

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا للعلوم البحر وتهيئة الساحل
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



**MEMOIRE DE FIN d'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR EN SCIENCES DE LA MER**

OPTION : INGENIERIE DE L'ENVIRONNEMENT MARIN ET COTIER

Thème :

Variabilité morphologique des embouchures des grands oueds de la côte Algérienne

Présenté par :

- **Mlle Maha SOUMATI**
- **Mlle Nadjah CHOUIKI**

Soutenu le 06/11/2021 devant le jury suivant :

| | | |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| M. Rabah Belkessa | Professeur (ENSSMAL) | Président du jury |
| Mme. Fouzia Houma-Bachari | Professeur (ENSSMAL) | Promotrice |
| Mlle. Romäissa Harid | Doctorante (ENSSMAL) | Co-promotrice |
| Mlle. Mehdiä Keraghel | MCB (ENSSMAL) | Examinatrice |
| M. Housseyn Otmani | MCB (ENSSMAL) | Examineur |

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier « Dieu » très clément et sa sainte miséricorde qui nous a donné la force et la patience, ainsi que la bonne volonté pour achever ce modeste travail et ce cursus universitaire.

Nous adressons le plus sincère remerciement à nos chers parents pour leur affection, leur compréhension, leur patience et leur soutien constant. Puisse dieu leur accorder santé, bonheur et longue vie.

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude et un grand respect à notre promotrice Pr. Fouzia HOUMA-BACHARI d'avoir accepté de diriger ce travail malgré ses multiples occupations ainsi que notre Co-promotrice Mlle Romaïssa HARID qui a assuré la bonne direction de ce travail avec ses conseils et ses critiques judicieuses qui auront été indispensables à la bonne réalisation de ce mémoire, qu'elle trouve ici l'expression de notre plus sincère reconnaissance.

Nous adressons nos sincères remerciements, à M. BELKESSA.R de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de notre soutenance. Nous tenons également à remercier très chaleureusement les membres de jury M. OTMANI.H et Mlle KERAGHEL.M qui nous ont fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nos vifs remerciements à M. YUCEF, M. FERNANE, Mlle KERAGHEL, M. OTMANI, M. AIT KACI, M. AROUA, d'une façon toute particulière de nous avoir guidé et conseillé pendant la réalisation de ce travail et surtout pour leurs grandes disponibilités et patiences.

On voudrait également remercier tous les professeurs et toute personne de l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral plus particulièrement les bibliothécaires, les agents de maintenance et de sécurité qui nous ont porté leur précieuse aide et surtout leur soutien moral durant toutes les années d'étude à l'école.

Nos sincères remerciements et reconnaissances s'adresse aussi à Mme IAICHE Nassima (CNERU) pour leur inestimable aide et leurs précieux conseils.

Enfin, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, puissiez-vous trouver ici, toute notre reconnaissance.

Dédicaces

A cœur vaillant rien d'impossible

A conscience tranquille tout est accessible

Quand il y a la soif d'apprendre

Tout vient à point à qui sait attendre

Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui ont Contribué de Près ou de loin À l'élaboration de ce travail plus particulièrement :

A Mon Père

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

A ma mère

« Tu m'as donnée la tendresse et le courage pour réussir tout ce que je peux offrir ne pour a exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte, je t'offre ce modeste travaille pour tout remercier pour les sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entourée ».

À mes frères Badreddine et Mohamed Ali

Ils sont présents à tous mes examens avec leur soutien moral et leur beauté Douces surprises. Je vous souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de Sérénité.

A mon oncle paternel Djamal

Je te remercie pour ton aide et ton grand soutien.

A tous les membres de ma famille Chouiki et Kaddour, petits et grands

Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection

A mes chères amies, Achouak, Meriem, Hadjer et Linda

Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des amis sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

A mon binôme Maha

Je vous dédie ce travail d'avoir eu le courage de l'achever malgré toutes les difficultés et tout ce que tu as enduré, avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

NADJAH

Dédicaces

À cœur vaillant rien d'impossible

À conscience tranquille tout est accessible

Quand il y a la soif d'apprendre

Tout vient à point à qui sait attendre

À mes très, très chers parents, source d'amour et d'affection ;

À mes très chers frères, Ahmed et Zinedine qui comptent énormément pour moi ;

À tous mes autres proches exclusivement mes grand-père mes tantes ;

À mes chers amis, Wassina, Ahlem, Lina, Hadjer, Nadjet à qui je tiens plus particulièrement ; j'espère que je n'ai oublié personne ;

À toutes les personnes qui m'ont soutenu et encouragé tout au long de cette année ;

Ainsi qu'à tous ceux qui me connaissent à l'ENSSMAL et avec qui j'ai passé cinq ans inoubliables ;

À Nadjah, mon binôme qui est sérieuse et toujours en bonne humeur ;

Je dédie ce travail.

MAHA

Sommaire

| | |
|---|-----------|
| Sommaire | 1 |
| Liste des Figures | iv |
| Liste des tableaux | ix |
| Abréviations | x |
| Introduction | 12 |
| 1 Généralité | 15 |
| 1.1 L'interaction terre-mer | 15 |
| 1.2 Le système littoral | 15 |
| 1.2.1 Le littoral | 15 |
| 1.2.2 Le trait de côte | 16 |
| 1.2.3 L'évolution du trait de côte | 16 |
| 1.2.4 La zone côtière | 16 |
| 1.3 L'influence des réseaux hydrologiques sur les eaux côtières | 17 |
| 1.3.1 La Rivière | 17 |
| 1.3.2 Le Fleuve | 17 |
| 1.3.3 L'Oued | 17 |
| 1.3.4 Le Bassin versant | 18 |
| 1.4 Les quantifications des apports fluviaux | 18 |
| 1.5 La morphologie côtière Algérienne | 19 |
| 1.6 Les paramètres physico-chimiques des eaux marines | 21 |
| 1.6.1 La Température | 21 |
| 1.6.2 La Salinité | 21 |
| 1.6.3 La Conductivité électrique | 21 |
| 1.6.4 La turbidité | 21 |
| 1.6.5 L'Oxygène dissous (OD) | 22 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1.6.6 | Le potentiel d'hydrogène (pH)..... | 22 |
| 1.6.7 | La Matière en suspension..... | 22 |
| 1.7 | La Granulométrie..... | 22 |
| 2 | Zone d'étude | 25 |
| 2.1 | Situation géographique des oueds | 25 |
| 2.1.1 | Le Golfe d'Arzew..... | 25 |
| 2.1.2 | La Baie de Bou-Ismaïl..... | 28 |
| 2.1.3 | La Baie d'Alger..... | 31 |
| 2.1.4 | La Baie de Zemmouri..... | 33 |
| 2.1.5 | Le Golfe de Béjaïa..... | 37 |
| 2.1.6 | La Baie de Jijel..... | 39 |
| 2.1.7 | Le Golfe d'Annaba..... | 42 |
| 2.2 | Facteurs hydrodynamiques | 44 |
| 3 | Matériels et Méthodes | 47 |
| 3.1 | Les Données in-situ | 47 |
| 3.1.1 | Sortie | 47 |
| 3.1.2 | Conditions météorologiques..... | 47 |
| 3.1.3 | Choix et localisation des stations | 47 |
| 3.1.4 | Conditionnement du matériel | 49 |
| 3.1.5 | Prélèvement d'eau de l'oued Mazafran..... | 49 |
| 3.1.6 | Mesure des paramètres physico-chimiques..... | 50 |
| 3.2 | Les Analyses granulométriques..... | 54 |
| 3.2.1 | Le prélèvement des sédiments sur le terrain | 54 |
| 3.2.2 | Les Travaux au laboratoire..... | 54 |
| 3.3 | Les étapes de traitement d'image satellitaire..... | 56 |
| 4 | Résultats et Discussion | 59 |

| | | |
|-------|---|-----------|
| 4.1 | Etude granulométrique et physicochimique à l'embouchure d'Oued Mazafran (étude de cas)..... | 59 |
| 4.1.1 | La Granulométrie | 59 |
| 4.1.2 | Les paramètres physico-chimiques | 62 |
| 4.2 | La variabilité saisonnière et interannuelle de la morphologie côtière autour des embouchures des grands Oueds de la côte Algérienne | 70 |
| 4.2.1 | Oued Chélif..... | 70 |
| 4.2.2 | Oued Mazafran..... | 71 |
| 4.2.3 | Oued El-Harrach | 72 |
| 4.2.4 | Oued Isser..... | 73 |
| 4.2.5 | Oued Sébaou | 74 |
| 4.2.6 | Oued Soummam..... | 75 |
| 4.2.7 | Oued El-Kebir | 76 |
| 4.2.8 | Oued Seybouse..... | 77 |
| | Conclusion..... | 79 |
| | Références | I |
| | Annexes | VI |

Liste des Figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Exemple de profils disposés tous les 200 mètres, fond de plan : ortho littorale (Cerama, 2018)..... | 16 |
| Figure 2 : Différence entre Rivière et Fleuve..... | 17 |
| Figure 3 : Les milieux de transition entre terre et mer. | 18 |
| Figure 4 : Localisation et morphologie du littoral algérien..... | 19 |
| Figure 5 : Situation géographique de la côte du littoral algérien. | 25 |
| Figure 6 : Situation géographique d'oued Cheliff | 26 |
| Figure 7 : Températures mensuelles entre 2006 et 2015 de Mostaganem (ONM, 2015)..... | 27 |
| Figure 8 : Précipitations mensuelles entre 2006 et 2015 à Mostaganem (ONM, 2015)..... | 27 |
| Figure 9 : Le Vent mensuelles entre 2006 et 2015 à Mostaganem (ONM, 2015)..... | 28 |
| Figure 10 : Situation géographique d'oued Mazafran | 29 |
| Figure 11 : Températures mensuelles entre 2006 et 2015 de Bou Ismail (ONM, 2015)..... | 29 |
| Figure 12 : Précipitations mensuelles entre 2006 et 2015 à Bou Ismail (ONM, 2015)..... | 30 |
| Figure 13 : Le vent mensuel entre 2006 et 2015 de Bou Ismail (ONM, 2015) | 30 |
| Figure 14 : Situation géographique d'oued El-Harrach | 32 |
| Figure 15 : <i>Températures mensuelles entre 2006 et 2015 d'Alger (ONM, 2015)</i> | 32 |
| Figure 16 : Précipitations mensuelles entre 2006 et 2015 à Alger (ONM, 2015)..... | 33 |
| Figure 17 : Le Vent mensuelles entre 2006 et 2015 à Alger (ONM, 2015)..... | 33 |
| Figure 18 : Situation géographique d'oued Isser | 34 |
| Figure 19 : Situation géographique d'oued Sébaou | 35 |
| Figure 20 : Températures mensuelles entre 2006 et 2015 de Boumerdès (ONM, 2015) | 36 |
| Figure 21 : Précipitations mensuelles entre 2006 et 2015 à Boumerdès (ONM, 2015) | 36 |
| Figure 22 : Le vent mensuel entre 2006 et 2015 de Boumerdès (ONM, 2015)..... | 37 |
| Figure 23 : Situation géographique d'oued Soummam | 38 |
| Figure 24 : Températures mensuelles entre 2006 et 2015 de Béjaia (ONM, 2015) | 38 |

| | |
|--|----|
| Figure 25 : Précipitations mensuelles entre 2006 et 2015 à Béjaïa (ONM, 2015) | 39 |
| Figure 26 : Le Vent mensuelles entre 2006 et 2015 à Béjaïa (ONM, 2015)..... | 39 |
| Figure 27 : Situation géographique d'oued El-Kebir..... | 40 |
| Figure 28 : Températures mensuelles entre 2006 et 2015 de Jijel (ONM, 2015)..... | 41 |
| Figure 29 : Précipitations mensuelles entre 2006 et 2015 à Jijel (ONM, 2015)..... | 41 |
| Figure 30 : Le Vent mensuelles entre 2006 et 2015 à Jijel (ONM, 2015)..... | 42 |
| Figure 31 : Situation géographique d'Oued Seybouse..... | 43 |
| Figure 32 : <i>Températures mensuelles entre 2006 et 2015 d'Annaba (ONM, 2015)</i> | 43 |
| Figure 33 : Précipitations mensuelles entre 2006 et 2015 à Annaba (ONM, 2015) | 44 |
| Figure 34 : Le Vent mensuelles entre 2006 et 2015 à Annaba (ONM, 2015) | 44 |
| Figure 35 : Situation des stations de prélèvement de l'eau dans l'embouchure d'oued Mazafran. | 48 |
| Figure 36 : prélèvement de l'eau d'oued Mazafran (Printemps, Été, 2021) | 49 |
| Figure 37 : La sonde multi-paramètre utilisée..... | 50 |
| Figure 38 : un turbidimètre optique..... | 51 |
| Figure 39 : matériels utilisés | 52 |
| Figure 40 : prélèvement de sédiments (Printemps, Été)..... | 54 |
| Figure 41 : Matériels utilisées dans la granulométrie..... | 55 |
| Figure 42 : La courbe granulométrique au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran au printemps..... | 59 |
| Figure 43 : La courbe granulométrique au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran en été. | 60 |
| Figure 44 : variation de la température (°C) au niveau d'oued Mazafran (avril, juillet 2021) | 62 |
| Figure 45 : Répartition de la température (°C) au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran (Saison P : printemps, Saison E : été 2021). | 63 |
| Figure 46 : variation de la salinité (PSU) au niveau d'oued Mazafran (avril, juillet 2021)..... | 64 |

