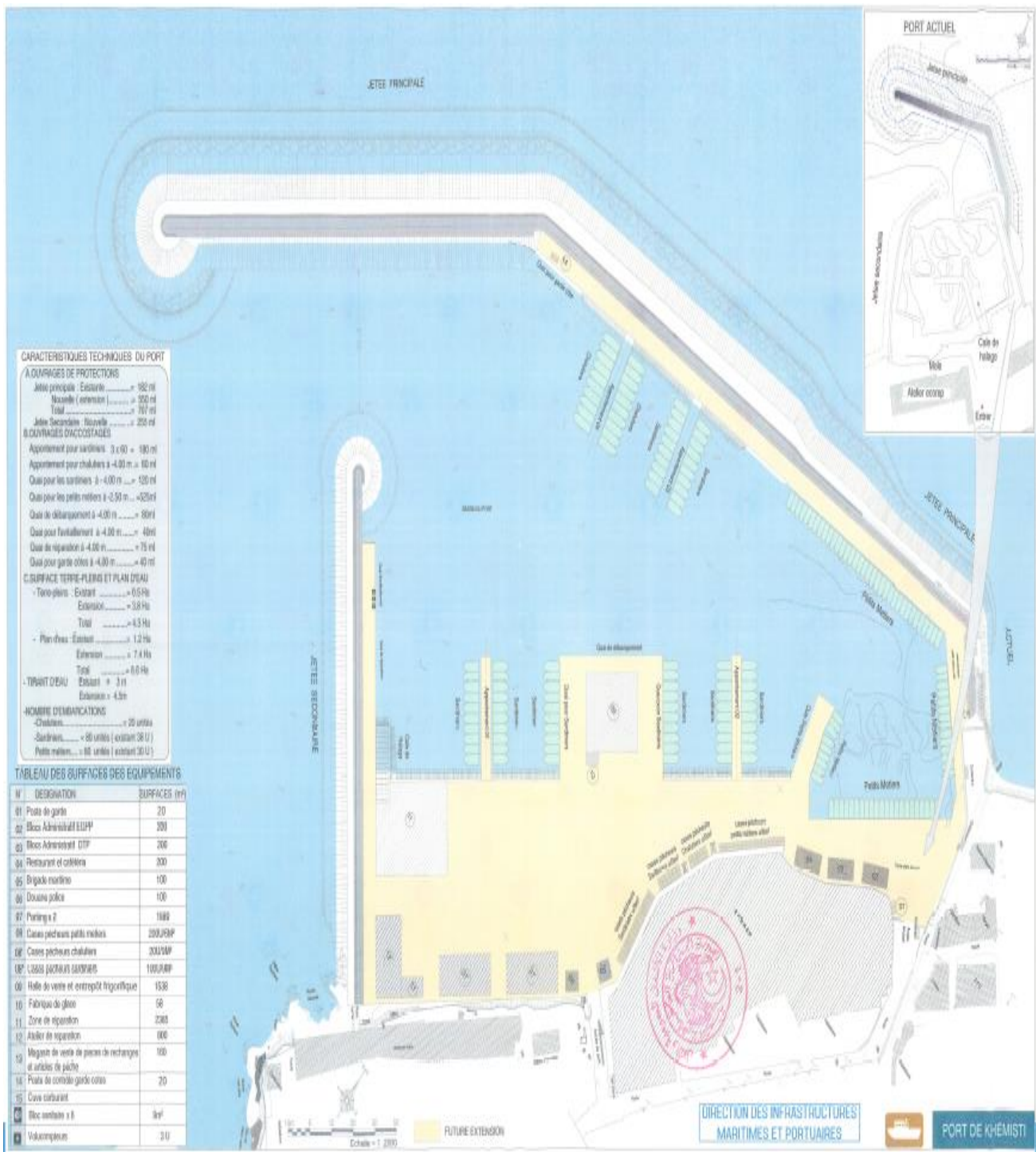


Figure 48: Plan de masse proposé du port de Khemisti (MTP, 2020).

## 7. Port de Bou Haroun :

### 7.1. Historique du port de Bouharoun :

Le port de pêche de Bouharoun existait déjà pendant la période coloniale comme abri aux petites embarcations de pêche, aux sardiniers et petits chalutiers.

En 1939, ce port était constitué d'un plan d'eau d'environ 2.8Ha, limité par deux jetées convergentes et bordées à sa partie sud par une plage sableuse (Figure 49).

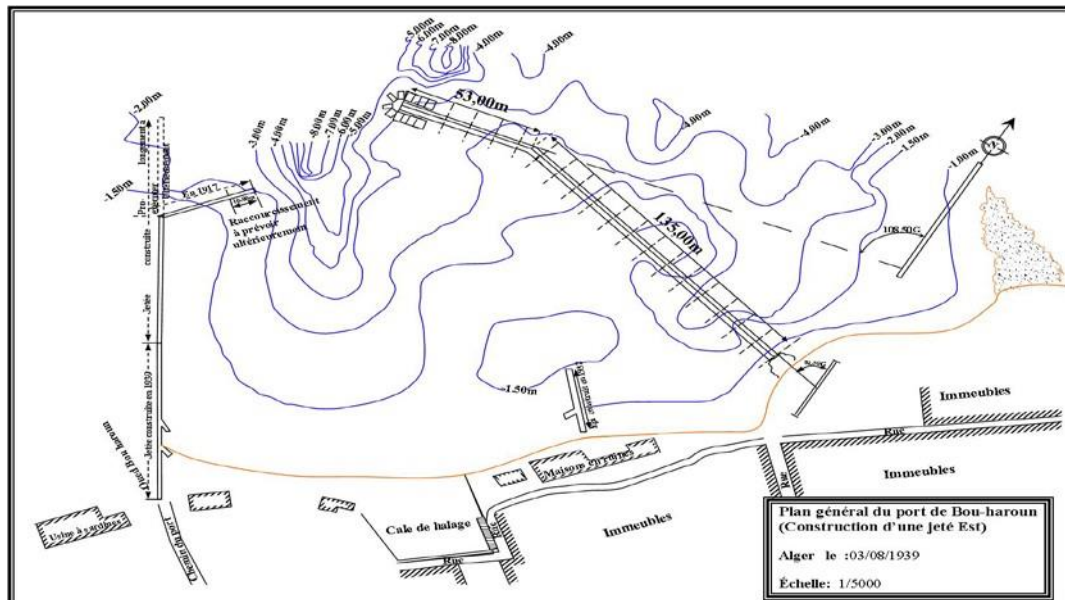


Figure 49: Plan général du port de Bouharoun, Construction d'une jetée Est en 1939

Le port a été reconstruit en 1974, les travaux se sont poursuivis par l'aménagement de terre-pleins (0.6 Ha environ) en 1960(Figure 50) et protégé par des enrochements qui ont été consolidés après la tempête de 1967.

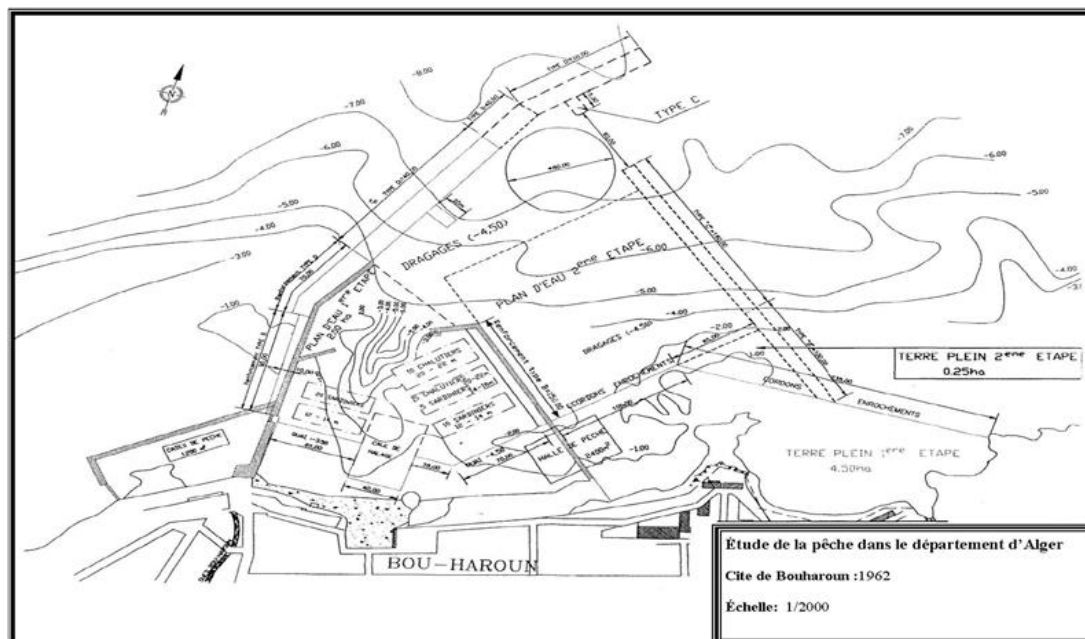


Figure 50: Plan général du port de Bouharoun (1962).

En 1976, le port a connu une extension par un rallongement de la jetée Ouest infléchi vers le Nord-Est dans le but d'assurer un abri suffisant des plans d'eau pour éviter une action directe des houles sur les fonds des ports. D'après la note de synthèse de la Société Nationale des Travaux Maritimes (S.O.N.A.TRA.M, 1977), ces travaux d'agrandissement ont permis aussi essentiellement de :

- Construire un nouveau bassin à l'Est du bassin inexistant,
- Construire à l'intérieur de ces bassins **780** ml de quais. (D.T.P, 2007)

C'est en 1981 que la SO.NA.TRA.M a achevé la construction du port de Bouharoun en le dotant d'infrastructures qui lui manquaient auparavant (Figure 51), comme la station NAFTAL et l'ECOREP (Entreprise de Construit et de réparation Navale) (D.T.P, 2007).

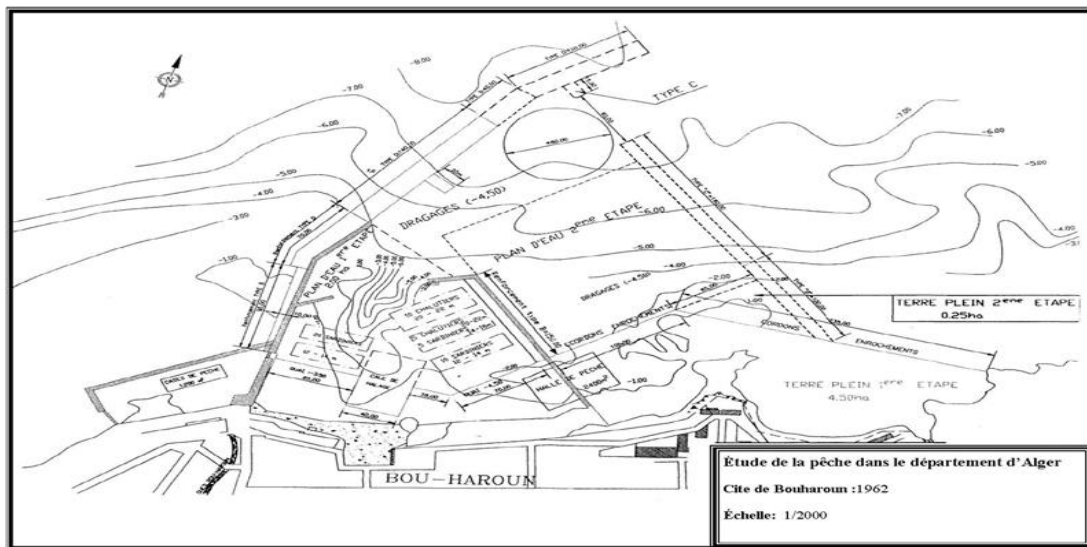


Figure 51: Plan général du port de Bouharoun (1962).

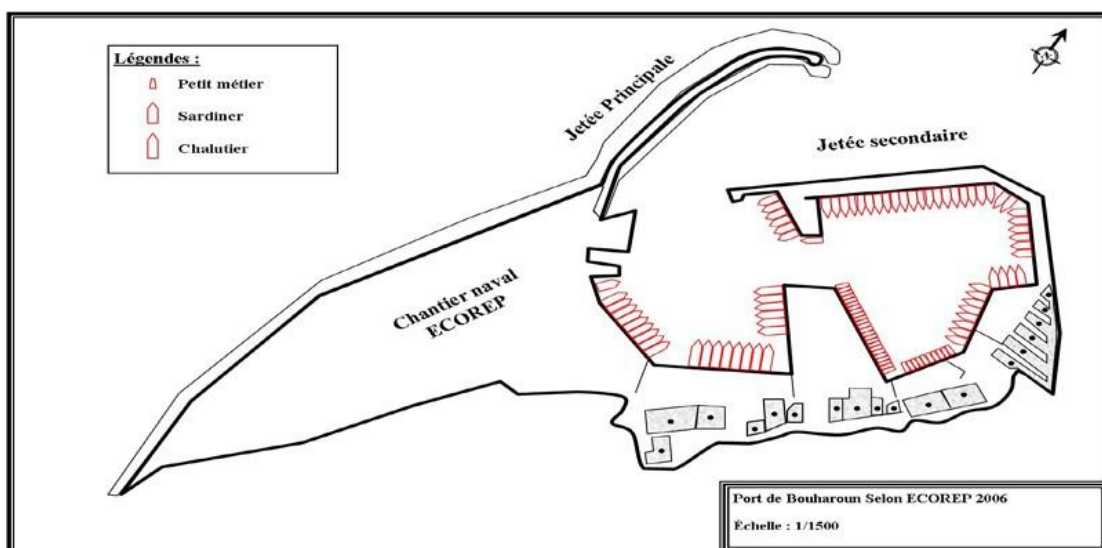
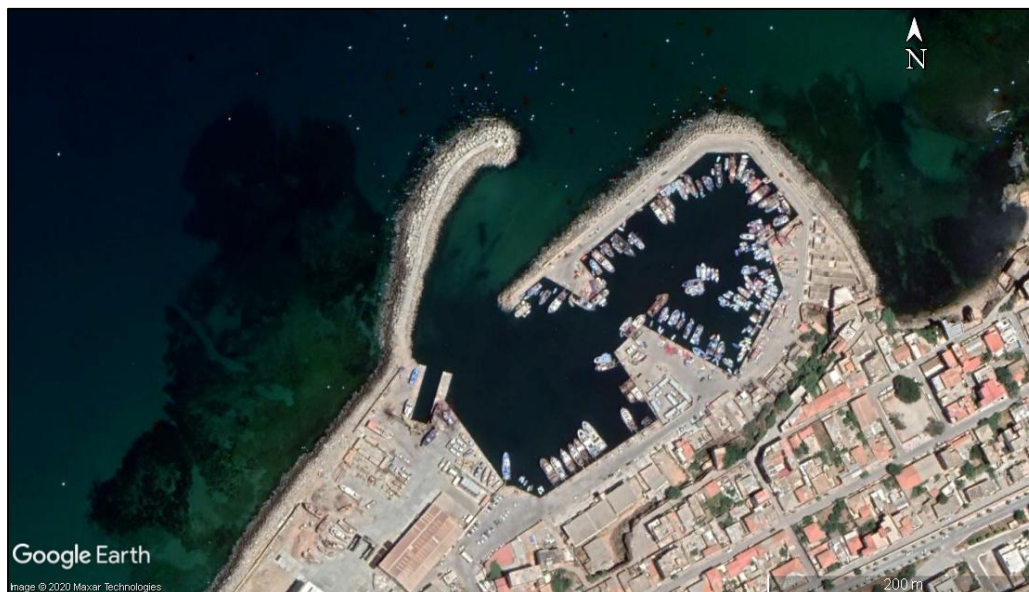


Figure 52: Caractéristiques techniques du port Bouharoun (EGPP, 2006)

Le port de Bouharoun est classé comme le premier port de pêche dans la région centre (EGPP, 2006).



**Figure 53:** Port de Bouharoun (Google Earth, 2020).

## **7.2. Inventaire des infrastructures et de superstructures :**

D'après l'EGPP, 2006, les différentes composantes du port de Bouharoun sont :

### **a. Plan d'eau :**

Il représente le port proprement dit et offre aux navires des surfaces suffisantes pour leur manœuvre vers le poste de mouillage. La surface du plan d'eau est de **29830 m<sup>2</sup>**.

### **b. Les bassins :**

Le port de Bouharoun est constitué de deux bassins (**3 Ha**) :

- Bassin A : destiné uniquement aux chalutiers, une superficie **14280 m<sup>2</sup>**, et une profondeur de **4.5 à 5.5m**.
- Bassin B : destiné aux sardiniers et petits métiers, une superficie **15550 m<sup>2</sup>**, et une profondeur de **2 à 4.5m (L.E.M, 2005)**.

### **c. Les quais :**

Ils présentent une longueur totale de **681 ml**.

**14** quais d'accostage :

- Quai pour chalutiers de longueur **272 ml** et de profondeur **3m**.
- Quai pour sardiniers de longueur **118 ml** et de profondeur **3m**.
- Quai pour petits métiers de longueur **145 ml** et de profondeur **2m**.
- Quai de débarquement de longueur **118 ml**.

-Nombre de poste à quai : **78**

-Capacité du port (nombre de poste) : **151**

### **7.2.1. Les infrastructures du port :**

Le port est protégé par deux jetées (**550m**) (**MTP, 2020**).

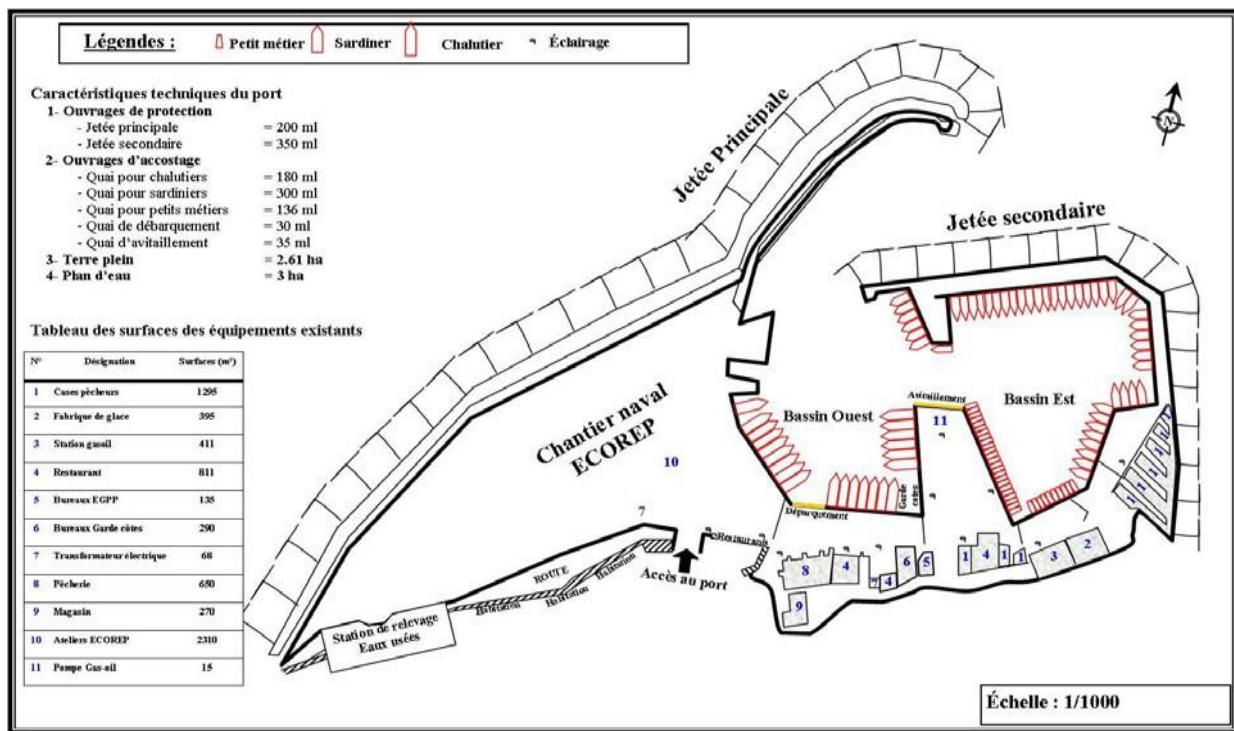
- Jetée principale Ouest de **200** m de longueur et de **1** à **8m** de profondeur, protège le port contre les houles du Nord-Est à Nord-Ouest.
- Jetée secondaire Nord de **350** m de longueur et de **1** à **8m** de profondeur, protège le port contre les houles du Nord-Ouest à Nord-est.

La passe d'entrée est orientée vers le Nord-Est, d'une longueur de **64.21** m et une profondeur de **5** m,

- Tirant d'eau : **2.5-6m**.
- Terreplein : **2.6** Ha
  - Superficie occupée par l'ECOREP est de **22375m<sup>2</sup>**.
  - Superficie occupée par les quais de pêcheurs est de **3740 m<sup>2</sup>**.
- Accès maritime : **40** ml.

### **7.2.2. Les infrastructures liées aux activités de la pêche**

- **67** Cases des pêcheurs
- Unité ECOPEP : **2200m<sup>2</sup>**
  - Cale de halage : élévateur de **150** tonnes non fonctionnel.
- Unité de fabrication de glace construite en **1984** gérée par le CPKD (**100m<sup>2</sup>**)
- Unité ENOCEP (CPKD) : entreprise nationale de pêche, elle gère la conserverie de Khemisti.
- Service National des Gardes Côtes (S.N.G.C) : Sa présence au niveau du port permet l'inspection de toutes les embarcations et la constatation d'éventuelles infractions liées à l'utilisation des engins de pêche, aux documents et aux produits de la pêche.
- Station N.A.F.T.A.L.
- Garde privée : pour la réparation des moteurs de bateaux.
- EGPP : l'Entreprise de Gestion des Ports et des abris de Pêches et de Plaisance ; les pêcheurs payent les droits de quai et le foyer des cases de pêcheurs.
- Annexe station de Météo : elle est constituée d'un bureau qui fournit des données météorologiques.
- Magasins de vente des engins de pêche : l'unique magasin spécialisé dans la vente des engins de pêche (Maghreb service) est situé à l'entrée du port et permet aux pêcheurs de subvenir à leurs besoins en matière d'engins et d'articles de pêche. Il est à signaler que la quasi-totalité du matériel de pêche provient de l'importation.
- Case de pêcheurs : **71** unités (**16m<sup>2</sup>**).
- Poissonnerie : **200m<sup>2</sup>**
- Restaurant : **05**unités.



**Figure 54:** Plan du Port de Bouharoun (Bachouche et al, 2007)

D'après le **MTP en 2020**, dans le plan de masse actuel du port de Bouharoun, il y a une mauvaise disposition des infrastructures portuaires (Exemple : les restaurants sont situés à l'intérieur du port à côté des blocs administratifs). Pour cela, quelques aménagements sont proposés :

- Déplacer la fabrique de glace et la station de gazoil près du bassin de chalutiers.
- Rajouter des cases de pêcheur.
- Déplacer le restaurant vers l'entrée du port.
- Aménager un parking.
- Aménager une surface pour la protection civile.
- Pour la totalité des quais, il est proposé qu'ils soient alimentés en eau potable et en électricité.