| | |
|--|------|
| Figure 47 : Répartition de la salinité (PSU) au niveau de l’embouchure d’oued Mazafran (Saison P : printemps, Saison E : été 2021). | 65 |
| Figure 48 : variation de la turbidité(NTU) au niveau d’oued Mazafran (avril, juillet 2021).. | 66 |
| Figure 49 : Répartition de la turbidité (NTU) au niveau de l’embouchure d’oued Mazafran (Saison P : printemps, Saison E : été 2021). | 67 |
| Figure 50 : variation de la matière en suspension (mg/l) au niveau de l’oued Mazafran (avril, juillet 2021)..... | 68 |
| Figure 51 : Répartition de la matière en suspension (mg/l) au niveau de l’embouchure d’oued Mazafran (Saison P : printemps, Saison E : été 2021). | 69 |
| Figure 52 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Chélif entre 2000-2021 (Google Earth, 2021). | 70 |
| Figure 53 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Mazafran entre 2000-2021 (Google Earth, 2021). | 71 |
| Figure 54 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued El-Harrach entre 2000-2021 (Google Earth, 2021). | 72 |
| Figure 55 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Isser entre 2000-2021 (Google Earth, 2021). | 73 |
| Figure 56 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Sébaou entre 2000-2021 (Google Earth, 2021). | 74 |
| Figure 57 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Soummam entre 2000-2021 (Google Earth, 2021). | 75 |
| Figure 58 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued el-Kebir entre 2000-2021 (Google Earth, 2021). | 76 |
| Figure 59 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Seybouse entre 2000-2021 (Google Earth, 2021). | 77 |
| Figure 60 : La courbe granulométrique au niveau de l’embouchure d’oued Mazafran au printemps. (Station 1)..... | VIII |
| Figure 61 : La courbe granulométrique au niveau de l’embouchure d’oued Mazafran au printemps. (Station 2)..... | VIII |

| | |
|--|-------|
| Figure 62 : La courbe granulométrique au niveau de l’embouchure d’oued Mazafran au printemps. (Station 3)..... | VIII |
| Figure 63 : La courbe granulométrique au niveau de l’embouchure d’oued Mazafran en Eté. (Station 1)..... | IX |
| Figure 64 : La courbe granulométrique au niveau de l’embouchure d’oued Mazafran en Eté. (Station 2)..... | IX |
| Figure 65 : La courbe granulométrique au niveau de l’embouchure d’oued Mazafran en Eté. (Station 3)..... | IX |
| Figure 66 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Chélif entre 2000-2021 (Google Earth, 2021) | X |
| Figure 67 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Chélif entre 2000-2021(Google Earth, 2021) | XI |
| Figure 68 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Mazafran entre 2000-2021(Google Earth, 2021) | XII |
| Figure 69 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Mazafran entre 2000-2021(Google Earth, 2021) | XIII |
| Figure 70 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued El-Harrach entre 2000-2021(Google Earth, 2021) | XIV |
| Figure 71 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued El-Harrach entre 2000-2021(Google Earth, 2021) | XV |
| Figure 72 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Isser entre 2000-2021(Google Earth, 2021) | XVI |
| Figure 73 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Isser entre 2000-2021(Google Earth, 2021) | XVII |
| Figure 74 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Sébaou entre 2000-2021(Google Earth, 2021) | XVIII |
| Figure 75 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Soummam entre 2000-2021(Google Earth, 2021) | XIX |
| Figure 76 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Soummam entre 2000-2021(Google Earth, 2021) | XX |

| | |
|---|-------|
| Figure 77 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued El-Kebir entre 2000-2021(Google Earth, 2021). | XXI |
| Figure 78 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued El-Kebir entre 2000-2021(Google Earth, 2021) | XXII |
| Figure 79 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Seybouse entre 2000-2021(Google Earth, 2021). | XXIII |
| Figure 80 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Seybouse entre 2000-2021(Google Earth, 2021) | XXIV |

Liste des tableaux

| | |
|--|-----|
| Tableau 1 : les coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage | 49 |
| Tableau 2 : Les paramètres de position de la 1ère sortie (printemps)..... | 60 |
| Tableau 3 : Les paramètres de position de la 2ème sortie (été) | 60 |
| Tableau 4 : les indices granulométriques des deux stations (printemps, été) | 60 |
| Tableau 5 : Les résultats obtenus des paramètres mesurés in situ | 62 |
| Tableau 6 : Débits liquides d'oued Seybouse (ANRH, 1990-1991)..... | VI |
| Tableau 7 : Débits liquides d'oued Chélif (ANRH, 2000-2001)..... | VI |
| Tableau 8 : Débits liquides d'oued Chélif (ANRH, 2001-2002)..... | VI |
| Tableau 9 : Débits liquides d'oued Chélif (ANRH, 2002-2003)..... | VI |
| Tableau 10 : Débits liquides d'oued Chélif (ANRH, 2003-2004)..... | VI |
| Tableau 11 : Débits liquides d'oued Mazafran (ANRH, 2003-2004)..... | VII |
| Tableau 12 : Débits liquides d'oued Soummam (ANRH, 1991-1992)..... | VII |
| Tableau 13 : Débits liquides d'oued El-Harrach (ANRH, 2000-2001) | VII |
| Tableau 14 : Débits liquides d'oued El-Harrach (ANRH, 2001-2002) | VII |
| Tableau 15 : Débits liquides d'oued El-Harrach (ANRH, 2002-2003) | VII |

Abréviations

| | |
|---------|---|
| ACP | Analyse en composante principale |
| ANRH | Agence Nationale des Ressources Hydraulique. |
| C° | degré Celsius |
| E | Est |
| ENSSMAL | Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral |
| GPS | Global Positioning System |
| Km | Kilomètre |
| m | mètre |
| MES | Matière En Suspension |
| N | Nord |
| O.N.M | Office National de Météorologie |
| OD | Oxygène dissous. |
| pH | Potentiel d'Hydrogène |
| S | Salinité |
| SK | Skewness de Trask |
| So | Sorting de Trask |
| T | Température |
| Tu | Turbidité |
| UTM | Univercal Transvercal Mercator |
| W | West |

Introduction



Introduction

La zone littorale, située à l'interface terre-estran¹ est aujourd'hui sujette à des enjeux grandissants (urbanisation, tourisme, environnement...), qui engendrent mécaniquement une inflation des conflits d'usage. Cependant, cette dernière relève également des interactions qu'elle entretient avec l'intérieur des terres. Ces interactions prennent une figure spécifique au travers de certains vecteurs, comme l'eau notamment (**Jérôme et Olivier, 2007**).

La zone côtière est une zone d'activité intense, elle est composée de systèmes interactifs multiples, marins, terrestres et fluviaux (**Rolland, 2006**). La zone côtière fait partie des écosystèmes les plus sensibles aux changements climatiques et aux pressions induites par les activités industrielles, agricoles et portuaires qui modifient leur morphologie (**Sellami et Zitouni, 2019**). Elle possède des caractéristiques morphologiques et hydrologiques très variables selon la dominance de l'un des forçages naturels ou anthropiques.

Le '*trait de côte*' correspond à un espace littoral à l'interface entre la terre, la mer et l'atmosphère. Il évolue naturellement et continuellement en fonction de sa nature intrinsèque (type de côte, disposition et résistance des roches, topographie de l'arrière-pays, ... etc.) et sous l'effet de facteurs atmosphériques (vents, dépressions, précipitations, ... etc.) et hydrodynamiques (niveau marin, vagues, courants associés, débits des fleuves). Des flux sédimentaires s'évaluent au niveau des '*cellules hydro-sédimentaires*²', compartiments littoraux dans lesquels la majorité des échanges sédimentaires ont lieu, de manière plus ou moins indépendante des compartiments adjacents. Les limites en mer de ces compartiments sont difficiles à appréhender.

Le littoral Algérien s'étend sur près de 1600 km de côte. Le réseau hydrographique qui se situe au bord de la mer compte environ 31 oueds les plus importants sont : Chélif, Mazafran, El-Harrach, Isser, Sébaou, Soummam, El-Kébir, et Seybouse. Ces réseaux déversent directement dans la mer et drainent tous les déchets d'origine terrigène. Ces oueds représentent des collecteurs de tous les polluants qui sont engendrés par les activités humaines, surtout agricoles et industrielles (**AEE, 1999**). Ces déversements d'eau (usine et ville) rejettent directement leurs eaux résiduaires, sans les avoir traitées au préalable. Il y a aussi des produits toxiques qui aboutissent dans les rivières, tuant de nombreuses formes de vie.

¹ **Estran** : est la partie du littoral située entre les niveaux connus des plus hautes et des plus basses mers.

² **Cellule hydro-sédimentaire** : présente un compartiment de littoral qui peut être décrit et analysé de manière autonome du point de vue des transports sédimentaires transversaux et longitudinaux.

L'objectif du présent travail est de déterminer la variabilité interannuelle de la morphologie côtière au tour des embouchures des grands oueds de la côte Algérienne. Dans le but d'atteindre cet objectif, différentes techniques expérimentales ont été adoptées : l'analyse des paramètres physico-chimiques et granulométriques (oued Mazafran comme un cas d'étude) et la cartographie du trait de côte au tour des embouchures.

Cette étude est abordée dans quatre chapitres comme suit :

- Le 1^{er} chapitre de notre étude est consacré à la synthèse bibliographique ; la première partie traite l'interaction terre-mer, la deuxième partie traite la cartographie qui est réalisée par digitalisation.
- Le 2^{ème} chapitre présente la zone d'étude. À savoir ; son contexte géographique, hydrologique et climatique (La côte du littoral algérien est composée par plusieurs baies de l'est vers l'ouest qui sont caractérisées par la présence des oueds qui font l'objet de cette étude).
- Le 3^{ème} chapitre décrit la méthodologie suivie dans cette étude, il montre les techniques de SIG (système d'information géographique) et de cartographie utilisées, ainsi que le travail effectué au laboratoire.
- Le 4^{ème} chapitre présente les résultats obtenus et leur discussion.

Enfin, le travail est clôturé par une conclusion générale.

Généralité



1 Généralité

Ce chapitre introductif est conçu pour évoquer l'ensemble des définitions sur l'interaction terre-mer et sur l'aspect morphologique et quantitatif ainsi que les notions de bases utilisées dans le domaine de la cartographie.

1.1 L'interaction terre-mer

Le littoral est une bande à l'intérieur de laquelle les contacts terre-mer se déplacent. Les caractéristiques physiques de cet espace géographique changent sous l'influence combinée des eaux marines (niveau de la mer, houle, marées et courants), du climat global et des évolutions naturelles (structure géologique) et anthropiques. Cette réalité est complexe à appréhender. Seule une approche systémique permet d'aborder la dynamique de ce milieu, le rôle des interactions et l'organisation de l'espace. Comprendre le littoral, c'est donc comprendre à la fois ses caractéristiques morphologiques (relations entre formes et processus) et les facteurs qui entraînent les processus d'érosion dans l'espace et dans le temps. En effet, les rythmes d'évolution de cet espace doivent être abordés selon trois échelles de temps : la dynamique ordinaire, les phénomènes épisodiques et les variations climatiques. En raison du contact eau douce-eau salée et de la rencontre de l'écoulement du fleuve et des courants des marées, les estuaires et les embouchures fluviales ont une dynamique hydrologique et sédimentaire très particulière. Ce sont des lieux d'échange d'énergie et de matière entre les milieux marins et terrestres. Cette situation est très favorable à la vie animale et végétale (**Borloo, 2009**).

1.2 Le système littoral

1.2.1 Le littoral

Le littoral est la bande de terre constituant la zone comprise entre une étendue maritime et la terre ferme, le continent, ou l'arrière-pays. Son exacte définition est cependant difficile à déterminer compte tenu des différents concepts qui lui sont accordés (exemples : géographiques, géomorphologiques, océanographiques, biologiques, juridiques, populaires). Selon les échelles retenues, le littoral peut s'étendre de quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres de part et d'autre de la limite terre-eau. Il est typiquement constitué de l'étage infralittoral, l'estran et l'étage supra littoral. Espace limité, convoité, attractif, propices aux différents flux (échanges commerciaux, déplacements...), il accueille actuellement la majorité de l'humanité, nombre d'agglomérations et de nombreuses activités (**Borloo, 2009**). On parle alors de littoralisation. Une partie importante du littoral est considérée comme zones humides telles que définies par la convention de Ramsar.

1.2.2 Le trait de côte

Le trait de côte est la limite géographique entre le domaine marin et le domaine continental (**Djeoudi et Hantal, 2018**). Le trait de côte est par définition la ligne d'intersection de la surface topographique avec le niveau des plus hautes mers astronomiques (**SHOM, 2011**).

1.2.3 L'évolution du trait de côte

L'évolution du trait de côte est un phénomène naturel complexe engendré par la conjonction d'un certain nombre de processus dynamiques (marins, continentaux et biologiques) et dépendant des caractéristiques géomorphologiques des systèmes littoraux (les plages sont plus sensibles à l'érosion, la vitesse de recul des falaises dépend de la nature du substrat et les rivages limno-vaseux sont plutôt en accrétion). Mais ces phénomènes naturels sont exacerbés par des actions anthropiques qui perturbent l'équilibre dynamique des milieux littoraux (**Daniel et Hubaud, 1996**). L'étude de la dynamique côtière est indispensable à la gestion de la frange littorale (**Grenier et Dubois, 1990**). En effet, les mesures et les analyses des changements observés sur la côte permettent une évaluation précise et globale de la morpho dynamique littorale (**Figure 1**), ainsi que de déterminer les raisons pour lesquelles la position du trait de côte se modifie.