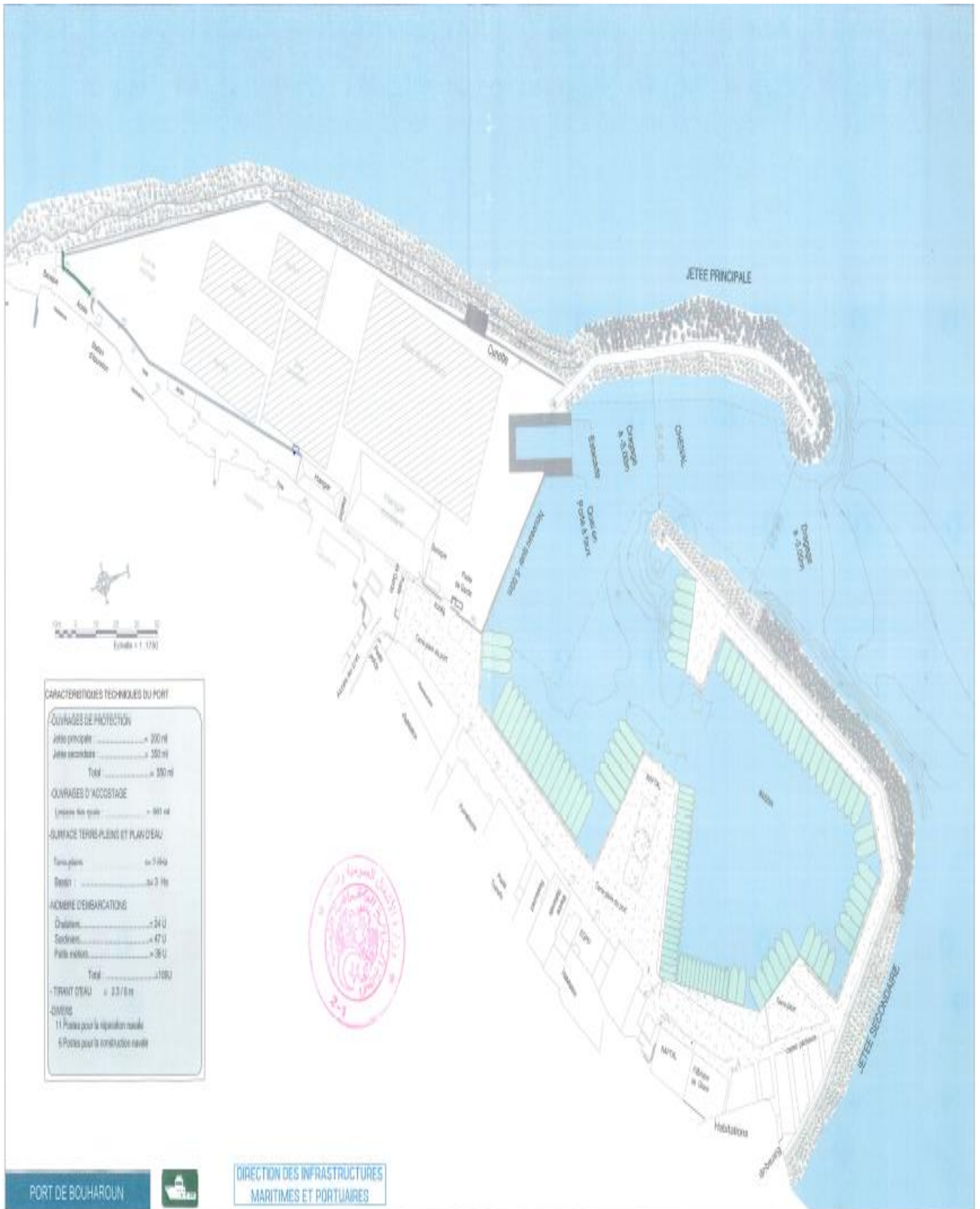


Figure 55: Plan de masse actuel du port de Bouharoun (MTP, 2020)

## 8. Port de Tipaza :

La zone de Tipaza dispose d'un port orienté vers le Nord est exposé aux houles du Nord et du Nord-Ouest (**Figure 56**), les houles venant de cette dernière direction sont atténuées quelques peu par la présence d'un îlot.

Le port de Tipaza a été construit en **1848** au fond de la crique dite Marsa El Kabia avec la réalisation d'un terre-plein en **1860** reliant un îlot à la terre (**DTP, 2009 in Marchichi et Hakem, 2009**).

Il est constitué de deux bassins séparés par une mole et protégé par une jetée principale et secondaire protégés à l'extérieur par deux sous couches d'enrochements.



**Figure 56** : Port de Tipaza (Google Earth2020).

### • **Caractéristique du Port (MTP, 2020) :**

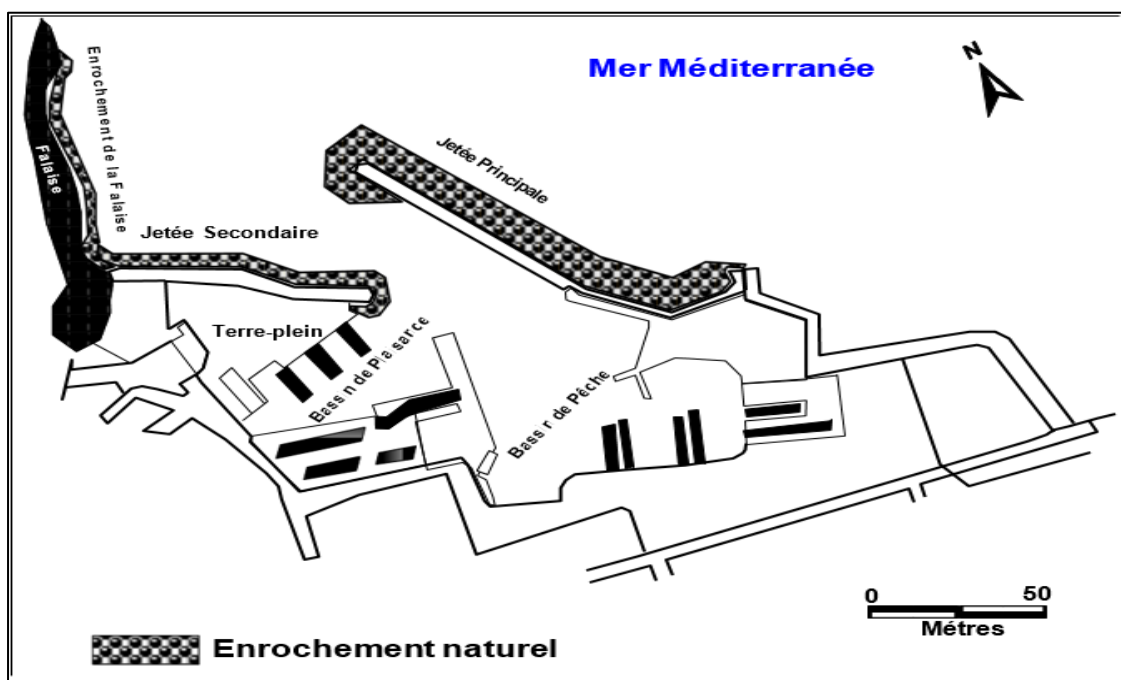
- Terre-plein : **2,7 ha**
- Plan d'eau : **2,45 ha**
- Tirant d'eau : **-4,00 m à -5,00 m**
- Passe d'entrée : **42 m.**
- Bassin : Deux bassins de pêche et de plaisance de superficie de **2.45Ha.**
- Ouvrages de protection : Deux ouvrages de protection dont le linéaire total est de **392 m** :
- Jetée principale de longueur de **250 ml** ;
- Jetée secondaire de longueurs de **142 ml** ;
- Epi de longueur de **40 .ml.**
- Ouvrages d'accostage :

Linéaire total des Quais et appontements : **410 ml.**

- Linéaire des quais projetée **48 ml**
- Appontements de plaisance = **138ml.**
- Appontements flottant = **30 ml.**

- Capacité d'accueil :

Type d'embarcation	Flottille existante	Capacité d'accueil	Longueur Min-Max	Largeur Min-Max
-Chalutier	/	/	/	/
-Sardiniers	/	/	/	/
-Petits métiers	<b>20</b>	<b>08</b>	Max : <b>12 m</b>	Max : <b>2,5 m</b>
-Plaisanciers	<b>25</b>	<b>12</b>	Max : <b>09 m</b>	Max : <b>2,5 m</b>



**Figure 57:** Schéma général du port de Tipaza (DTP, 2007 in Bouhaouali et Guerra, 2016).



Figure 58 : Port de Tipaza proposé (MTP, 2020).

## 9. Chenoua :

La baie du Chenoua où se jette l'oued Nador débute à partir de Tipaza, elle est bordée dans sa partie Ouest par le massif du Chenoua. Tout le fond de cette baie est occupé par une plage de sables fins.

L'oued Nador aboutit directement dans la baie du Chenoua, il constitue la principale source d'apports solide et liquide dans cette baie. Le débit liquide de cet oued est de **28 millions m<sup>3</sup> /an(PAC,2005)**.



**Figure 59:** Plage Chenoua (Google Earth,2020).

Face au massif du Chenoua, l'hydrodynamisme est très fort. Cette zone se caractérise par l'étroitesse du plateau continental et la présence de nombreux affleurements rocheux.

La plage Chenoua est constituée de sables fins, elle a une longueur de **285 m** et une largeur allant de **15 à 50m**. Sa surface approximative est de **6.000 m<sup>2</sup>**. (PAC 2005)

## **Chapitre III :**

Impacts des aménagements côtiers :  
Interprétation par secteur d'études.

### **III. Les impacts des aménagements côtiers : Interprétation par secteur d'études.**

#### **1. Impacts par secteur d'étude**

##### **1.1. Le port d'El Djamila :**

- **Impacts positifs :**

Le port est un élément économique présentant un rôle très important, il est destiné à abriter les navires de l'action de la houle pour leur permettre :

- De stationner en attendant de partir pour un autre voyage.
- D'effectuer des opérations commerciales d'embarquement et de débarquement des passagers et des marchandises, de soutage et d'avitaillement,
- Enfin d'être construits, entretenus et réparés. Les conditions d'abri sont évidemment plus sévères dans les deux derniers cas (**Chapon, 1984**).
- Ce port assure une protection afin de réduire au maximum l'agitation interne.

- **Impacts négatifs :**

- Un ensablement léger surtout à la passe d'entrée et la zone des appontements.
- L'exploitation économique du port n'est pas optimale car la plupart des produits halieutiques ne sont pas commercialisés localement, ils sont exportés vers le port d'Alger (en raison du manque de zones de commercialisation).
- Le port d'El Djamila est dépourvu de plusieurs infrastructures essentielles comme la station d'avitaillement, la fabrique de glace et la zone de congélation.
- Les ouvrages de protections (les deux jetées) offraient une protection limitée, une agitation très élevée était donc présente dans le bassin portuaire (des houles Ouest et Nord-Ouest surtout) et gênaient la manœuvre des embarcations près de la passe d'entrée et à proximité du quai.
- Le site d'El Djamila a engendré un impact sur le paramètre sédimentologique et hydrodynamique qui par la suite influe sur les paramètres physico-chimiques.

##### **1.2. La plage artificielle**

- **Impacts positifs :**

- Des surfaces ont été gagnées par l'aménagement d'une plage artificielle d'El Djamila.
- Activité de baignade, loisirs.

- **Impacts négatifs :**

- Modification du transit sédimentaire du site et accentuation de l'érosion dans les sites voisins.
- Artificialisation accrue du site.

##### **1.3. Port et plages de Sidi Fredj :**

- **Impacts positifs :**

- La presqu'île de Sidi Fredj représente une zone touristique très importante dans la cote Algérienne.
- Des surfaces ont été gagnées au détriment de la plage existante qui s'est réduite à environ un tiers par rapport à son état initial.
- La construction du port de Sidi Fredj assure la sauvegarde de la partie Ouest.

- **Impacts négatifs :**

- L'ensablement à l'amont à cause du piégeage des sédiments provoqués par l'épi de la plage Est de Sidi Fredj et une érosion à l'aval de la passe d'entrée du port.
- La construction du port a causé un déséquilibre dynamique de la côte, et la modification du littoral meuble, en bloquant une partie du transit littoral des sédiments, entraînant une accumulation dans la zone au vent, et une érosion dans la zone sous le vent, ainsi la modification de la qualité des eaux en dehors du port, par la diffusion des polluants et par la dégradation de certains biotopes par l'augmentation de la fréquentation humaine (**Bechar et Ahtout,2015**).
- La plage Est de Sidi Fredj présente une granulométrie fine et une teneur importante en Coliformes Totaux/Coliformes Fécaux à cause du faible hydrodynamisme atténué par les ouvrages de protection et la présence du port de Sidi Fredj ainsi que les rejets des complexes touristiques (**Bouhouali et Guerra 2016**).
- Le port de Sidi Fredj est apparu comme un système fermé. Il reçoit des eaux usées domestiques véhiculées par l'égout qui se jette directement dans le bassin **1**, ces rejets non épurés engendrent une pollution bactérienne (**ANNANE, KEMILA, LADJI MI, 2007**).
- Les variations des volumes des matériaux déposés ou enlevés ont provoqué la modification de profil de la côte Ouest de Sidi Fredj.
- La réalisation du projet du complexe de Thalassothérapie et le port dans la zone militaire cause la dégradation de la plage Ouest de Sidi Fredj. Des études réalisées au niveau du LEM ont pu montrer que l'ensablement du port militaire est dû(**BENZOHRA, Les structures hydrodynamiques le long des côtes Algériennes. Workshop sur la circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes du Maghreb, 911 novembre 1992. Centre d'Océanologie de Marseille INOC, p. 33-44. , (1993).**)à l'apport sédimentaire du site en provenance de l'Ouest, par conséquent, le port, par sa présence contribue à la fois à la sauvegarde de la partie restante de la plage Ouest, qui se trouve au pied de la jetée militaire, et à la disparition du reste.

#### **1.4. Zéralda :**

- **Impacts positifs :**

- L'implantation d'une batterie de trois brises lames et un épi à l'extrême Est de la plage du complexe touristique de Zéralda à un fort impact sur la protection de la zone contre ces houles, plus la nouvelle batterie de cinq brises lames à l'extrême Est de Zeralda a renforcé la protection de la plage contre les houles.

- Maintenir une largeur de plage suffisante, et protéger les habitations et les équipements implantés en arrière du front de mer par le rechargement de sable et la mise en défens des espaces dunaires.
- Diminuer le risque d'érosion de cette portion du littoral algérois. Toutefois un suivi de l'évolution du littoral sera alors nécessaire pour adapter la fréquence et le volume des rechargements d'entretien nécessaire au maintien de la largeur de plage.
- La station de dessalement de Bou Ismail assure une capacité d'eau potable de l'ordre de **5000m<sup>3</sup>/J** pour toute cette région.

- **Impacts négatifs :**

- La zone est complètement dénaturisée.
- Les trois brise-lames du fait de leur fonctionnement réduisent l'agitation de l'eau et gênent sa circulation et son renouvellement et
- L'implantation des cinq brises lames favorise le dépôt des sédiments en les piégeant mais l'érosion reste toujours importante.
- Une inquiétante érosion marine angoisse la partie Est où l'hydrodynamique potentiellement perturbée par la batterie des trois brise-lames et un épi qui provoque l'érosion de cette partie de plage.
- La station de dessalement déverse directement dans l'eau de mer des substances à priori non-nocives (sels, nutriments...) mais peuvent être à l'origine d'une pollution chimique et ça pourrait entraîner une modification de la qualité de l'eau de mer (altération) dans l'avenir proche.

### **1.5. Front de mer de Bou Ismail :**

- **Impacts positifs :**

- Le front de mer de Bou-Ismaïl représente le mur de soutènement qui protège la zone Est d'une forte érosion par les trois brises lames et la zone Ouest par les quatre épis.

- **Impacts négatifs :**

- L'installation de ces ouvrages constitués d'épis et brise-lames sur la côte dénature le site et, en plus retiennent les eaux usées rejetées en mer, en les empêchant d'aller au large.
- L'augmentation du taux de pollution des eaux côtières affecte directement et dégrade la densité de l'herbier de Posidonies ce qui implique la diminution de la quantité du sédiment piégé et l'accentuation de l'effet de la houle sur la côte.

### **1.6. Port de Khemisti :**

**Impacts positifs :**

- Le port de Khemisti a un effet remarquable sur la protection du rivage contre le flux sédimentaire et la plage Est contre l'érosion marine.
- La construction de ce port a un rôle remarquable sur l'augmentation de la production halieutique.

- **Impacts négatifs :**

- Son emplacement est exposé directement aux houles du secteur Nord-Ouest et ça provoque une forte agitation à cause de l'orientation de la passe d'entrée.
- L'ensablement a fait diminuer la profondeur de la passe d'entrée.
- Les jetées sont très hautes et ça provoque le transfert des fortes énergies dans la région.
- La concentration des activités humaines a provoqué largement la modification de la qualité de l'eau de mer.

### **1.7. Port de Bouharoun :**

- **Impacts positifs :**

- Assurer un abri suffisant des plans d'eau, pour éviter une action directe des houles sur le fond du port.
- Au côté Est le port constitue un obstacle atténuant l'énergie des houles ce qui rend cette zone bien protégée, contrairement au côté Ouest exposé à l'attaque directe des houles dominantes du secteur Nord-Ouest.
- Cette zone participe de façon conséquente dans les apports de la pêche algéroise en général et celle de Bou Haroun en particulier.
- Le port est classé deuxième port de pêche après celui de Beni Saf. (**Belkessa, 2005**).
- Il représente une source de vie des pêcheurs avec d'autres activités comme l'agriculture et le commerce.
- Le port de Bouharoun joue un rôle important sur le plan stratégique de la wilaya de Tipaza et pour les régions avoisinantes.

- **Impacts négatifs :**

- Le port connaît un ensablement par des eaux fluviales durant la période des pluies, et eaux usées, ce qui fait diminuer la profondeur du plan d'eau des 2 bassins (difficulté de la circulation et de déplacement) et celle de la passe d'entrée.
- Dans le port, la qualité des eaux des bassins du port est infectée par une pollution microbiologique, des eaux usées, des embarcations alitées, une pollution chimique due à la navigation et l'entretien des bateaux (peinture, hydrocarbures), et des macro déchets flottants.
- Un effet nuisible sur les activités humaines (baignade, loisirs...).

### **1.8. Port de Tipaza :**

- **Impacts positifs :**

- L'aménagement du port de Tipaza a permis d'augmenter la capacité d'accueil
- Ce port avec sa jetée principale protège la zone contre les houles.

- La construction de ce port a un rôle important sur l'augmentation de la production halieutique.

- **Impacts négatifs :**

- La passe d'entrée du bassin 1 est très ouverte, ceci provoque une grande agitation à l'intérieur du bassin et diminution de la profondeur dans les deux bassins.

- Le quai Sud est très haut et on note la présence de substratum rocheux qui ne permet pas l'accostage.

- La présence des rejets d'eaux usées a modifié la qualité de l'eau de mer

- L'absence d'entretien et de maintenance au niveau des cases des pêcheurs.

- Une pollution nuisible à la population vivant à proximité du port, produite par les engins du chantier de dragage.

### **1.9. Chenoua :**

- **Impacts positifs :**

- La plage de Chenoua représente une destination touristique surtout en période estivale.

- Le complexe culturel de Chenoua est implanté sur une zone géographique stratégique importante.

- **Impacts négatifs :**

- La plage de Chenoua connaît une forte érosion du essentiellement a une forte urbanisation sur le littoral.

- Un recul de trait de côte important surtout après l'implantation du complexe touristique.

- La pollution par les rejets en mer principalement à cause de l'utilisation des pesticides en agriculture.

## **2. Impact sur l'évolution du trait de côte :**

Le processus de recul du trait de côte affecte actuellement plus de **70 %** des plages de la planète (**Bird, 1985**). Les forçages naturels et anthropiques sur l'évolution morpho-sédimentaire mi- séculaire d'un linéaire côtier ont fait l'objet de multiples études, notamment celles de **Suanez (1997)** et **Faye (2012)**. Certains insistent principalement sur les forçages naturels qui ont des effets morphologiques très discontinus dans le temps et dans l'espace. D'autres études soulignent surtout l'impact des activités humaines.

La méthode d'analyse diachronique, basée sur la comparaison de photographies aériennes ou d'images satellitaires permet d'apprécier la dynamique du trait de côte au cours d'une période donnée. Elle permet aussi, par la confrontation des résultats avec les données historiques

multi sources, de mieux comprendre l'impact des aménagements successifs sur le système côtier.

### **2.1. Erosion côtière et SIG :**

L'érosion côtière constitue une préoccupation croissante dans le monde entier (**Bartlett et Smith, 2005**) qui est causée par des forces naturelles, telles que, courants, vagues, ondes de tempête, les vents ainsi que les développements anthropiques (**HEO et al, 2009**). C'est un problème mondial ayant des implications économiques concernant le tourisme côtier et le développement durable. Les changements côtiers sont considérés comme des indicateurs de l'environnement le plus important en raison de son impact direct sur le développement économique du littoral et la gestion des terres (**STOKKOM et al.1993**). Les changements du trait de côte peuvent être utilisés comme un bon indicateur de présence de l'érosion côtière. Aussi, le meilleur indicateur pour décrire l'érosion du littoral est-il le taux de récession du trait de côte (**HEO et al, 2009**). Le rivage est fortement dynamique et mobile dans le temps et dans l'espace en réponse aux variations des processus côtiers (**BIRD, 1993 ; CARTER, 1988; 1994**).

Des photographies aériennes verticales, des images satellites ont des sources de données très utiles pour reconstruire le comportement du trait de côte à diverses échelles spatio-temporelles du long terme (>60ans) au moyen terme (entre 10 et 60ans) (**CROWELL e1991**).

Les photographies aériennes verticales, les images satellites et les cartes fournissent une information convenable pour la cartographie et la classification environnementale, l'examen des effets tempête, les caractéristiques des vagues, l'occupation du sol, etc. (**ANFUSO et MARTINES DEL POZO, 2005 ; CROWELL et al, 1991**). Des cartes de vulnérabilité d'érosion côtière ont été obtenues pour plusieurs secteurs côtiers dans le monde par l'utilisation des SIG, de l'analyse multi variée assistée par ordinateur et des modèles numériques du terrain (**COOPER et MCLAUGHLIN, 1998, MCLAUGHLIN et al, 2002**).

### **2.2. Les logiciels utilisés :**

Google Earth Pro;

ArcGIS;

Extension DSAS.

- **Aperçu sur Google Earth :**

Google Earth est une mappemonde virtuelle qui vous permet de visualiser les images, enregistrées par satellite, de la plupart des endroits de la Planète. Que le lieu visité soit aperçu depuis l'espace ou à quelques mètres du sol, la précision des photos est surprenante. Au programme : images satellite, plans, cartes, images en relief et représentation 3D des bâtiments.