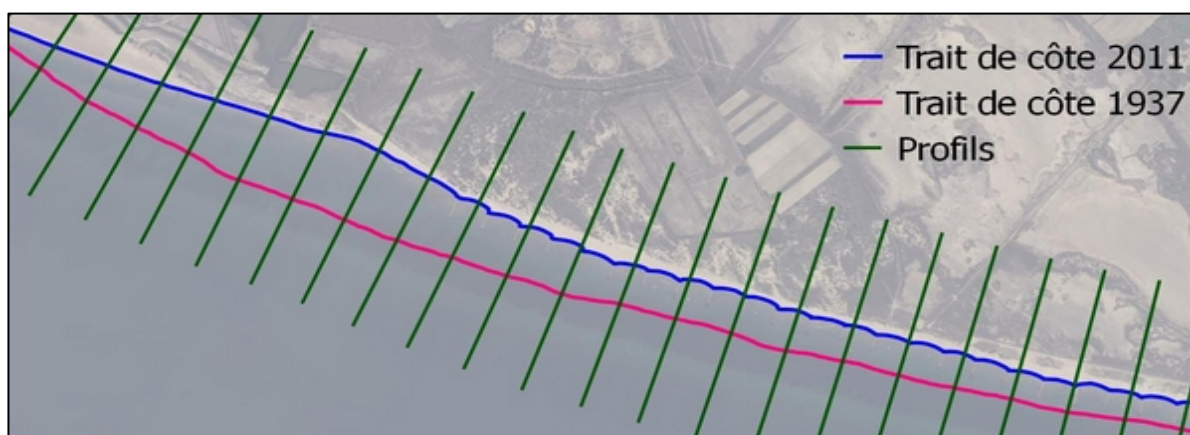


Figure 1 : Exemple de profils disposés tous les 200 mètres, fond de plan : ortho littorale (**Cerama, 2018**)

1.2.4 La zone côtière

La zone côtière est l'interface où la terre rencontre la mer, renfermant les environnements côtiers comme les eaux côtières adjacentes. Ses composantes peuvent inclure les deltas, les plaines côtières, les marais, les plages et dunes, les récifs, les forêts de mangrove, les lagons, et autres caractéristiques côtières. Dans notre étude on est intéressé par l'interaction oued-zone côtière (**Borloo, 2009**).

1.3 L'influence des réseaux hydrologiques sur les eaux côtières

Le secteur hydrique compte des milliers de cours d'eau (en Algérie c'est principalement des oueds) répartis sur tous les territoires.

1.3.1 La Rivière

Une rivière est un cours d'eau qui se forme dans une source, coule dans un lit et se jette dans un autre cours d'eau. Elle est donc appelée affluent. La rivière peut se jeter dans une autre rivière dans un lac, ou dans un fleuve. On ne verra jamais une rivière se jeter dans la mer sinon, il s'agirait d'un fleuve (Foti et al, 2019). L'endroit de la rencontre entre une rivière et un cours d'eau s'appelle un confluent. En règle générale, ce type de cours d'eau est de faible importance et s'écoule souvent de manière souterraine. Si le débit est extrêmement faible, on parlera plutôt de ruisseau issu d'une rivière (Figure 2).

1.3.2 Le Fleuve

Un fleuve est un cours d'eau qui se déverse dans un océan, dans une mer ou une mer intérieure. L'endroit où il s'y jette est appelé l'embouchure, et elle peut être en forme d'estuaire ou de delta. En règle générale, son débit ainsi que sa taille sont importants (Michaud, 2010). Certains fleuves peuvent avoir une source proche de la mer, on parle alors de fleuves côtiers (Figure 2).

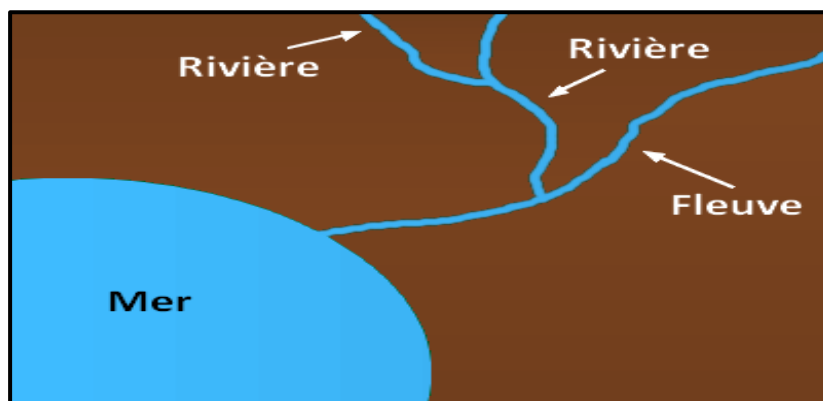


Figure 2: Différence entre Rivière et Fleuve.

1.3.3 L'Oued

L'oued est un terme générique désignant un fleuve d'Afrique du Nord ou du Moyen-Orient et des régions semi-désertiques à régime hydrologique très irrégulier. Surtout présent dans les régions endoréiques, il s'anime lors des rares et fortes précipitations. Le plus souvent à sec, il peut connaître des crues spectaculaires, charriant d'énormes quantités de boue, qui provoquent parfois des changements de lit (Lefrançois, 2007). C'est pourquoi on dit d'un oued qu'il roule plus qu'il ne s'écoule. C'est un cours d'eau temporaire dans les régions arides ou semi-arides.

Son écoulement dépend des précipitations et il peut rester à sec pendant de très longues périodes.

1.3.4 Le Bassin versant

Le bassin versant est un territoire géographique bien défini : il correspond à l'ensemble de la surface recevant les eaux qui circulent naturellement vers un même cours d'eau ou vers une même nappe d'eau souterraine. Le bassin versant est constitué d'une rivière principale, qui prend sa source le plus souvent sur les hauteurs en amont, au niveau de ce qu'on appelle la « tête de bassin ». Cette rivière s'écoule dans le fond de la vallée pour rejoindre la mer ou se jeter dans un fleuve, en aval, à l'exutoire du bassin versant (**Lefrancois, 2007**).

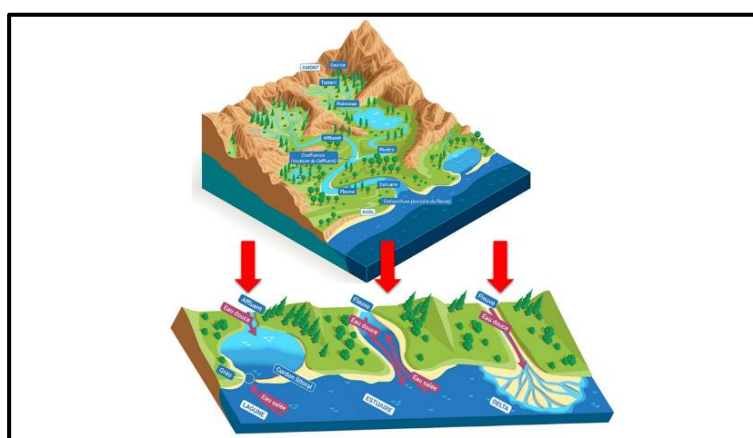


Figure 3: Les milieux de transition entre terre et mer.

La forme des milieux de transition dépend du rapport de force entre les apports terrestres (eau douce et sédiments) et l'énergie de la mer (marées, houle, vagues). Sur le long terme, leur morphologie n'est pas figée, mais peut évoluer si ce rapport de force est modifié. Dans l'estuaire, le cours du fleuve peut se déplacer à mesure que les marées et les crues apportent de nouveaux sédiments et déplacent les stocks existants. Si les apports de sédiments augmentent, il peut évoluer vers une forme plus deltaïque. Au contraire, s'ils diminuent, il s'oriente vers une lagune (**Figure 3**).

1.4 Les quantifications des apports fluviaux

Les travaux relatifs à la modélisation des phénomènes d'érosion et du transport solide ont mis au point des relations liant le transport solide aux paramètres explicatifs (ex : le débit liquide, la pluie, l'humidité du sol). Cette relation est indispensable pour permettre de comprendre l'évolution spatio-temporelle du phénomène et de quantifier les charges solides. En particulier, le régime d'un cours d'eau est en dépendance directe de la pluviométrie, de sa répartition saisonnière et de sa variabilité spatiale et temporelle (**Achite, 1999**). En général, les variations saisonnières des apports solides suivent celles des apports liquides. Les valeurs maximales des

apports solides, pour l'ensemble des sous-bassins, s'observent au début d'automne et à la fin du printemps (Meddi, 1992). Généralement, les apports solides minimaux mensuels sont enregistrés en été. Cette saison est caractérisée par une faible pluviométrie et par conséquent un faible écoulement superficiel.

1.5 La morphologie côtière Algérienne

La côte Algérienne est de direction générale SO-NE, elle s'étend de Marsa Ben M'Hidi à l'Ouest au Cap Roux à l'Est sur 1623 km linéaire (Figure 4). Elle se présente comme une succession de baies et de golfes plus au moins ouverts séparés par des régions très escarpées. Les hautes falaises qui bordent cette côte, sont en générale naturellement soumises à des érosions marines et éoliennes. Le réseau hydrographique aboutissant en mer compte 31 oueds, permanent ou saisonniers. Les oueds constituent des collecteurs de tous les polluants issus des activités humaines, agricoles et industrielles.

La zone a été subdivisée en 3 secteurs :

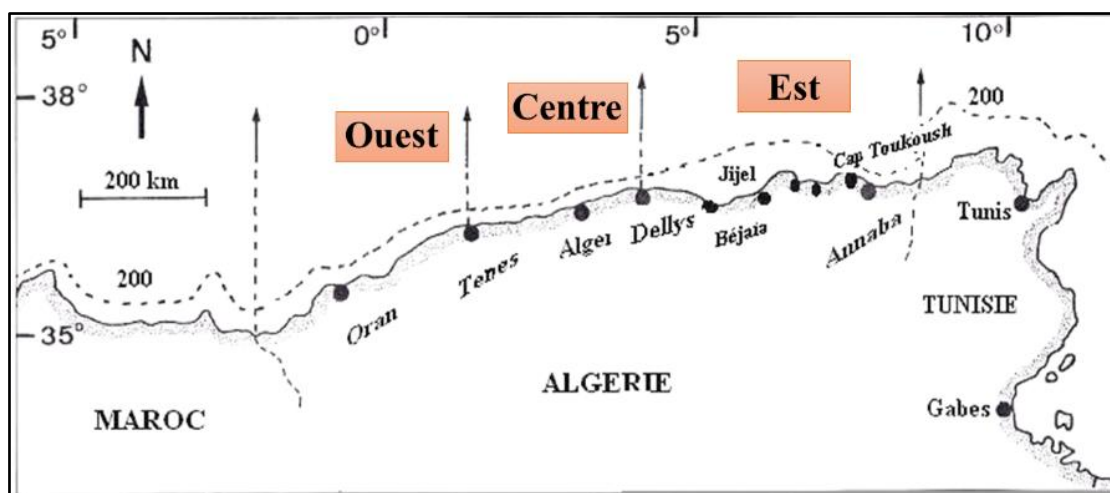


Figure 4 : Localisation et morphologie du littoral algérien.

- **Secteur Est**

Le secteur allant de la frontière algéro-tunisienne à Bejaia est dans l'ensemble très diversifié avec des avancées de la chaîne tellienne externe qui gagne sur la mer. Ce secteur est caractérisé par un ensemble de falaises plus au moins élevées (<40 m) taillées dans les roches dures ignées et métamorphiques, dont les versants sont escarpés et couverts de sol et de végétation et dont la partie inférieure est battue par la mer. La structure géologique individualise des massifs rocheux qui sont séparés par des vallées où coulent des oueds vers la mer. Les apports en éléments sableux sont le fait des oueds Seybouse, El-Kébir Est et Ouest.

- **Secteur Centre**

De Dellys à Ras Bouak, la côte est très homogène, elle est taillée dans une épaisse série détritique formée de schiste et de grès crétacés et paléogène. Ces formations géologiques sont à l'origine un escarpement du littoral (cap Tedles, Sigli) (**Benmehal et Benanteur, 2016**). Dans sa partie Est, la côte est élevée et essentiellement rocheuse. Ces rivages sont taillés dans les affleurements de roches calcaires jurassiques présentant des falaises très escarpées et des échancrures occupées par de petites criques sableuses et de grèves. De Dellys à cap Matifou, la morphologie littorale est commandée par deux bassins néogènes : ceux de l'oued Sebaou et de l'oued Isser. La bande côtière est recouverte de formations du quaternaire. Entre cap Matifou et le massif cristallophyllien d'Alger, la baie d'Alger s'inscrit en creux. De Sidi-Fredj vers le mont Chenoua (baie de Bou-Ismaïl), se rencontre une succession de plages. Douaouda marine marque le début des falaises plus ou moins abruptes taillées dans des grès quaternaires. Du mont Chenoua à Cherchell se disséminent des falaises et zones rocheuses ainsi que des grèves et des plages à sédiments fournis par l'érosion des roches schisteuses du Dévonien. Oued Mousselmoun (Ouest de Cherchell) termine cette succession de falaises.