C'est un logiciel permet d'imprimer des images en haute résolution de l'ordre de **30m à 60cm (SPOT, QUICKBIRF, IKONOS...)**

Google Earth Pro permet d'imprimer des images en haute résolution, alors qu'il faut se contenter de la résolution de l'écran avec la version basique. Mais aussi bien d'autres fonctions. Il ajoute aux étonnantes fonctionnalités de Google Earth de outils encore plus puissants. Il est également possible de procéder à un géocodage d'adresses par lot, d'importer automatiquement des images SIG et d'avoir « accès à des données démographiques, à des données cadastrales et à des données de circulation ». Les outils de mesure sont plus évolués, tout comme celui permettant de créer des cartes. Il est également question de Movie Maker qui permet de « créer une vidéo qui suit le mouvement de la caméra ».

- **Aperçu sur le logiciel ArcGis10.3 :**

ArcGis est l'un des logiciels SIG les plus utilisés. Ce logiciel offre de nombreuses potentialités pour la manipulation, la gestion, l'analyse et l'édition des données spatiales.

Différentes couches d'informations spatiales peuvent être manipulées offrant la possibilité d'analyser une ou plusieurs couches sous le contrôle des autres. Le seul lien entre ces différentes couches est le lien spatial, c'est-à-dire, l'appartenance au même espace géographique et ayant le même système de coordonnées (Asbai, 2013).

- **Aperçu sur l'extension DSAS :**

Le système d'analyse Shoreline Digital (DSAS) est une application logicielle disponible gratuitement qui travaille dans le (ESRI) Système d'information géographique (ArcGIS).

DSAS calcule les statistiques de taux de changement pour une série chronologique des données vectorielles du littoral. Les méthodes utilisées peuvent être décrites comme suit :

- **La méthode des points extrêmes (End Point Rate - EPR) :** l'EPR est la distance sur le transect entre deux traits de côte le plus récent et le plus ancien divisé par le nombre d'années séparant ces traits de côte. (Himmelstoss, 2009 ;Jamont, 2014)
- **La méthode de la régression linéaire (LinearRegression - LRR) :** une droite de régression linéaire des moindres carrés est établie grâce à toutes les intersections des traits de côte

historique pour un transect. La pente de cette droite est le taux de régression linéaire en mètres par an. (Himmelstoss, 2009 ;Jamont, 2014)

- **La méthode de la régression linéaire pondérée (WeightedLinearRegression - WLR) :** une régression linéaire aux moindres carrés est utilisée avec prise en compte de la pondération en fonction de l'incertitude des données. La régression linéaire aux moindres carrés est utilisée en pondérant chaque valeur. La pente de la droite de régression est le taux en mètres par an. (Himmelstoss, 2009 ; Jamont, 2014)
- **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).
- **Barre d'outils de DSAS :**
  - a. 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.
  - b. TransectsCast : génère une nouvelle (ou écrase un existant) classe d'entités des profils en fonction des paramètres par défaut spécifiés par l'utilisateur.
  - c. Le menu déroulant : répertorie tous les fichiers de transect reconnus ajoutés au projet ArcMap actif.
  - d. Calculer les statistiques : lance une boîte de dialogue peuplée avec une liste sélectionnable des statistiques de changement de taux à calculer.
  - e. 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.
  - f. Lance la fonction d'aide DSAS.
  - g. A propos de DSAS : fournit des informations sur le logiciel, y compris le numéro de version (USGS, 2016).



Figure 60 : Barre d'outils de DSAS.

### 2.3. Les données disponibles :

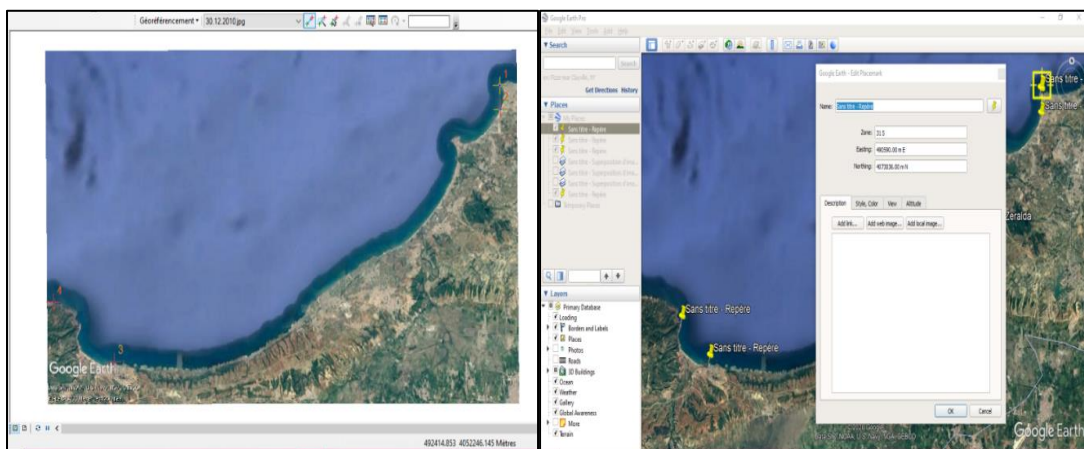
Les données disponibles utilisées pour analyser l'évolution passée et actuelle du trait de côte sont des images satellitaires prises de logiciels Google EarthPro :

- Les traits de cotes issus des images satellitaires extraites de Google Earth (2010-2020).



**Figure 61:** Les images Google Earth de la zone d'étude (2010, 2020).

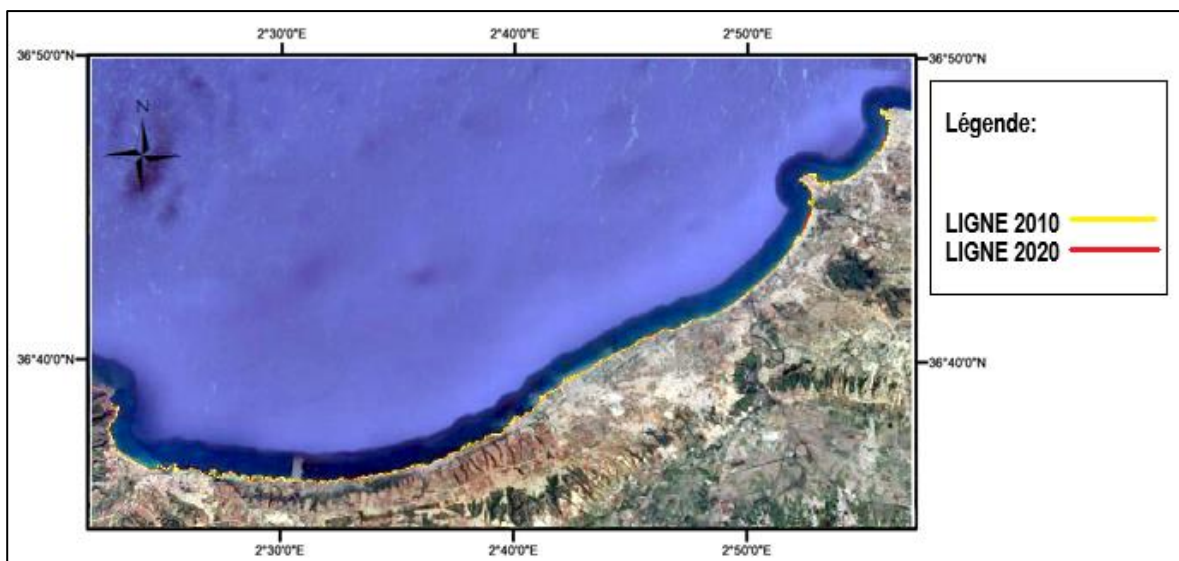
- Le géo-référencement a été fait à l'aide du logiciel Arcgis.



**Figure 62:** Méthode de géo-référencement à l'aide du logiciel Google Earth et Arcgis.

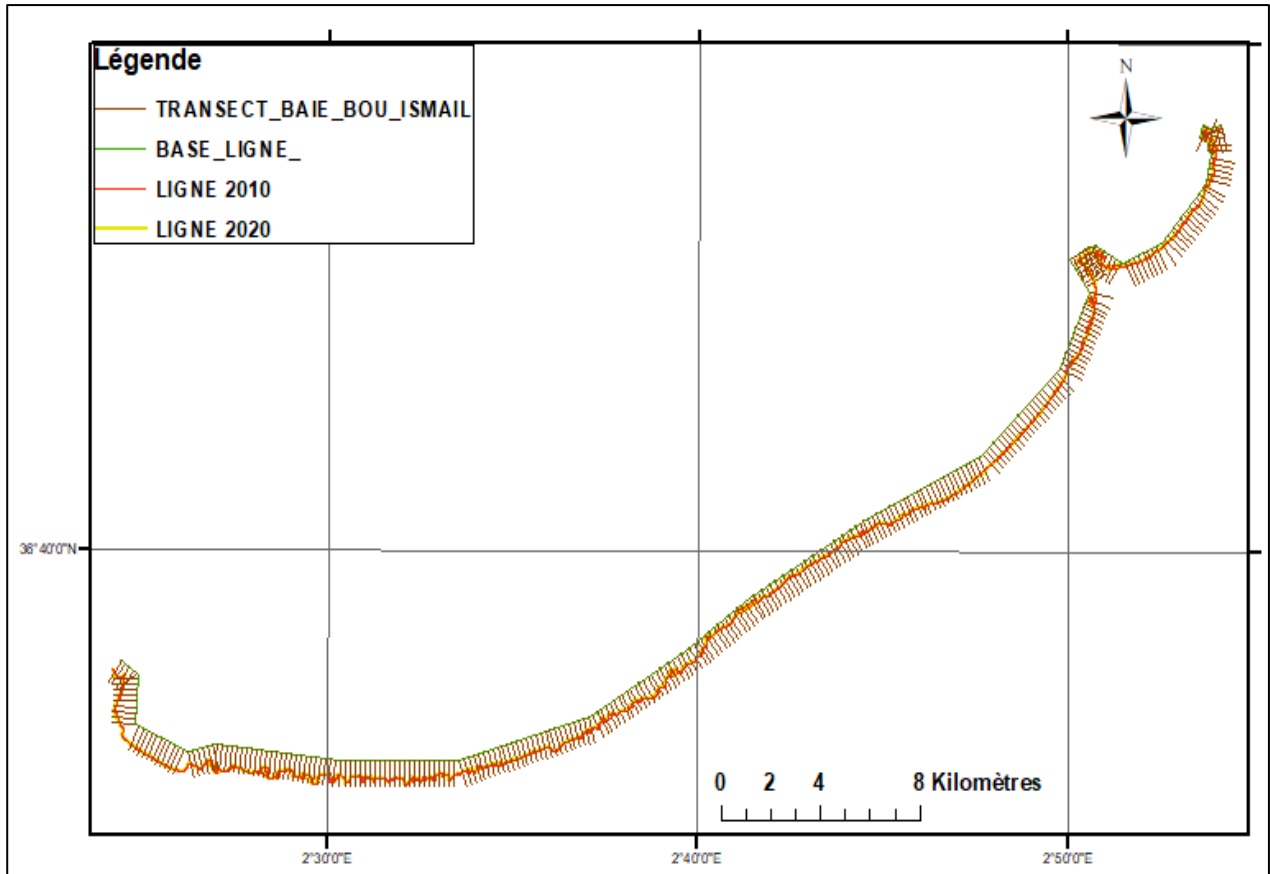
#### 2.4. Variation de la ligne de rivage

La digitalisation de la ligne de rivage sur les images a permis la superposition des tracés; le résultat obtenu est présenté ci-dessous :



**Figure 63 :** Évolution du trait de côte de la Baie de Bou Ismail et d'El Djamila entre les années **2010** et **2020**.

### 2.5. Évaluation du taux d'évolution du trait de côte :



**Figure 64:** Evolution du trait de côte selon la période **2010-2020**.

Les mesures effectuées sont représentées dans un **Tableau** :

**Tableau8:** L'indicateur EPR dans la période **2010-2020**.

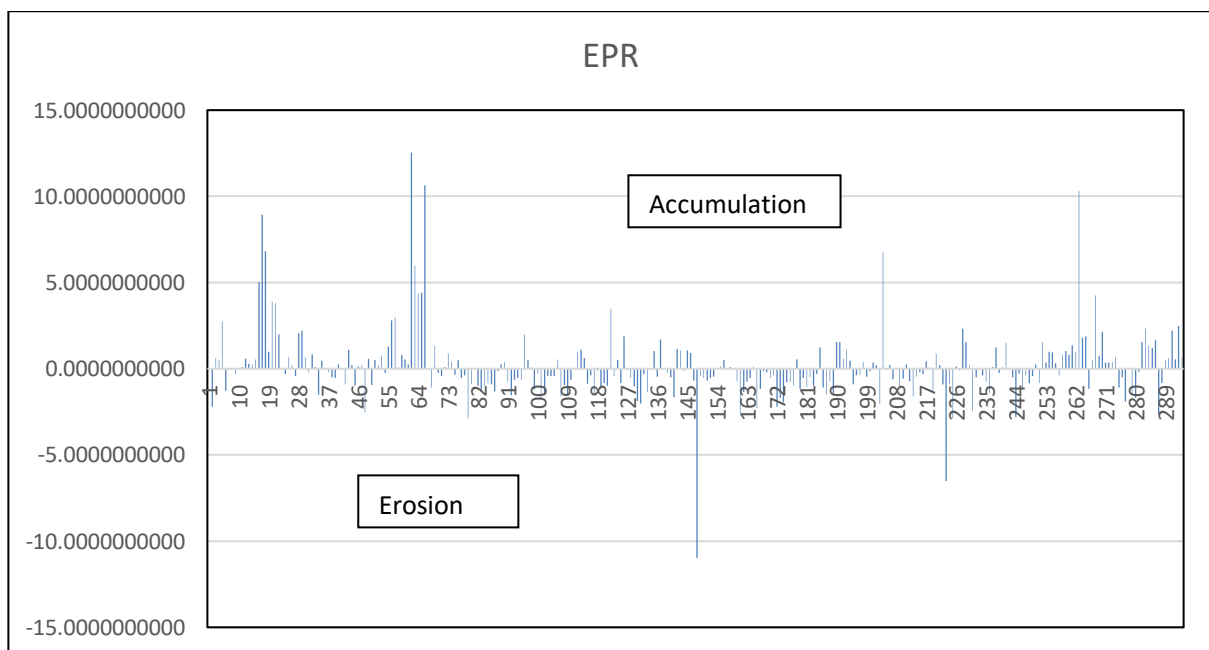
Table					object identifi					Transect					TCD					EPR					ECI																																																																																																																																																																																																																																																																																												
TRANSECT_BAIE_BOU_ISMAIL_rates_20200723_21264					61	63	1240	0.25	1.46	62	64	1260	12.53	1.46	63	65	1280	5.98	1.46	64	66	1300	4.36	1.46	65	67	1320	4.42	1.46	66	68	1340	10.63	1.46	67	69	1360	0.02	1.46	68	70	1380	-1.1	1.46	69	71	1400	1.32	1.46	70	72	1420	-0.24	1.46	71	73	1440	-0.41	1.46	72	74	1460	0.08	1.46	73	75	1480	0.88	1.46	74	76	1500	0.39	1.46	75	77	1520	-0.35	1.46	76	78	1540	0.52	1.46	77	79	1560	-0.52	1.46	78	80	1580	-0.37	1.46	79	81	1600	-2.86	1.46	80	82	1620	-0.86	1.46	81	83	1640	0.02	1.46	82	84	1660	-1	1.46	83	85	1680	-1.3	1.46	84	86	1700	-1.01	1.46	85	87	1720	-0.83	1.46	86	88	1740	-0.9	1.46	87	89	1760	-1.32	1.46	88	90	1780	-0.13	1.46	89	91	1800	0.24	1.46	90	92	1820	0.39	1.46	91	93	1840	-0.76	1.46	92	94	1860	-1.53	1.46	93	95	1880	-0.64	1.46	94	96	1900	-0.52	1.46	95	97	1920	-0.64	1.46	96	98	1940	2	1.46	97	99	1960	0.51	1.46	98	100	1980	0.06	1.46	99	101	2000	-1.22	1.46	100	102	2020	-0.29	1.46	101	103	2040	-1.8	1.46	102	104	2060	-1.54	1.46	103	105	2080	-0.41	1.46	104	106	2100	-0.44	1.46	105	107	2120	-0.41	1.46	106	108	2140	0.53	1.46	107	109	2160	-1.6	1.46	108	110	2180	-0.95	1.46	109	111	2200	-1.48	1.46	110	112	2220	-0.66	1.46	111	113	2240	-0.07	1.46	112	114	2260	0.97	1.46	113	115	2280	1.11	1.46	114	116	2300	0.63	1.46	115	117	2320	-0.87	1.46	116	118	2340	-0.38	1.46	117	119	2360	-1.47	1.46	118	120	2380	-0.12	1.46	119	121	2400	-1.14	1.46	120	122	2420	-0.84	1.46	121	123	2440	-1	1.46

object identifi	Transect	TCD	EPR	ECI	object identifi	Transect	TCD	EPR	ECI	object identifi	Transect	TCD	EPR	ECI	object identifi	Transect	TCD	EPR	ECI
121	123	2440	-1	1.46	151	153	3040	-0.67	1.46	181	183	3640	-1.05	1.46	211	213	4240	0.25	1.46
122	124	2460	3.48	1.46	152	154	3060	-0.52	1.46	182	184	3660	-0.5	1.46	212	214	4260	-0.74	1.46
123	125	2480	-0.43	1.46	153	155	3080	-0.45	1.46	183	185	3680	-0.99	1.46	213	215	4280	-1.61	1.46
124	126	2500	0.51	1.46	154	156	3100	0.03	1.46	184	186	3700	-0.33	1.46	214	216	4300	-0.45	1.46
125	127	2520	-0.85	1.46	155	157	3120	0.15	1.46	185	187	3720	1.24	1.46	215	217	4320	-0.2	1.46
126	128	2540	1.89	1.46	156	158	3140	0.49	1.46	186	188	3740	-1.11	1.46	216	218	4340	-0.31	1.46
127	129	2560	-0.1	1.46	157	159	3160	0.03	1.46	187	189	3760	-1.5	1.46	217	219	4360	0.43	1.46
128	130	2580	-0.55	1.46	158	160	3180	0.08	1.46	188	190	3780	-0.73	1.46	218	220	4380	0.04	1.46
129	131	2600	-1.01	1.46	159	161	3200	0	1.46	189	191	3800	-1.49	1.46	219	221	4400	-1.26	1.46
130	132	2620	-1.86	1.46	160	162	3220	-0.74	1.46	190	192	3820	1.55	1.46	220	222	4420	0.89	1.46
131	133	2640	-2.03	1.46	161	163	3240	-2.61	1.46	191	193	3840	1.54	1.46	221	223	4440	0.2	1.46
132	134	2660	-0.32	1.46	162	164	3260	-1.34	1.46	192	194	3860	0.57	1.46	222	224	4460	-0.91	1.46
133	135	2680	-1.34	1.46	163	165	3280	-0.75	1.46	193	195	3880	1.11	1.46	223	225	4480	-6.5	1.46
134	136	2700	-0.09	1.46	164	166	3300	-0.55	1.46	194	196	3900	0.47	1.46	224	226	4500	-0.89	1.46
135	137	2720	1.02	1.46	165	167	3320	0.13	1.46	195	197	3920	-0.91	1.46	225	227	4520	-2.86	1.46
136	138	2740	-0.46	1.46	166	168	3340	-2.27	1.46	196	198	3940	-0.37	1.46	226	228	4540	0.14	1.46
137	139	2760	1.68	1.46	167	169	3360	-1.18	1.46	197	199	3960	-0.36	1.46	227	229	4560	-0.08	1.46
138	140	2780	0.02	1.46	168	170	3380	-0.12	1.46	198	200	3980	0.39	1.46	228	230	4580	2.34	1.46
139	141	2800	-0.25	1.46	169	171	3400	-0.2	1.46	199	201	4000	-0.47	1.46	229	231	4600	1.54	1.46
140	142	2820	-0.5	1.46	170	172	3420	-0.53	1.46	200	202	4020	-0.11	1.46	230	232	4620	0.21	1.46
141	143	2840	-1.66	1.46	171	173	3440	-0.37	1.46	201	203	4040	0.36	1.46	231	233	4640	-2.42	1.46
142	144	2860	1.14	1.46	172	174	3460	-2.2	1.46	202	204	4060	0.2	1.46	232	234	4660	-0.51	1.46
143	145	2880	1.05	1.46	173	175	3480	-1.69	1.46	203	205	4080	-2.06	1.46	233	235	4680	-0.04	1.46
144	146	2900	-0.13	1.46	174	176	3500	-1.96	1.46	204	206	4100	6.79	1.46	234	236	4700	-0.4	1.46
145	147	2920	1.05	1.46	175	177	3520	-0.79	1.46	205	207	4120	-0.07	1.46	235	237	4720	-0.76	1.46
146	148	2940	0.92	1.46	176	178	3540	-0.77	1.46	206	208	4140	0.19	1.46	236	238	4740	-1.38	1.46
147	149	2960	-0.68	1.46	177	179	3560	-0.97	1.46	207	209	4160	-0.62	1.46	237	239	4760	0.11	1.46
148	150	2980	-10.99	1.46	178	180	3580	0.54	1.46	208	210	4180	-0.04	1.46	238	240	4780	1.25	1.46
149	151	3000	-0.41	1.46	179	181	3600	-1.15	1.46	209	211	4200	-1.01	1.46	239	241	4800	-0.25	1.46
150	152	3020	-0.54	1.46	180	182	3620	-0.53	1.46	210	212	4220	-0.57	1.46	240	242	4820	0.09	1.46
151	153	3040	-0.67	1.46	181	183	3640	1.05	1.46	211	213	4240	0.25	1.46	241	243	4840	1.51	1.46

object identifi	Transect	TCD	EPR	ECl	object identifi	Transect	TCD	EPR	ECl
241	243	4840	1.51	1.46	265	267	5320	1.89	1.46
242	244	4860	-0.03	1.46	266	268	5340	-1.17	1.46
243	245	4880	-0.51	1.46	267	269	5360	0.49	1.46
244	246	4900	-2.8	1.46	268	270	5380	4.25	1.46
245	247	4920	-0.27	1.46	269	271	5400	0.73	1.46
246	248	4940	-1.11	1.46	270	272	5420	2.14	1.46
247	249	4960	-0.37	1.46	271	273	5440	0.37	1.46
248	250	4980	-0.82	1.46	272	274	5460	0.37	1.46
249	251	5000	-0.44	1.46	273	275	5480	0.41	1.46
250	252	5020	0.25	1.46	274	276	5500	0.64	1.46
251	253	5040	-0.83	1.46	275	277	5520	-1.08	1.46
252	254	5060	1.55	1.46	276	278	5540	-0.5	1.46
253	255	5080	0.36	1.46	277	279	5560	-1.9	1.46
254	256	5100	0.97	1.46	278	280	5580	0.01	1.46
255	257	5120	0.95	1.46	279	281	5600	-1.5	1.46
256	258	5140	0.3	1.46	280	282	5620	-1.69	1.46
257	259	5160	-0.38	1.46	281	283	5640	-0.15	1.46
258	260	5180	0.79	1.46	282	284	5660	1.53	1.46
259	261	5200	1.01	1.46	283	285	5680	2.32	1.46
260	262	5220	0.8	1.46	284	286	5700	1.37	1.46
261	263	5240	1.34	1.46	285	287	5720	1.2	1.46
262	264	5260	0.98	1.46	286	288	5740	1.65	1.46
263	265	5280	10.31	1.46	287	289	5760	-2.63	1.46
264	266	5300	1.79	1.46	288	290	5780	-0.85	1.46
265	267	5320	1.89	1.46	289	291	5800	0.49	1.46
266	268	5340	-1.17	1.46	290	292	5820	0.6	1.46
267	269	5360	0.49	1.46	291	293	5840	2.21	1.46
268	270	5380	4.25	1.46	292	294	5860	0.54	1.46
269	271	5400	0.73	1.46	293	295	5880	2.46	1.46
270	272	5420	2.14	1.46	294	296	5900	0.65	1.46
271	273	5440	0.37	1.46					