- **Secteur Ouest**

De là cap Ténès, c'est le domaine de très hautes falaises atteignant parfois 300 m de dénivelé et plongeant à des profondeurs importantes. C'est le secteur en Algérie où le talus continental est très réduit. Entre Ténès et l'embouchure du Chéliff, les falaises dominent, et sont essentiellement formées dans les grès et les argiles du Miocène ou du Quaternaire. Plus à l'Ouest, les formations de roches dures du Jurassique, du Crétacé sont mises en relief dans tout le secteur du Cap Carbon dans la région d'Arzew. Seul le secteur de la Tafna, les îles Habibas et l'île Rachgoun compose un ensemble de roches volcaniques dures. Dans la basse Tafna (Rachgoun à Bled El Haouaria), la prédominance des plages localisées aux débouchés des oueds ou au pied des falaises est notée, et des falaises qui terminent la partie aval d'un plateau. Ces falaises sont soit des falaises vives (El Guedime) ou des falaises mortes (au Nord de l'embouchure d'oued El Hallouf). De Sidna Youchaâ à Sidi Med El Ouardini le littoral se caractérise par le passage brutal des versants vers la mer. A l'extrême Ouest, le littoral des Traras est une façade maritime qui s'étend sur une centaine de km. Elle débute à Rachgoun (embouchure de la Tafna) près de Beni Saf à l'Est et se termine à l'Ouest près de Foug Kiss à la frontière algéro-marocaine. Ce tracé présente un dessin très sinueux et suit presque régulièrement l'orientation générale de la côte algérienne qui est en respect avec les grandes lignes structurales tello-atlasiennes. Entre Cap Tarsa à l'Est et le Cap Milona à l'Ouest, on distingue

deux types morphologiques : des falaises qui forment l'essentiel de ce secteur et des plages ponctuelles qui se localisent souvent aux embouchures des oueds ; les exemples les plus frappants sont ceux de Ghazaouet, oued Abdellah, plage de Sel et Marsa Ben-M'hidi (Benmehal et Benanteur, 2016).

1.6 Les paramètres physico-chimiques des eaux marines

Les phénomènes de pollution se traduisent généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur.

1.6.1 La Température

La température est une grandeur qui intervient dans le calcul de la plupart des variables qui permettent de caractériser et de modéliser l'océan (Aminot et Kerouel, 2004). Ce paramètre est un facteur important du milieu, il influe sur la densité de l'eau, la solubilité des sels et des gaz, la conductivité électrique et les processus biologiques.

1.6.2 La Salinité

La salinité est une propriété de l'eau de mer qui est fondamentale à l'étude du milieu marin. Elle permet de connaître la circulation océanique, identifier les masses d'eaux d'origines différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la côte ou dans les estuaires (Aminot et Kerouel, 2004). Elle correspond à la teneur en sels dissous.

1.6.3 La Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques (Rodier et al, 2009). La conductivité de l'eau de mer est très élevée en raison de la forte concentration en sels dissous (Aminot et Kerouel, 2004), du fait qu'elle permet d'évaluer la charge totale en électrolytes d'une eau. La conductivité est également fonction de la température de l'eau. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25° C. Mesuré sur le terrain, ce paramètre permet de caractériser l'eau. La conductivité d'un échantillon peut être déterminée par comparaison avec la conductivité d'une eau de mer standard (eau de mer normale) dont la salinité est de 35 ‰ (Rodier et al, 2009).

1.6.4 La turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de

ces particules mesure son degré de turbidité, à cette fin, il est recommandé d'utiliser un turbidimètre optique (**Bachari Houma, 2009**).

1.6.5 L'Oxygène dissous (OD)

L'oxygène dissous se réfère à la molécule de dioxygène O₂ en solution dans l'eau (**Aminot et Kerouel, 2004**) C'est un paramètre important du milieu qui gouverne la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatiques (**Aminot et Chaussepied, 1983**). Sa solubilité dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu.

1.6.6 Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau (**Gomella et Guerree, 1978**). Sa mesure doit s'effectuer sur place de préférence par la méthode potentiométrique. La mesure électrique, quoique délicate, peut seule donner une valeur exacte, car elle est indépendante du potentiel d'oxydoréduction, de la couleur du milieu, ou de la turbidité et des matières colloïdales (**Rodier et al, 2009**). En milieu côtier et estuarien, certains rejets industriels ou les apports d'eaux de ruissellement sont la cause de la variation du pH qui s'avère être, dans ce cas, un indice de pollution (**Aminot et Chaussepied, 1983**). Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9.

1.6.7 La Matière en suspension

Les matières en suspensions (MES) représentent l'ensemble des matières solides et colloïdales flocculées, organiques ou minérales, de très faible diamètre, contenues dans une eau et pouvant être retenues par filtration ou centrifugation. La quantité de matière en suspension varie selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux, ces matières affectent la transparence de l'eau, diminuent la pénétration de la lumière et par la suite la photosynthèse. Elle s'exprime en milligramme par litre (**Aminot et Chaussepied, 1983**).

1.7 La Granulométrie

L'analyse de la taille des particules ou la granulométrie fait appel à une répartition de grandes catégories de tailles. Les sédiments grossiers qui ont un diamètre supérieur à 63 µm, cette fraction grossière est constituée principalement de sable et de matériel inorganique silicatée, on distingue les graviers (diamètre supérieure à 2 mm) et les sables (diamètre compris entre 63 µm et 2 mm). Les sédiments fins qui ont une taille inférieure à 63 µm sont constitués de minéraux

argileux ayant un diamètre compris entre 0.2 et 2 μm et de silt ayant un diamètre compris entre 2 μm et 63 μm . cette fraction fine peut également contenir de la matière organique (**Inal, 2011**).

Zone d'étude



2 Zone d'étude

La côte du littoral algérien est la région du Sud-Ouest du bassin Méditerranéen occidental. Elle est délimitée par l'Algérie au Sud, la mer d'Alboran à l'Ouest, le détroit de Sicile à l'Est et les îles Baléares et la Sardaigne au Nord, situé entre les latitudes 35° et 40° Nord et entre les longitudes de 2° Ouest à $7^{\circ} 45'$ Est (**Figure 5**). Le réseau hydrographique qui se situe au bord de la mer compte environ 31 oueds. Dans notre cas d'étude on a travaillé uniquement sur 8 oueds en fonction de leurs superficies.

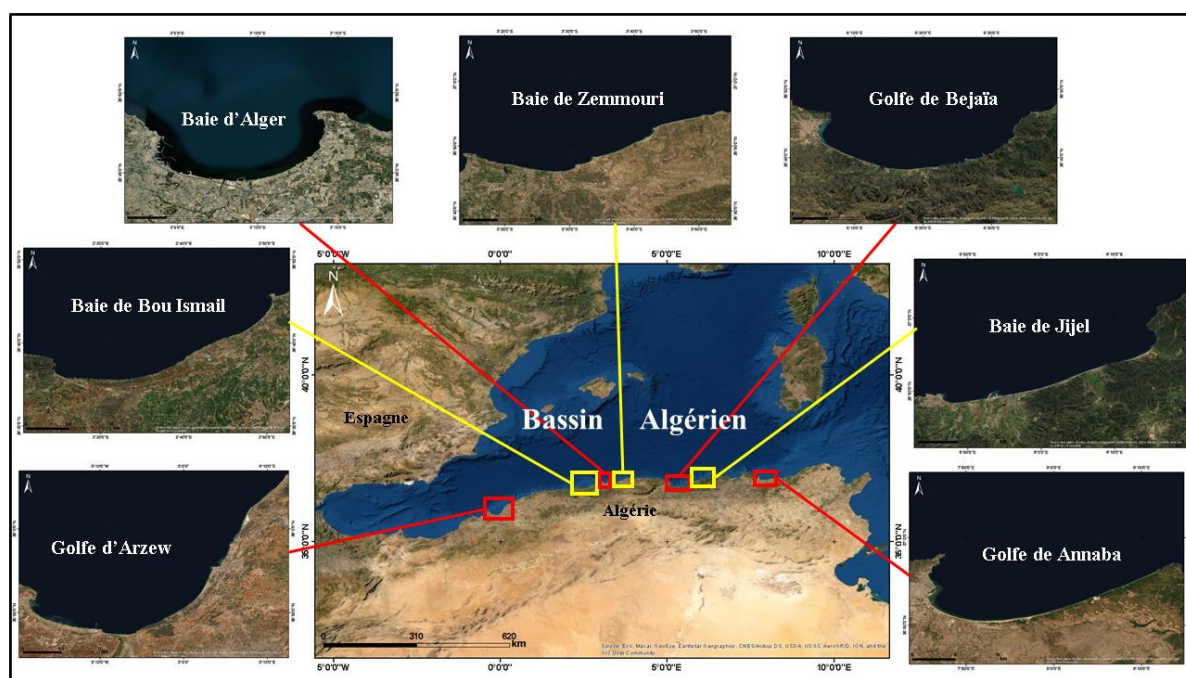


Figure 5 : Situation géographique de la côte du littoral algérien.

2.1 Situation géographique des oueds

2.1.1 Le Golfe d'Arzew

La Wilaya Mostaganem est située au Nord-Ouest du territoire national et couvre une superficie de 2269 km^2 , elle est entourée par quatre wilayas de l'ouest de pays : Oran, Mascara, Oued Chelif et Relizane.

- **Oued Chélif**

L'Oued Cheliff (**Figure 6**), Le cours d'eau principal de la région Nord-Ouest. Il est situé au niveau de golfe d'Arzew. D'une superficie de $43\,750 \text{ km}^2$, le bassin du Chélif s'étend entre les méridiens 0° E et 3° E et entre les deux latitudes 34° N et 36° N. Il couvre quatre sous régions, le Chélif en amont de Boughezoul, le Haut et moyen Chélif le Bas Chélif, la Mina et le côtier. Il est limité au Nord par la Méditerranée, à l'Ouest par le bassin Oranais, au Sud par les hautes

et à l'Est par algérois. Il est considéré comme source de pollution tellurique du littoral de Mostaganem, en raison de la présence de plusieurs unités industrielles et urbaines rejetant leurs effluents en amont. La partie Nord Est de wilaya d'oued Chélif a été interdite à la baignade du fait de la pollution de la plage de type bactérienne. Cet oued est le seul cours d'eau Algérien qui prend sa source dans l'Atlas saharien, près et nappes souterraines en périodes d'étiage, et par le barrage Ghrib situé à l'amont ou par les affluents (ex : Oued Mina). L'oued Chélif traverse successivement neuf wilayas, qui sont Laghouat, Djelfa (Oued Touil), Tiaret, Tissemsilt côté Ouest (Nahr Ouessel, Oued Mina Haut), Medea, Ain Defla (Oued Chélif), Chélif (Oued Fodda-Oued Sly), Relizane (Oued Rhiou, Oued Mina Bas), jusqu'à Mostaganem où il y a le déversement au niveau de l'embouchure (**Belhadj, 2001**). Le régime d'écoulement mensuel et annuel de l'Oued Chélif est extrêmement irrégulier, en général, l'apport hydrique de l'Oued Chélif est important de septembre à mai et pratiquement négligeable durant l'été.

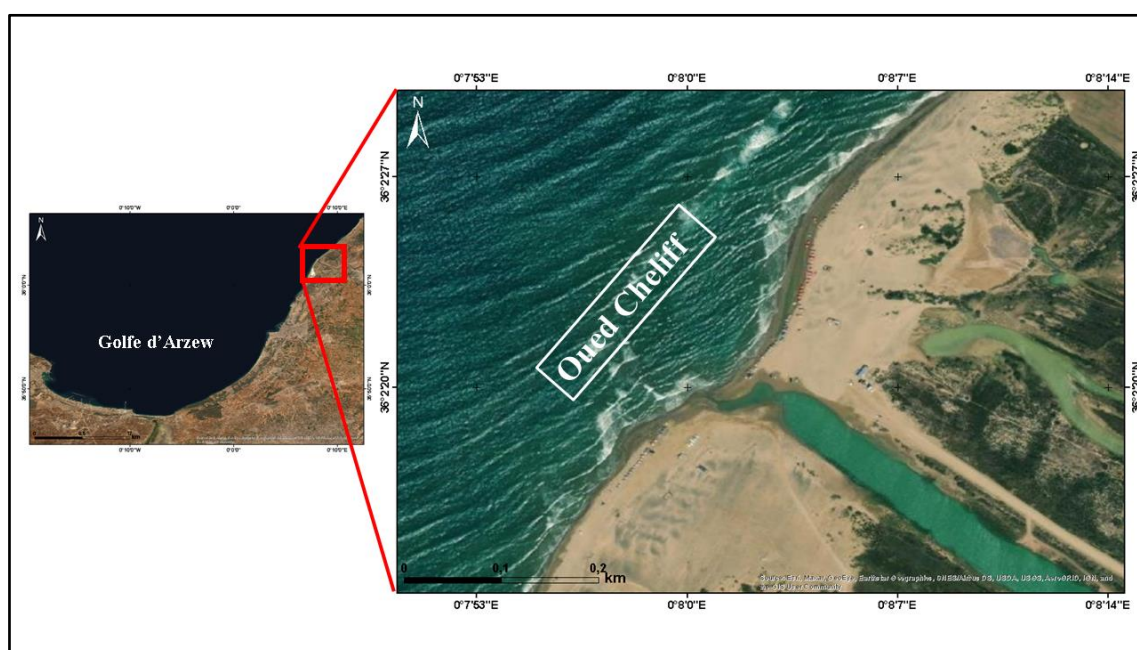


Figure 6: Situation géographique d'oued Cheliff

2.1.1.1 Facteurs climatiques

Les données utilisées dans ce travail nous ont été fournies par l'Office National Météorologique d'Alger (Dar El Beida) et concernent les années 2006 à 2015.