### 3. Résultat graphique

On a projeté le support statistique de l'indicateur EPR, pour élaborer des cartes représentatives de cette tendance selon la période suivante, afin de bien comprendre la dynamique du trait de côte :



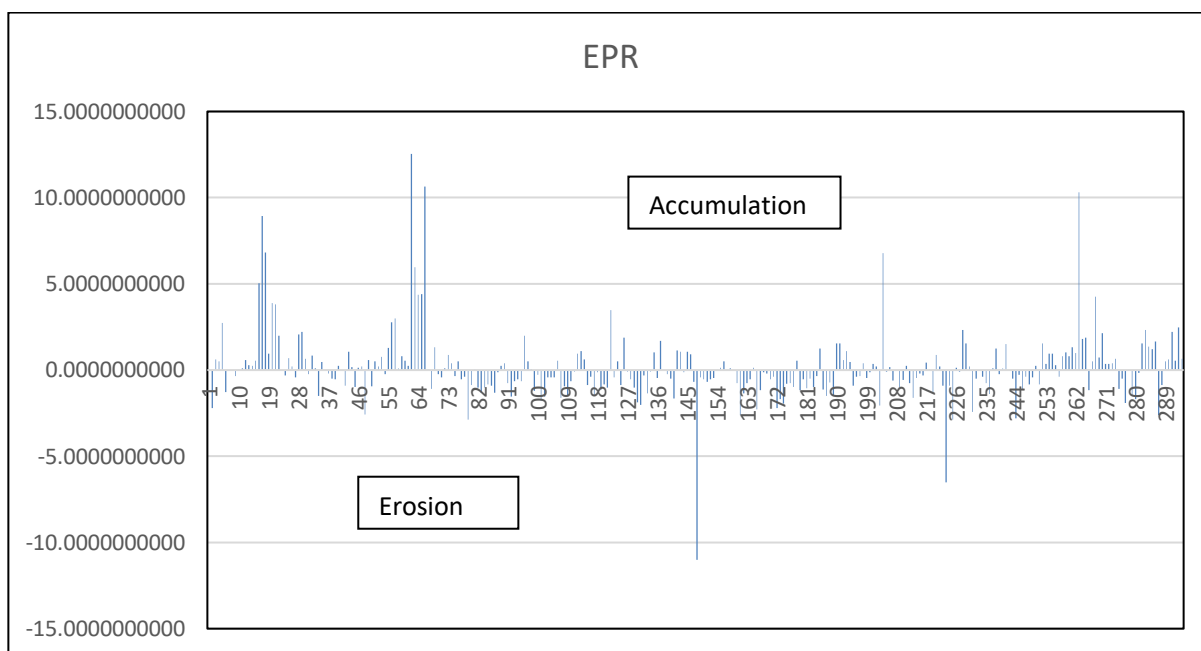


Figure 65: L'indicateur EPR dans la période 2010-2020.

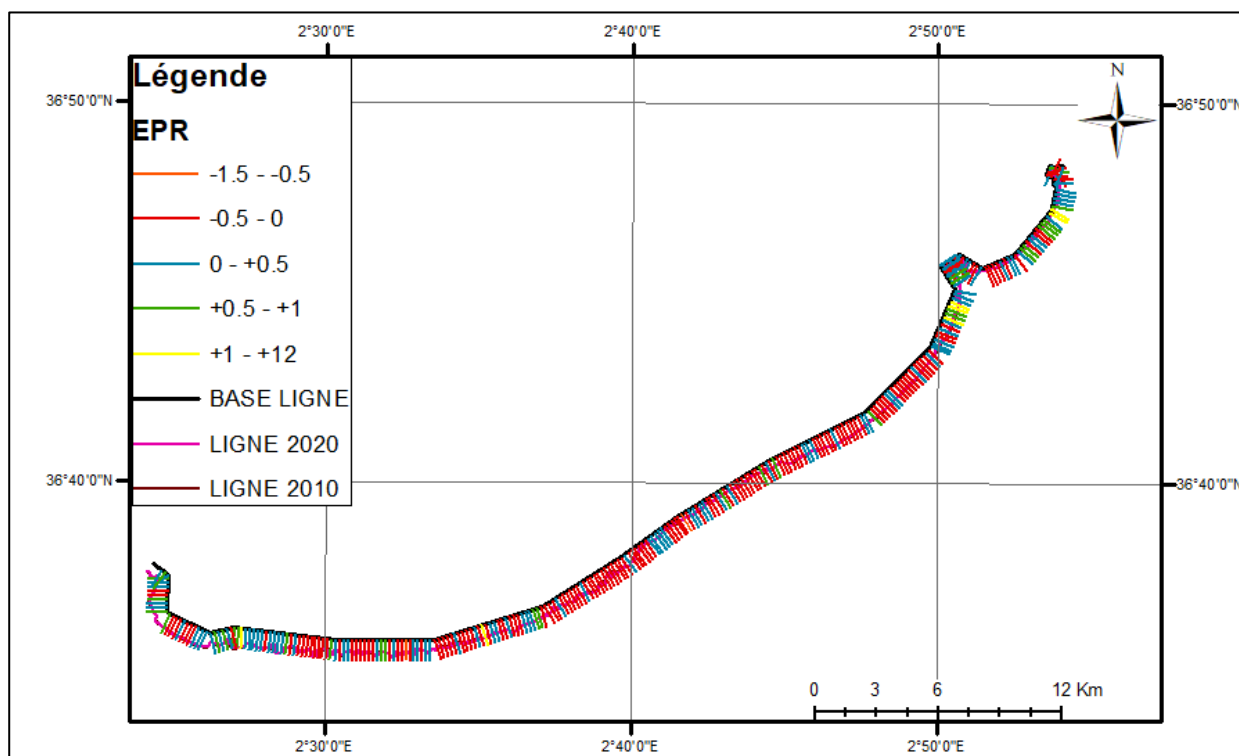


Figure 66: Illustration du rythme d'évolution du trait de côte en m/an entre 2010 et 2020.

### 3.1. Commentaire :

D'après ces résultats, on remarque qu'on a assisté à :

- a. **Un recul significatif de 0.5 m/an** : en couleur rouge, dans les parties suivantes : Plage Est de Sidi Fredj, l'Ouest de Plage de Palm Beach-Mazafran jusqu'au plage Colonel Abbes, au niveau du Front de mer de Bou Ismail, l'Ouest du Port de Khemisti, à l'Est et l'Ouest

du Port Bouharoun jusqu'au plage de Ain Tagourait, au niveau de la jetée principale du Port de Tipaza à l'Ouest du complexe touristique de plage de Chenoua.

- b. **Un recul important entre 0.5 et 1.5 m/an** : en couleur orange à l'Est du front de mer de Bou Ismail et l'Ouest de Ain Tagourait.
- c. **Une avancée significative de +0.5 m/an** : colorée en bleu dans le côté ouest de la plage EL Djamila, plage Club des pins, plage Mazafran, côté Ouest et Est du Front de mer de Bou Ismail et le côté Ouest de Ain Tagourait.
- d. **Une avancée importante entre 0.5 et 1 m/ an** : coloré en vert à l'Ouest du port El Djamila et au niveau de la récente batterie des brises lames de la plage Palm Beach-Mazafran.
- e. **Et une avancée très importante (+1 m/ an à +12 m)** : coloré en jaune à l'Ouest du Port de Tipaza l'Ouest de plage El Djamila et l'Est de plage Palm Beach- Mazafran représente la construction des brises lames dans la plage Palm Beach-Mazafran en **2014**.

L'EPR traduit l'évolution calculée entre la distance de deux points situés sur deux lignes de rivage en fonction des années choisies. Les résultats ont été exportés dans Excel où les calculs du taux d'évolution global du trait de côte et des taux moyens sur les parties proximales, médianes et distales des flèches ont été faits.

En moyenne, l'évolution du trait de côte est une avancée de **0.1407m/an** entre **2010** et **2020**.

A partir des observations sur le terrain, il est évident que le recul de la ligne de côte sur le littorale la baie de Bou Ismail est le résultat d'un déséquilibre sédimentaire lié à l'action dynamique de la houle et des courants littoraux accentués par l'intervention humaine.

Les courants littoraux dominants se chargent de faire transiter le matériel sableux côtier d'un aménagement vers l'autre : les sédiments déplacés d'une zone et stockés dans l'autre.

Cette érosion constitue une menace non seulement pour les habitations mais aussi pour l'environnement.

En effet, la présence d'ouvrages maritimes à une influence négative sur l'environnement : en plus de la contribution de "pollution visuelle", ces ouvrages ne font que déplacer les problèmes d'érosion de quelques centaines de mètres, bloquent la dérive littorale et induisent ainsi un déficit d'apport en sédiments en aval de l'ouvrage et donc une érosion locale (**Annane, Kemila, Ladjimi, 2007**).

#### **4. Impact sur la pollution :**

La pollution de l'eau et celle des sédiments marins représente le grand danger qui menace le milieu marin. Les rejets dans l'eau de mer dus à l'activité humaine des substances nuisibles et toxiques de quantités excessives par leurs impacts arrivent dans le milieu marin via les cours d'eau ou apportés par les vents et les pluies causent la destruction des écosystèmes marins. Cela fait des dégâts au niveau de la faune et la flore marine et des dommages aux paysages côtiers

Selon le PNUE (Programme des Nations unies pour l'environnement, 2010), 80 % environ des pollutions marines sont d'origine terrestre et anthropique (produites par les activités humaines). La mer méditerranée est soumise à un problème grave de pollution due à l'accroissement des apports anthropogéniques côtiers de ses pays riverains en voie d'industrialisation, la civilisation moderne et l'activité de l'Homme sont indéniablement les causes principales de la contamination de l'hydrosphère (Salomon, 2003).

Selon plusieurs études, la Baie de Bou Ismail connaît un niveau de pollution et de vulnérabilité très élevé résultant de différents aménagements (ports, épis, brise-lames...) qui ont été fait au niveau des côtes et la surexploitation non surveillée de la ressource de sable, il est donc nécessaire de surveiller et estimer le taux d'évolution et de dégradation de ses côtes. Ci-dessous une carte synthétique montrant l'ensemble des aménagements ainsi que certains de leurs impacts.

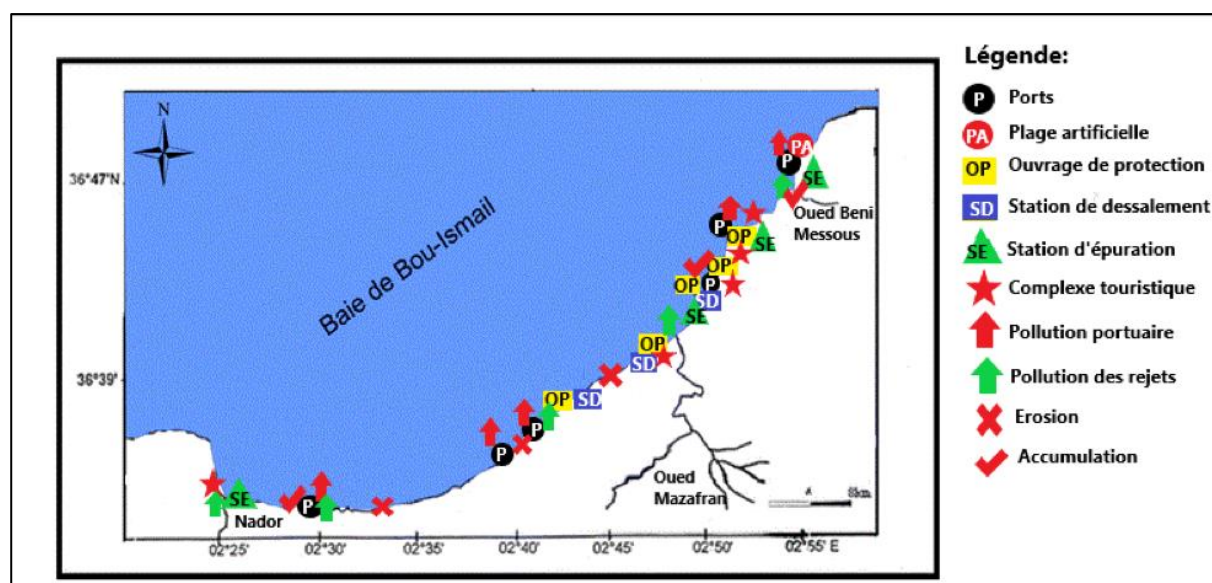


Figure 67: Impacts des aménagements sur le littoral.

## **CONCLUSION :**

La baie de Bou Ismail et la baie d'El Djamila est un domaine littoral qui permet d'étudier et mieux comprendre l'incidence des processus naturels et anthropiques sur la dynamique sédimentaire. Cette baie, siège d'une urbanisation galopante, a fait l'objet d'un certain nombre d'aménagements côtiers. Ces aménagements ont créé des modifications dans la répartition et la distribution des sédiments qui ont conduit à la dégradation de l'environnement naturel de ce littoral.

Le littoral de la baie de Bou Ismail est en état de déséquilibre. Les éléments qui contrôlent le bon fonctionnement de la régularisation du trait de côte subissent jusqu'à l'instant des effets indésirables dus aux aménagements fluviaux, portuaires, touristiques. Ainsi le processus de l'anthropisation et la littoralisation des côtes dans l'aire d'étude s'intègre dans le cadre de cette réalité mondiale.

Le littoral de cette baie connaît une forte pression due aux activités humaines, cette pression cause des dommages considérables aux écosystèmes et aux paysages côtiers. L'occupation anarchique des espaces littoraux et la surexploitation de ses ressources sont également à l'origine des problèmes de l'érosion et de la dégradation des milieux marins.

Les effets des activités humaines sont aujourd'hui visibles dans la quasi-totalité des eaux marines côtières qui est souvent complexe et sensible à la pollution, en raison de la lenteur du renouvellement des eaux qui sont souvent peu profondes.

Cette baie est devenue dénaturisée, trop artificialisée et chargée par l'implantation des infrastructures portuaires et de complexes touristiques et sa provoque la perturbation d'équilibre sédimentaire et aggrave le phénomène d'érosion sur la côte.

Enfin, la préservation de ce patrimoine environnemental fragile et paysager encore riche nécessite une gestion intégrée. Il est proposé pour en valoriser les potentialités dans le futur de promouvoir une méthode de gestion basée sur une approche participative.

Il est nécessaire d'imposer un suivi spatio-temporel, pour surveiller l'évolution de l'état de la baie de Bou-Ismail.

## Bibliographie

- (PAC), P. d. (2004.)** : *Protection des sites sensibles naturels marins du secteur Cap Djinet au Mont Chenoa. Bilan et diagnostic, partie I caractéristiques physiques, Projet PAC/ MATE-PAM/CAR ASP, 64p.*
- R.M.(1978. )** : *Météo –Vent –Nuage-Tempêtes. Edition maritime d'autre mer. 150p .*
- Abdi, K. ( 2003 )** : *Travaux d'aménagement d'un port de peche et de pla1sance a El Djam1la. Memoire d'ingeniorat, ISMAL.10-26p.*
- ANFUSO, G. M. (2005)** : *Towards management of coastal erosion problems and human structure impacts using GIS tools: case study in Ragusa Province, Southern Sicily, Italy: Environmental Geology. 48 (4-5)p,p, 646 – 659p.*
- ANNANE, G. K. (2007)** : *Inventaire et impacts des ouvrages côtiers sur le milieu marin dans la baie de Bou Ismail Algéroise : Mémoire d'ingénieur. Sciences de la mer. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL.*
- Bachouche. (2010)** : *Les ports d'Alger et de Bouharoun : Etude des paramètres, granulométriques, biologiques et de pollution dans les sédiments et l'eau en vue d'une opération de dragage.*
- BARTLETT, D. S. (2005)** : *GIS for coastal zone management. Florida: CRC press, 2-6p.*
- Bechar et Ahtout (2015)** : *Impact du milieu marin sur la qualité du béton. : Mémoire d'ingénieur. Sciences de la mer. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL.*
- Beer, T. (1997)** : *Environnementale océanographie .London. CRC press.*
- Belaidi et Hamdous. (2016)** : *Etude hydrosédimentaire du rivage de khemisti . Mémoire d'ingénieur. Sciences de la mer. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL.*
- Belkasm, S. (2015)** : *Impacts des infrastructures littorales sur l'évolution du trait de cote dans une zone soumise à un fort transit sédimentaire : Mémoire d'ingénieur. Sciences de la mer. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL.*
- BENZOHR, M. (1993)** : *Les structures hydrodynamiques le long des côtes Algériennes. Workshop sur la circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes du Maghreb, 911 novembre 1992. Centre d'Océanologie de Marseille INOC, 33-44p.*
- BIRD. (1985)** : *Coastal changes, a global rewiew. London: Wiley. Chichester, 1985, 219 p.*
- BRAIK, D. (1998)** : *Étude de la dynamique sédimentaire devant Bou-Ismaïl: Morphologie, sédimentologie, problème d'érosion littoral. Thèse de Magister. Géologie marine. Bab Ezzouar : USTHB.*
- BRGM. (2013)** : *Etude sur la vulnérabilité et l'adaptation de la Wilaya d'Alger au changement climatique et aux risques naturels .*
- BRGM. (2013)** : *Etude sur la vulnérabilité et l'adaptation de la Wilaya d'Alger au changement climatique et aux risques naturels.*

**Bouhouali et Guerra (2016)** : *Suivi des paramètres de pollution des eaux littorales de la Baie de Bou-Ismaïl et impact des aménagements côtiers : Mémoire d'ingénieur. Sciences de la mer. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL.*

**Chapon.J. (1984)** : *Travaux maritimes, T. 1.. Ingenieur General des Ponts et Chaussees. Editio Eyrolles 216-218p.*

**COOPER, J. A. (1998)** : *Contemporary multidisciplinary approaches to coastal classification and environmental risk analysis. Journal of Coastal Research, N°14(2),512-524p.*

**CROWELL, M.(1993)** : *Shore-line change rate analysis: long term versus short term data. Shore and Beach.*

**D.T.P de Tipaza. (2007)** : *Direction des Travaux publiques. Caractéristiques techniques du port de Bouharoun: D.T.P*

**FAYE. (2012)**: *Cartographie normalisée de l'évolution du trait de cote. Revue trimestrielle sur l'imagerie géographique et les formes du territoire. France: LETG UMR 6554 CNRS, laboratoire Géomer, Institut Universitaire Européen de la Mer, Université de Bretagne Occident.*

**Grimes, S. (2010)** : *Peuplements benthiques des substrats meubles de la côte Algérienne: taxonomie, structure et statut écologique. Thèse de doctorat. Biologie et pollution marines.*

**HEO, J.(2009)** : *A new methodology for measuring coastline recession using buffering and non-linear least squares estimation. International Journal of geographical information science, N°23 (9),1165 – 1177p.*

**LECLAIRE, L. (1972)** : *La sédimentologie holocène sur le versant méridional du bassin Algéro – Balear (Précontinent algérien). Mémoire du muséum national d'histoires naturelles, nouvelle série. Tome XXIV. France : éd du muséum, 319 p.*

**LEM. (2009)** : *Laboratoire des Etudes Maritimes: L.E.M.*

**Martiti et Hakem. (2009)** : *Aménagement du port de Tipaza. Mémoire d'ingénieur. Sciences de la mer. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL.*

**Meziane, A. (2016)** : *Modélisation numérique de la cinématique du trait de côte et la dynamique sédimentaire des plages sableuses (Oran, Bou-Ismaïl, Alger, Bejaia et Skikda) Cas d'étude : Sidi Fredj.*

**MTP. (2020)** : *Ministere des travaux publics :M.T.P.*

**O.N.M. (2003)** : *Office National de la Météorologie. Relève météorologique 1993- 2004.*

**PASKOFF, R. (1993)** : *Côtes en danger. Paris : Masson, 250 p.*

**Rabehi et Rahal. (2011)** : *Aménagement du port d'El Djamila, avantages et inconvénients et comportements des structures.*

**S.S.M.O. (1963-1970)** : *Tome II Zone Algérienne.*

**SALOMON, J. (2003)** : *Danger pollutions!. Collection « Scieteren ». France : Presse Universitaire de Bordeaux, 170p.*

**Suanez,S.(1997)** : *Dynamique sédimentaire actuelle et récente de la frange littoral orientale du delta du Rhône .Thèse de doctorat de l'université de Provence (Aix-Marseille),28p.*

**Tipaza, D. (2020)** : *Direction des travaux publics Tipaza :D.T.P*

**ZERROUKI, M.(2014)** : *Etude de l'Acidification et de l'Oxygénation de la côte Algéroise. Thèse de magister. Géo-risque et aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL,117p.*

## ملخص:

يأخذ الخط الساحلي لخليجي بوسماعيل والجميلة مظاهر متنوعة للغاية من وجهة نظر جيومورفولوجية ، حيث يؤوي مساحات شاسعة من السواحل الصخرية ومساحات شاسعة من الشواطئ الرملية وكذلك الأراضي الرطبة أو القطاعات المصطنعة. تتطور هذه الحافة الساحلية تحت تأثير الديناميكيات الطبيعية والعمل البشري. وبالتالي، يمكن أن يكون الخط الساحلي مستقرًا أو يتقدم أو يتراجع.

## Résumé :

Le littoral des baies de Bou Ismail et d'El Djamila prend des allures très diverses de point de vue géomorphologique, abritant à la fois d'importants linéaires de côtes rocheuses, de vastes étendues de plages sableuses mais aussi des zones humides ou encore des secteurs artificialisés. Cette frange littorale évolue sous l'influence des dynamiques naturelles et de l'action de l'Homme. Ainsi, le trait de côte peut être stable, en progression ou en recul.

## Abstract

The coastline of the bays of Bou Ismail and El Djamila takes on very diverse appearances from a geomorphological point of view, sheltering both significant stretches of rocky coasts, vast expanses of sandy beaches but also wetlands or sectors artificialized. This coastal fringe evolves under the influence of natural dynamics and human action. Thus, the coastline can be stable, progressing or receding.