- **Température**

La courbe des moyennes de température mensuelle entre 2006 et 2015, montre que le mois le plus froid est Janvier, le plus chaud étant Août (**Figure 7**). Les valeurs moyennes minimales

pour la période considérée, sont respectivement 11,3°C et 26,4°C, ce qui donne une amplitude de variations thermiques de 15,1°C (ONM, 2015).

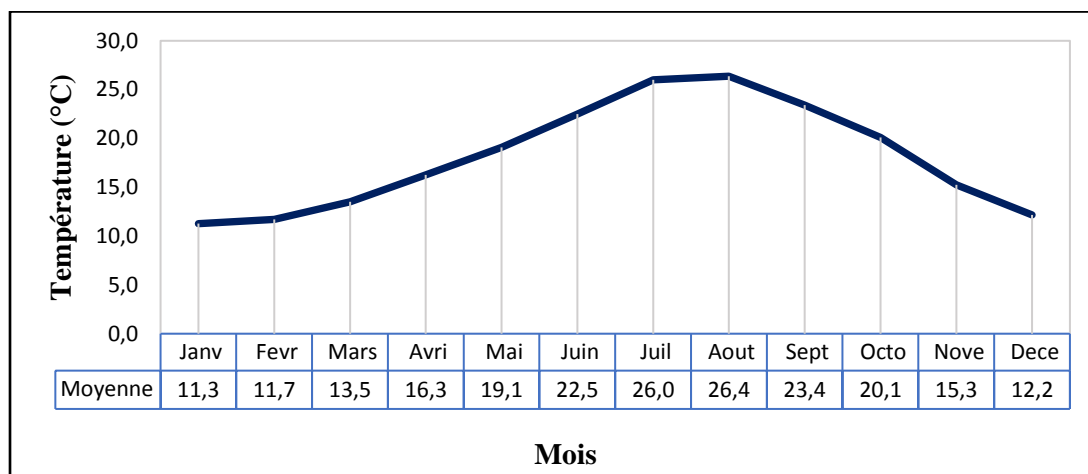


Figure 7 : Températures mensuelles entre 2006 et 2015 de Mostaganem (ONM, 2015)

• Précipitation

La période pluvieuse se situe surtout de Novembre à Mars, mais elle commence fréquemment en Septembre. Elle correspond à la saison hivernale. Les précipitations importantes ont pour conséquence directe le grossissement des Oueds augmentant les apports d'eau douce dans la baie.

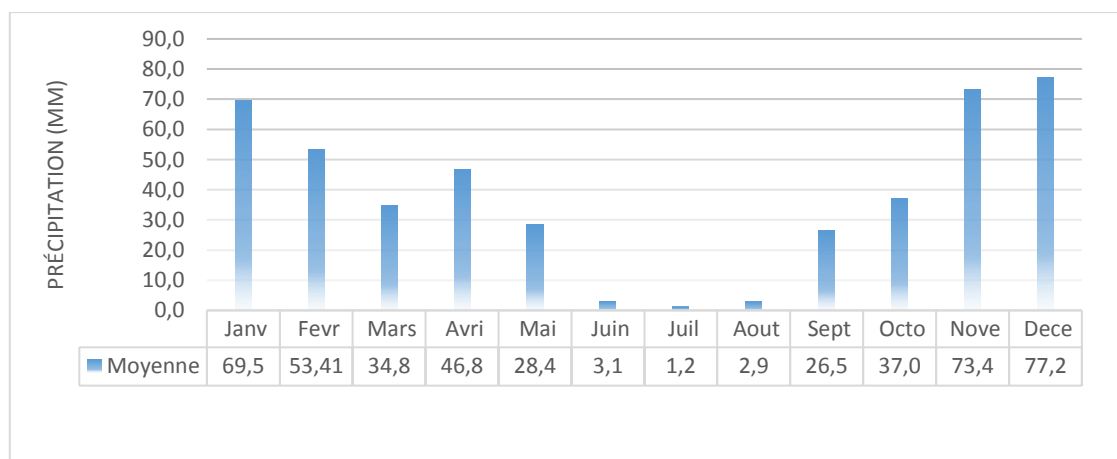


Figure 8 : Précipitations mensuelles entre 2006 et 2015 à Mostaganem (ONM, 2015)

• Vent

Dans le Golfe d'Arzew, le régime du vent change entre la période hivernale et estivale. Lors de la période hivernale (Novembre-Mars) les vents dominants ont une direction Ouest et Nord-Ouest, mais la période estivale (Avril-Octobre) est caractérisée par des vents de secteur Est et Nord-Est.

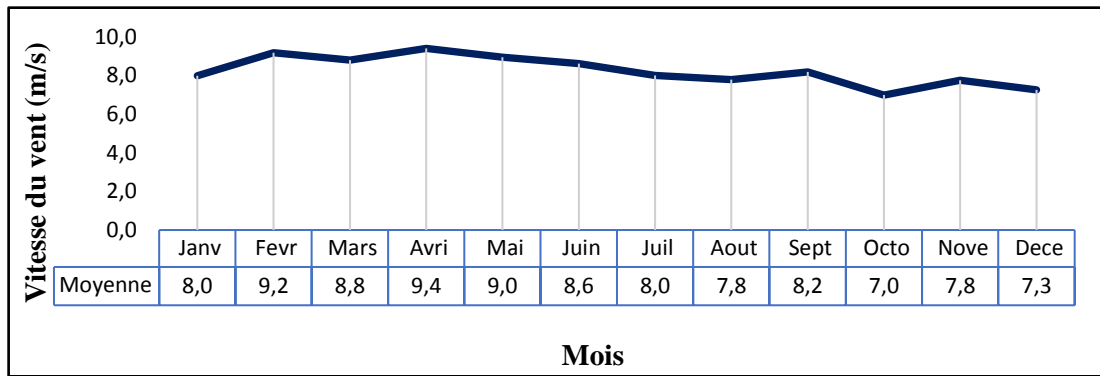


Figure 9 : Le Vent mensuelles entre 2006 et 2015 à Mostaganem (ONM, 2015)

2.1.2 La Baie de Bou-Ismaïl

La baie de Bou-Ismaïl se situe à environ 20 km à l'Est de Tipaza et à environ 40 km au Sud-Ouest d'Alger. Elle est bordée par la mer Méditerranée au Nord et par la plaine de Mitidja au Sud. La baie de Bou Ismaïl occupe la partie Ouest du littoral algérois, elle s'étend du méridien du Mont Chenoua à l'Ouest ($2^{\circ}25'$ E et $36^{\circ}38'$ N) à celui du Ras Acrata à l'Est ($2^{\circ}55'$ E et $36^{\circ}48'$ N). La Baie couvre une superficie dans l'ordre de 350 km^2 incluant la Baie d'El Djamilia, avec une ouverture de 40 km orientée du Sud-Ouest au Nord-Est.

- **L'oued Mazafran**

Se situe au niveau de la Baie de Bou-Ismaïl (**Figure 10**), Il est situé à 25 km à l'Ouest d'Alger et à 7 km à l'Est de Bou-Ismaïl (Wilaya de Tipaza). Ses coordonnées géographiques sont 36.694359° N, 2.803953° E. C'est l'Oued le plus important de la région, il draine un bassin de 1900 km^2 (partie Ouest de la Mitidja) (**Braik, 1989**) et débouche sur la mer au niveau d'une petite plage sablonneuse à 30 km d'Alger, entre Zéralda et Douaouda. Il est caractérisé par des crues fortes et rapides en hiver-printemps qui augmentent la turbidité de la zone par la remise en suspension de substrat fin, trois Oueds secondaires lui sont afférent : Bou-Roumi, Chiffa et Djer. Il Draine les eaux domestiques, agricoles et industrielles des territoires des Willayas de Médéa – Blida – Ain defla – Tipaza et Alger pour déboucher ensuite en mer entre les plages Si El Haoues et El Kheloufi au niveau de la commune de Zéralda.

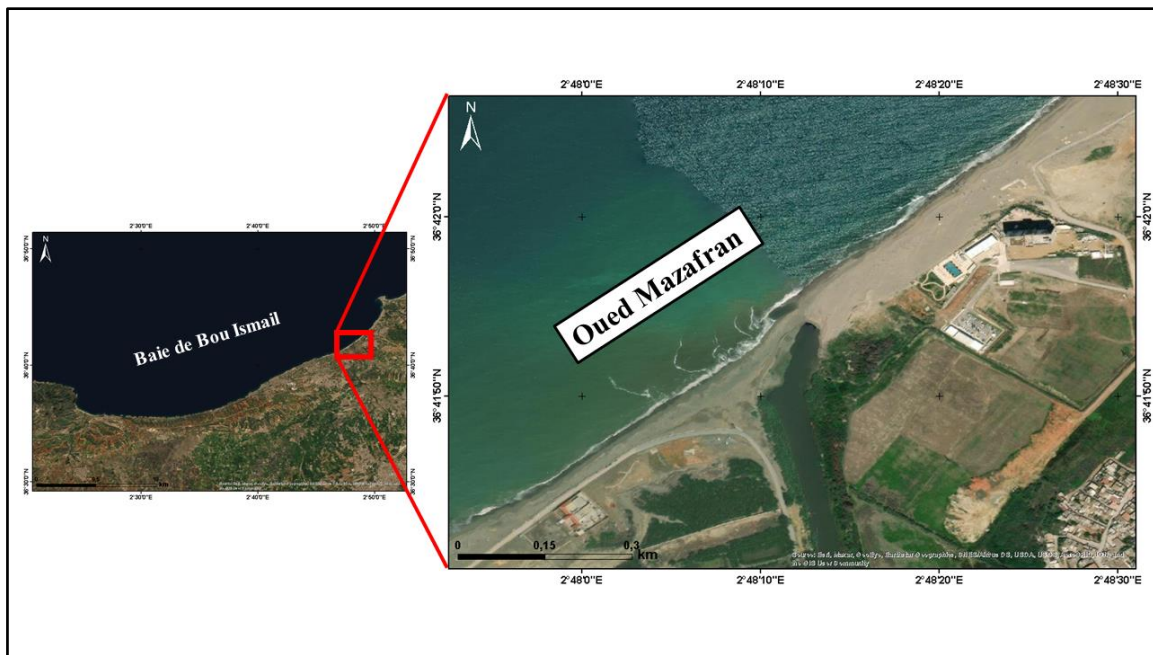


Figure 10: Situation géographique d'oued Mazafran

2.1.2.1 Facteurs climatiques

Les données utilisées dans ce travail nous ont été fournies par l'Office National Météorologique d'Alger (Dar El Beida) et concernent les années 2006 à 2015.

- **Température**

La courbe des moyennes de température mensuelle entre 2006 et 2015, montre que le mois le plus froid est Janvier, le plus chaud étant Août (**Figure 11**). Les valeurs moyennes minimales pour la période considérée, sont respectivement $13,6^{\circ}\text{C}$ et $27,1^{\circ}\text{C}$, ce qui donne une amplitude de variations thermiques de $13,5^{\circ}\text{C}$ (**ONM, 2015**).

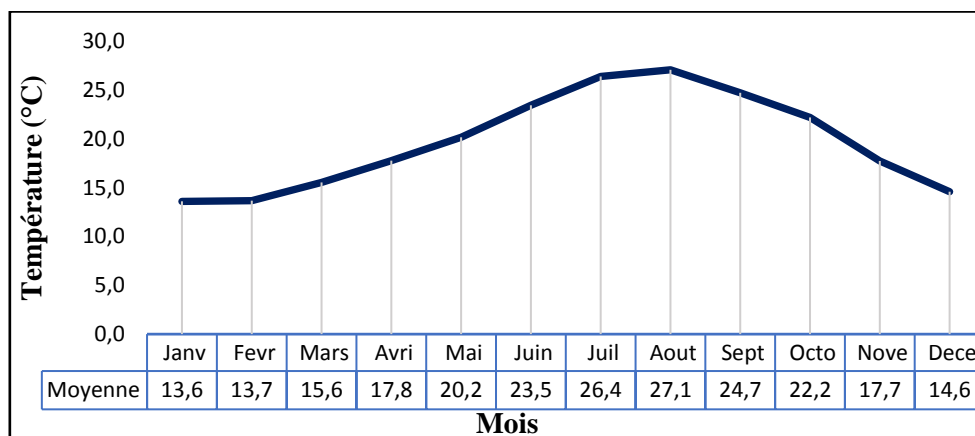


Figure 11 : Températures mensuelles entre 2006 et 2015 de Bou Ismail (**ONM, 2015**)

- **Précipitation**

Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées au niveau de cette région sont comprises entre 1,7 mm au mois de juillet et 123,3 mm au mois de Novembre. Dans l'ensemble, les moyennes mensuelles des précipitations sont plus importantes en période froide qu'en période sèche (période d'été).

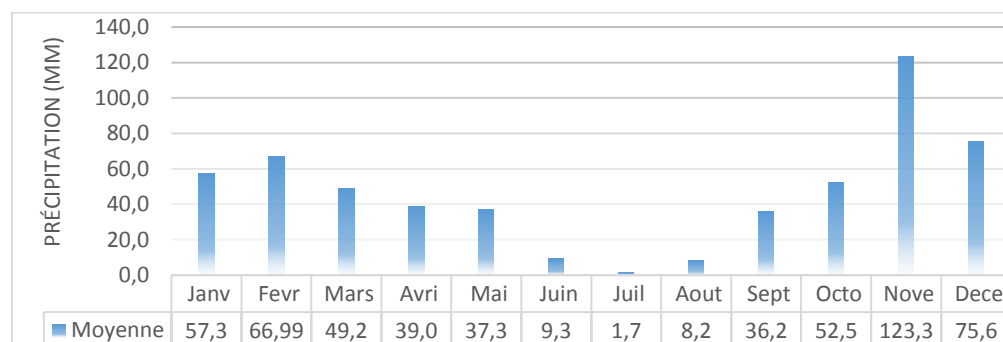


Figure 12 : Précipitations mensuelles entre 2006 et 2015 à Bou Ismail (ONM, 2015)

- **Vent**

Dans la baie de Bou Ismail, le régime du vent change entre la période hivernale et estivale. Lors de la période hivernale (Novembre-Mars), les vents dominants ont une direction Ouest et Nord-Ouest, mais la période estivale (Avril-Octobre) est caractérisée par des vents de secteur Est et Nord-Est.

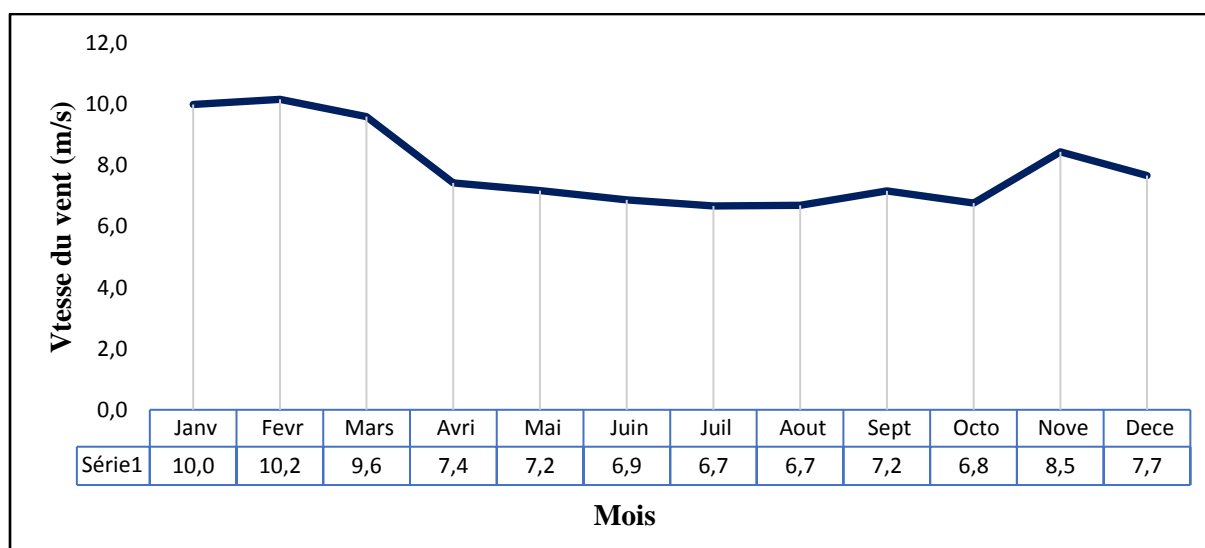


Figure 13 : Le vent mensuel entre 2006 et 2015 de Bou Ismail (ONM, 2015)

2.1.2.2 Source de pollution

La baie de Bou Ismail se distingue par sa vocation touristique, activités industrielles et agricoles importantes. D'après l'ANIREF (2013), la population de la wilaya de Tipaza où se trouve la

baie de Bou Ismail est de 630,183 habitants (**LEM, 1998**), soit une densité de 369 habitants par km², ces données statistiques nous donnent une vision sur les pollutions potentielles :

- Eaux usées domestiques de zones urbaines.
- Agglomération des complexes touristiques.
- Thalassothérapie à Sidi Fredj
- Ports localisés sur les côtes de la baie :
 - Port de Bou Haroun
 - Port de Khemisti
 - Port de Tipaza
 - Port de Sidi Fredj

Les eaux usées se déversent dans la baie sans aucun traitement et beaucoup plus en période estivale.

2.1.3 La Baie d'Alger

La baie d'Alger se situe dans la partie centrale de la côte algérienne, Elle s'étend de 37°01' N à 37°83' N et de 3°15' E et 3°5' E, elle est délimitée par la pointe Pescade (Rais Hamidou) à l'Ouest, le cap Matifou à l'Est, au Sud la ville d'Alger et le bassin de la Mitidja et au Nord par la mer Méditerranée. Elle couvre une superficie de 180 km².

- **Oued El Harrach**

L'Oued El Harrach coule directement dans la Baie d'Alger (**Figure 14**). Le sous Bassin versant d'El Harrach couvre une superficie de 1270 km² et s'étant du Nord au Sud sur 51 km et de l'Est en Ouest sur 31 km, il a pour coordonnées géographiques : 36.739400° N, 3.130600° E. Il prend naissance dans l'Atlas Blidéen, traverse de la plaine de la Mitidja et atteint la mer après un parcours de 37,5 km dans la partie orientale de la plaine à 2 km de la ville El-Harrach, sachant que l'Oued coule dans la direction Sud-Nord traversant le quartier d'El-Harrach sur une longueur de 3 km. L'oued El Harrach est formé par la confluence de deux Oueds principaux : l'Oued Akka et l'Oued Mekka, au Sud-Ouest de Hammam Melouane. il à une longueur de 67 km et six affluents : Oued Djemaa, Oued Baba Ali, Oued Terrou, Oued Karma, Oued Smar, Oued Ouchaih. Son écoulement est irrégulier, il est turbulent en saison hivernale et quasi-stationnaire en saison estivale.

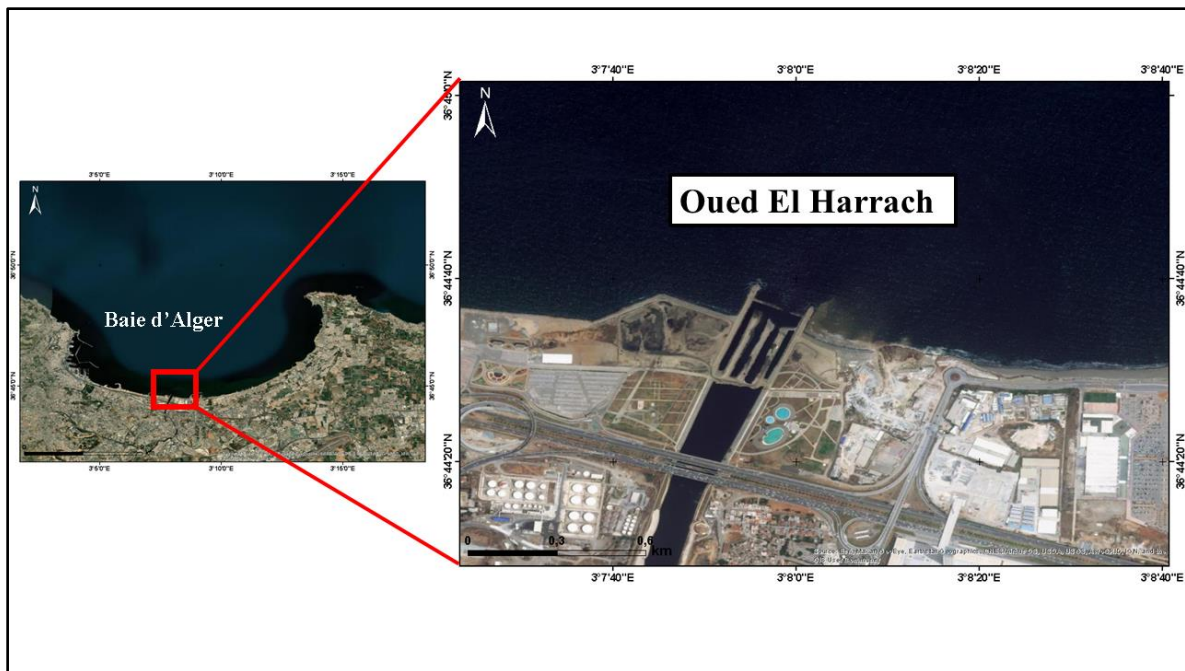


Figure 14: Situation géographique d'oued El-Harrach

2.1.3.1 Facteurs climatiques

Les données utilisées dans ce travail nous ont été fournies par l'Office National Météorologique d'Alger (Dar El Beida) et concernent les années 2006 à 2015.

- **Température**

La courbe des moyennes de température mensuelle entre 2006 et 2015, montre que le mois le plus froid est Janvier et février, le plus chaud étant Août (**Figure 15**). Les valeurs moyennes minimales pour la période considérée, sont respectivement 11,5°C et 26,5°C, ce qui donne une amplitude de variations thermiques de 15°C (**ONM, 2015**).

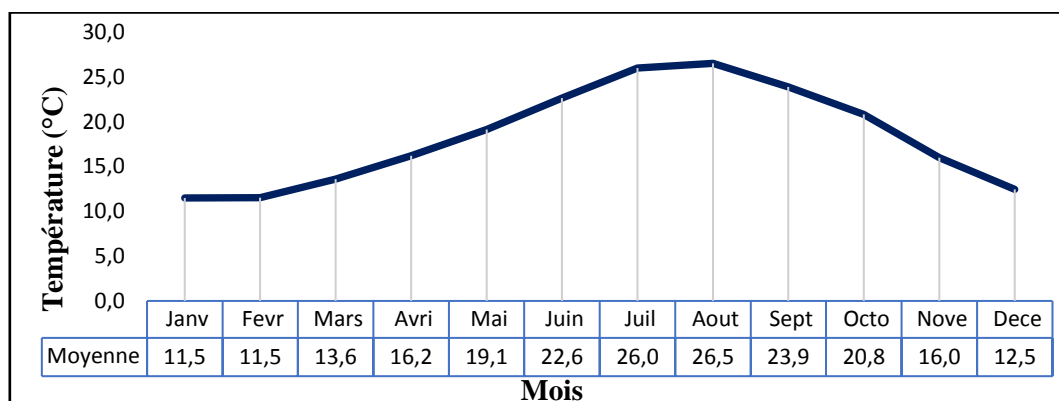


Figure 15 : Températures mensuelles entre 2006 et 2015 d'Alger (ONM, 2015)

- **Précipitation**

Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées au niveau de cette région sont comprise entre 1,6 mm au mois de juillet et 118,2 mm au mois de Novembre. Dans l'ensemble, les moyennes mensuelles des précipitations sont plus importantes en période froide qu'en période sèche (période d'été).

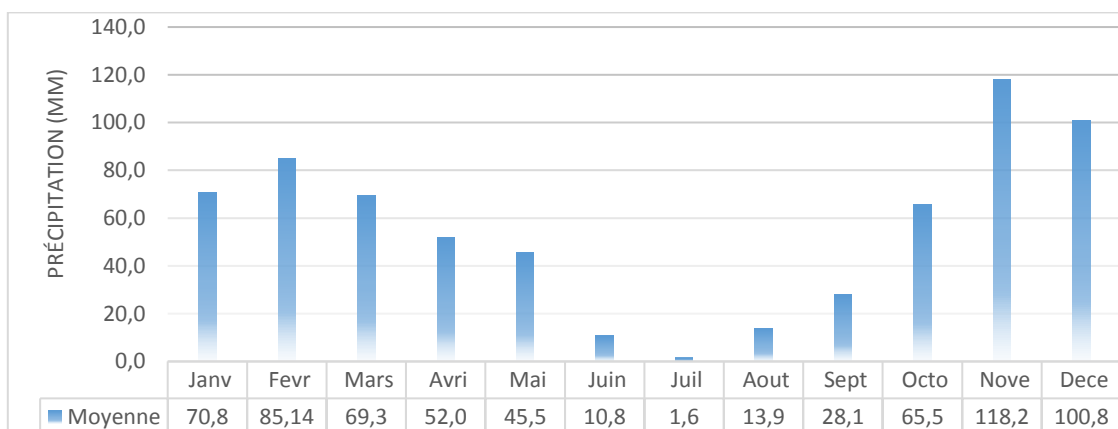


Figure 16 : Précipitations mensuelles entre 2006 et 2015 à Alger (ONM, 2015)

- **Vent**

Dans la baie d'Alger, le régime du vent change est presque stable entre la période hivernale et estivale.

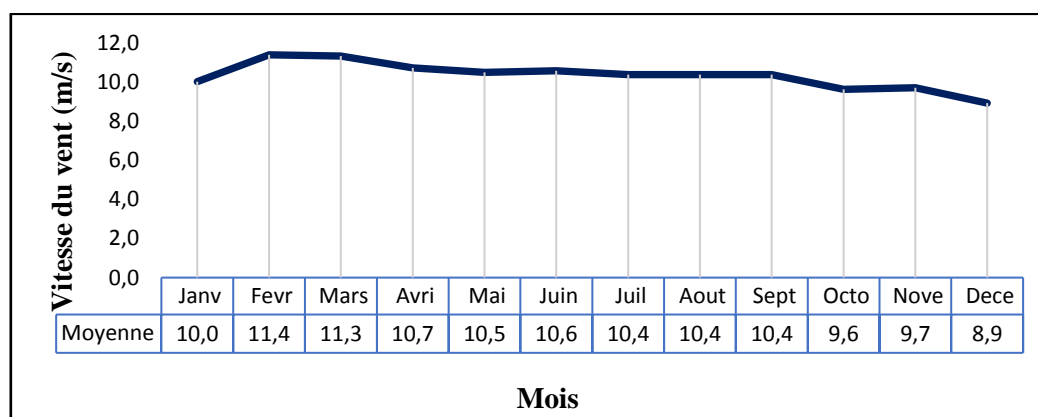


Figure 17 : Le Vent mensuelles entre 2006 et 2015 à Alger (ONM, 2015)

2.1.4 La Baie de Zemmouri

La baie de Zemmouri est située au Nord-Est d'Alger, limitée au Nord par la Méditerranée occidentale, au Sud par la plaine de la Mitidja, à l'Est par le Cap Djinet, et à l'Ouest par le Cap Matifou. Elle s'étale sur un linéaire côtier d'environ 54 km, très largement ouverte vers le nord, il est à noter l'existence d'un promontoire rocheux d'environ 100 m (Rocher Noir).

- **Oued Isser**

L'Oued Isser se situe au niveau de la Baie de Zemmouri (**Figure 18**). Représente le plus important des Oueds qui débouche dans cette Baie, son bassin versant couvre une superficie de 4145 km² et s'étend à 200 km. Il prend naissance dans la wilaya de Médéa. qui parcourt la Basse Kabylie de Djurdjura (ou l'actuelle wilaya de Boumerdès, Algérie) après avoir traversé la wilaya de Bouira, puis se jette dans la Méditerranée près de la ville de Djinet, ville côtière de Basse Kabylie, rattachée à la Wilaya de Boumerdès. Ses coordonnées géographiques sont 36.836599°N, 3.670571° E. Les trois principaux Oueds qui concourent à la formation d'Oued Isser sont :

- Le premier, du côté de Médéa : L'Oued Malah,
- Le deuxième Oued porte le nom de Oued El Meleh ou Oued Yaggou; sa source principale est dans les Ouled Mouby, à Aïn Nar.
- Et le troisième Oued Zegkrouat ; source principale près d'Sour El Ghozlane, à Boud-Saël, dans les Ouled Ferah.

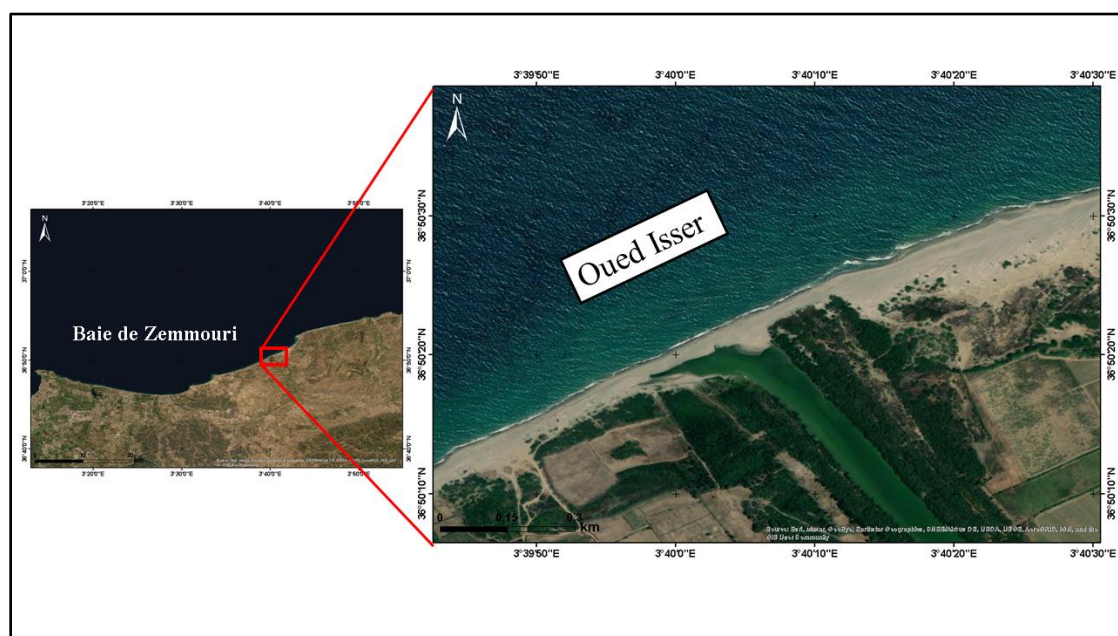


Figure 18: Situation géographique d'Oued Isser

- **Oued Sébaou**

L'Oued Sébaou c'est le principal cours d'eau de la Wilaya de Tizi-Ouzou, Il est situé au niveau de la Baie de Zemmouri (**Figure 19**). Ses coordonnées géographiques sont 36.905113° N, 3.854182° E Le bassin versant de la vallée de Sébaou couvre une superficie de 2500 km² avec

un périmètre de 250,4 km, subdivisé en 6 sous bassins répartis de façon inégale sur le Haut, Moyen et le Bas Sébaou dont les principaux sont :

- Sous bassin de l'Acif N'boubhir ;
- Sous bassin de l'Oued Sebaou rabta ;
- Sous bassin de l'Oued Aissi ;
- Sous bassin de l'Oued Sebaou Sebt
- Sous bassin de l'Oued Bougdoura
- Sous bassin de l'Oued Sebaou Maritime

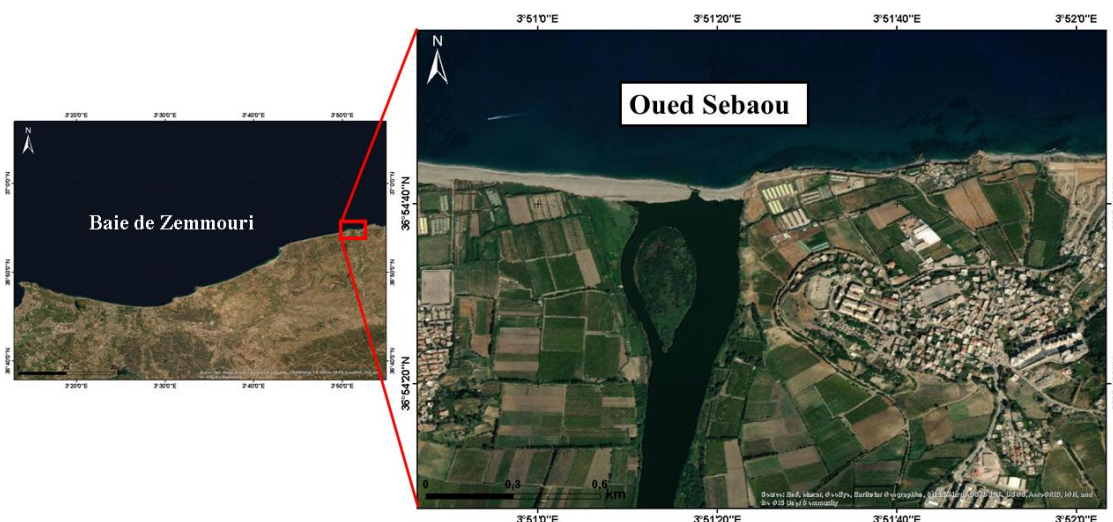


Figure 19: Situation géographique d'oued Sébaou

2.1.4.1 Facteurs climatiques

Les données utilisées dans ce travail nous ont été fournies par l'Office National Météorologique d'Alger (Dar El Beida) et concernent les années 2006 à 2015.

- **Température**

Les données de température s'étalent sur une décennie (2006-2015) montrent que les minimales de température sont généralement enregistrés durant la saison hivernale et plus précisément durant le mois de janvier et février (10,05°C) (**Figure 20**). Les températures maximales sont observées durant la saison estivale, respectivement au mois de juillet et août avec 25,11 et 25,2°C.

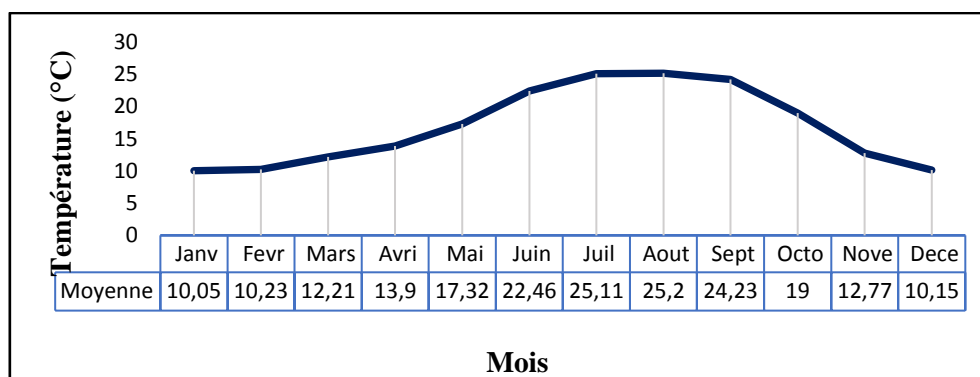


Figure 20 : Températures mensuelles entre 2006 et 2015 de Boumerdès (ONM, 2015)

• Précipitation

Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations durant la période d'étude (2006-2015) de la région de Boumerdès. (**Figure 21**)

- Le mois le plus pluvieux est le mois de Novembre avec une moyenne de 96 mm ;
- Le mois le plus sec est le mois de juillet avec une moyenne de 2 mm.

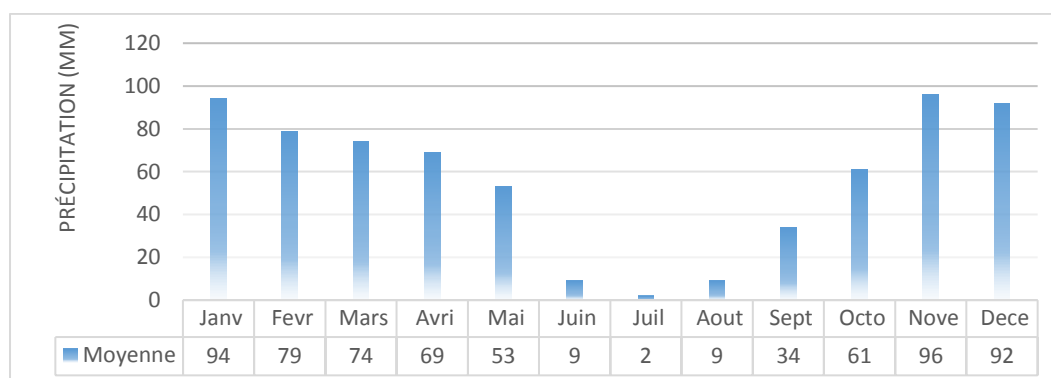


Figure 21 : Précipitations mensuelles entre 2006 et 2015 à Boumerdès (ONM, 2015)

• Vent

Le vent est l'un des éléments caractéristiques du climat régissant l'évaporation à la surface du sol et de la végétation. D'après les données de l'ONM on constate que les vents dans la wilaya de Boumerdès sont généralement d'orientation Ouest à Sud-ouest (**Figure 22**).

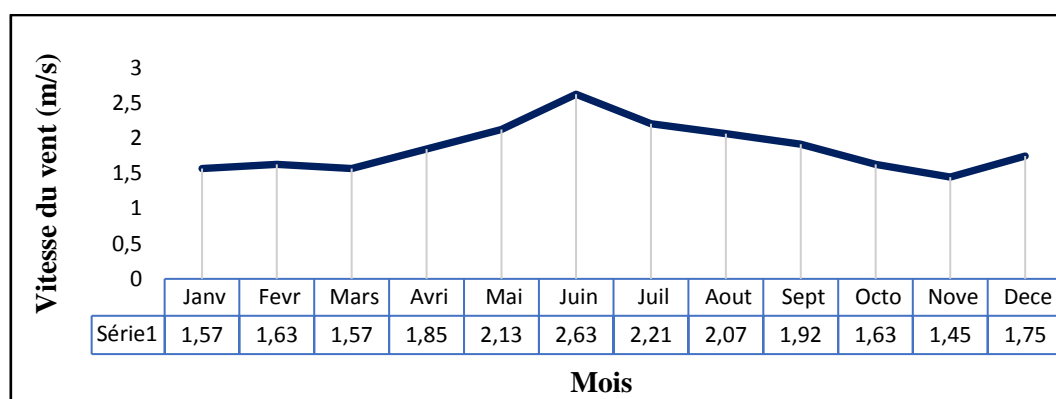


Figure 22 : Le vent mensuel entre 2006 et 2015 de Boumerdès (ONM, 2015)

2.1.5 Le Golfe de Béjaïa

Le Golfe de Béjaïa se situe à environ 250 km à l'Est d'Alger, il est compris entre deux massifs d'âge et de nature différents : Le cap Carbon à l'Ouest ($5^{\circ}06'$ Est et $36^{\circ}46'$ Nord) et le massif d'El Aouana à l'Est ($5^{\circ}36'$ Est et $36^{\circ}46'$ Nord).

- **Oued Soummam**

L'oued Soummam se situe au niveau de Golfe de Bejaia (**Figure 23**).il est limité :

- Au Nord par la chaîne montagneuse du Djurdjura.
- Au Sud par les monts des Bibans et Babors.
- A l'Ouest par le plateau de Bouira.
- A l'Est par la mer méditerranée.

Leurs coordonnées géographiques sont : 36.731822° N, 5.071203° E. Il couvre une région essentiellement montagneuse caractérisée par un réseau hydrographique très marqué et bien alimenté ayant provoqué des érosions profondes. La vallée de la Soummam se situe à environ 230 km à l'Est d'Alger. L'Oued Soummam forme l'un des cours d'eau les plus importants du pays (Troisième fleuve d'Algérie) et draine un bassin versant important dont la superficie est de 9125 km^2 . Il est formé de la confluence de l'Oued Sahel qui descend des montagnes du Djurdjura et du plateau de Bouira, et de l'Oued Boussellam qui descend du plateau Sétifien. Il se jette dans la mer Méditerranée à Bejaia après un cours de 80 km environ orienté Sud-Ouest, Nord-Est.

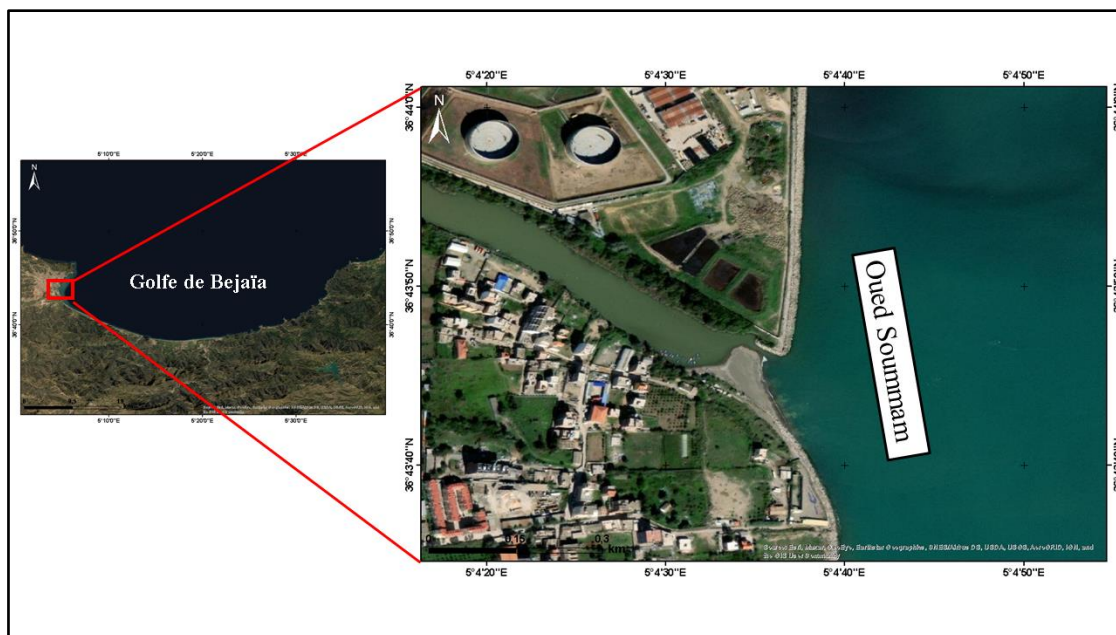


Figure 23: Situation géographique d'oued Soummam

2.1.5.1 Facteurs climatiques

Les données utilisées dans ce travail nous ont été fournies par l'Office National Météorologique d'Alger (Dar El Beida) et concernent les années 2006 à 2015.

- **Température**

La courbe des moyennes de température mensuelle entre 2006 et 2015, montre que le mois le plus froid est Janvier, le plus chaud étant Août (**Figure 24**). Les valeurs moyennes minimales pour la période considérée, sont respectivement 13,9°C et 27,3°C, ce qui donne une amplitude de variations thermiques de 13,4°C (**ONM, 2015**).

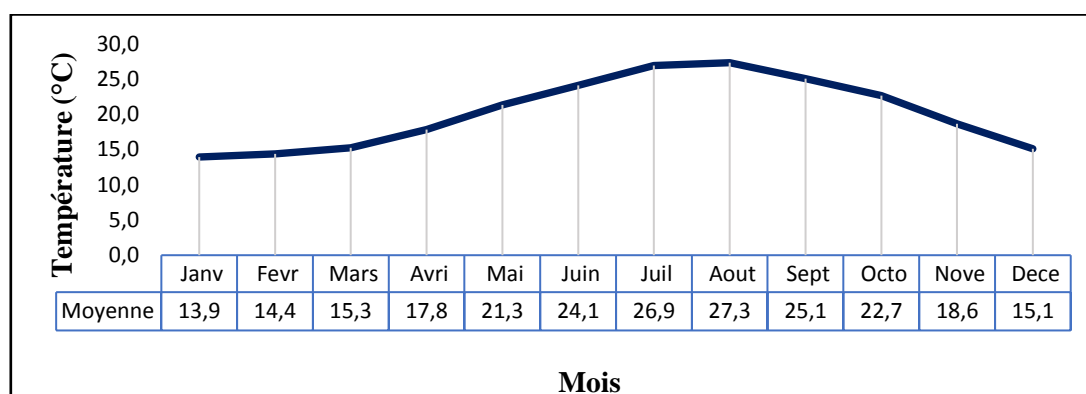


Figure 24 : Températures mensuelles entre 2006 et 2015 de Béjaia (**ONM, 2015**)

- **Précipitation**

Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations durant la période d'étude (2006-2015) de la région de Bejaïa sont représentées dans la (**Figure 25**), le mois de Décembre est le plus

pluvieux, avec une moyenne de 158,8 mm Tandis que le mois le plus sec est le mois de Juillet avec une moyenne de précipitation ne dépassant pas les 2 mm. La répartition des précipitations du climat méditerranéen est inégale au cours de l'année, ce qui engendre l'apparition de quatre saisons différentes.

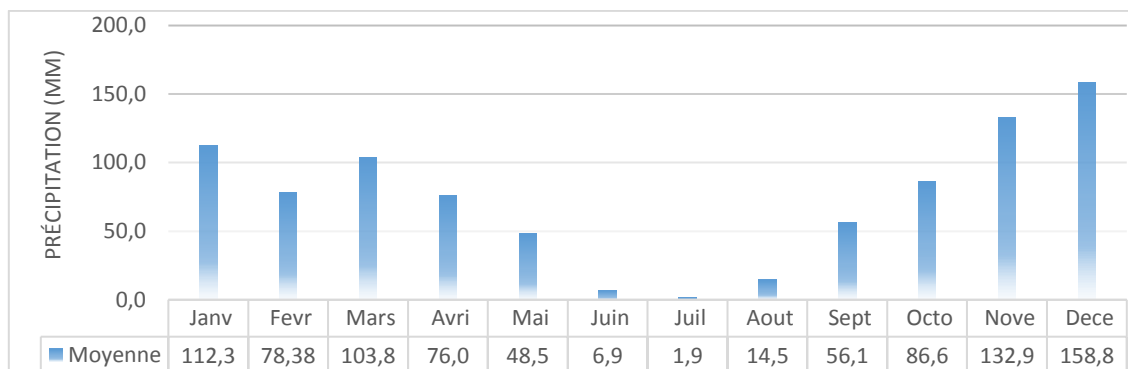


Figure 25 : Précipitations mensuelles entre 2006 et 2015 à Béjaïa (ONM, 2015)

- **Vent**

Les vents dominants viennent généralement du Nord-Ouest (Vents Marins) avec une vitesse de 8,8 m/s et s'engouffrent facilement dans la vallée de la Soummam. Les zones de montagne enregistrent fréquemment des gelées en hiver. Les vents sont caractérisés par leurs directions, leurs vitesses et leurs intensités. Les vents de direction ouest/nord-ouest sont responsables de la pluviométrie. Les vents de directions Sud-Nord engendre une forte évapotranspiration et une sécheresse abaissant l'humidité.

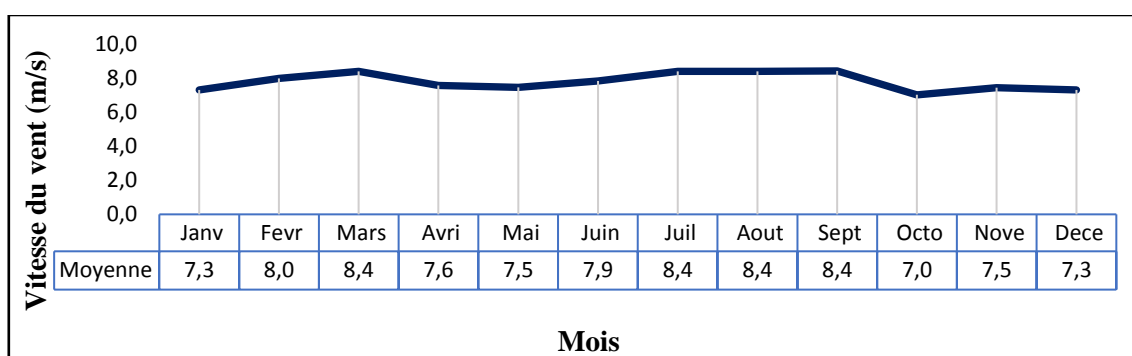


Figure 26 : Le Vent mensuelles entre 2006 et 2015 à Béjaïa (ONM, 2015)

2.1.6 La Baie de Jijel

Située dans le Nord-Est de l'Algérie. La Baie de Jijel est en majeure partie formée de plages s'étendant sur une quarantaine de kilomètres à l'Est de Jijel et de falaises vers l'Ouest, et inclut les estuaires de plusieurs Oueds qui sillonnent la région de Jijel : Oued-El- kébir, Nil, Djendjen et Mencha.

- **Oued El-Kebir**

Oued El-Kebir est un grand fleuve qui coule dans l'Est de l'Algérie (**Figure 27**) entre 36.867824° N et 6.094491° E, précisément dans la Wilaya de Constantine, Sétif, Mila et Jijel. La station de Oued-El-Kebir prend le chemin de la Wilaya de Sétif là on l'appelle Oued El Rhumel puis il traverse la ville de Constantine en créant des gorges du Rhumel ensuite il passe par les environs de la ville de Mila là où se trouve le barrage de Béni Haroun (le plus grand barrage d'Algérie). Il passe par la Wilaya de Jijel et prend une autre appellation Oued El-Kabir et se déverse dans la Méditerranée au niveau de la commune de Sidi Abdelaziz. Il change brusquement de direction et coule vers le Nord-Ouest pour confluer avec l'Oued Endja et donner naissance à l'Oued El-kebir. Donc, le bassin du kebir-Rhumel résulte de la conjonction de deux cours d'eau importants qui sont l'Oued Rhumel et Oued Endja drainant respectivement une superficie de 5315 km^2 .

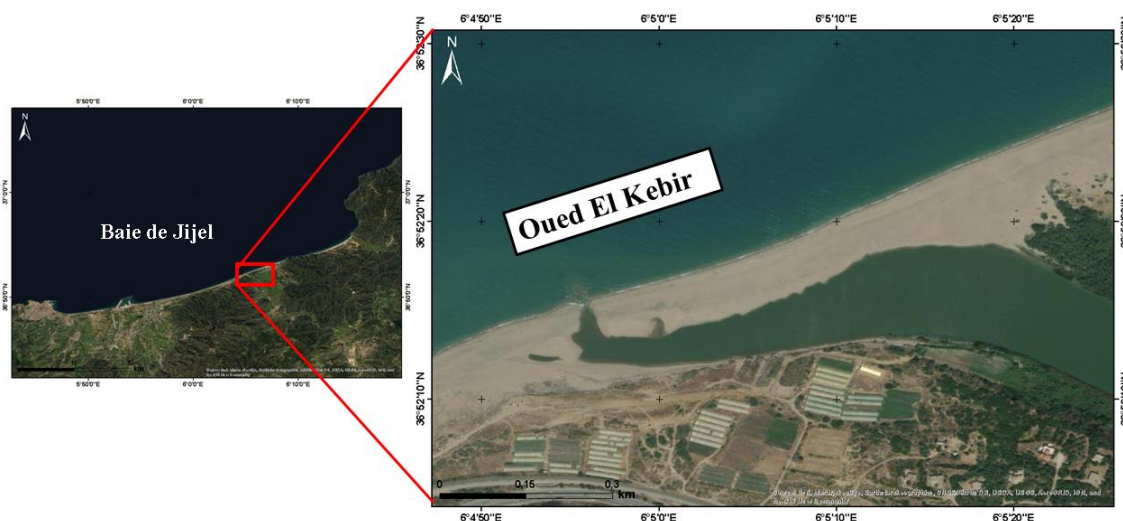


Figure 27: Situation géographique d'oued El-Kebir

2.1.6.1 Facteurs climatiques

Les données utilisées dans ce travail nous ont été fournies par l'Office National Météorologique d'Alger (Dar El Beida) et concernent les années 2006 à 2015.

- **Température**

La courbe des moyennes de température mensuelle entre 2006 et 2015, montre que le mois le plus froid est février, le plus chaud étant Août (**Figure 28**). Les valeurs moyennes minimales pour la période considérée, sont respectivement $11,8^{\circ}\text{C}$ et $26,3^{\circ}\text{C}$, ce qui donne une amplitude de variations thermiques de $14,5^{\circ}\text{C}$ (ONM, 2015).

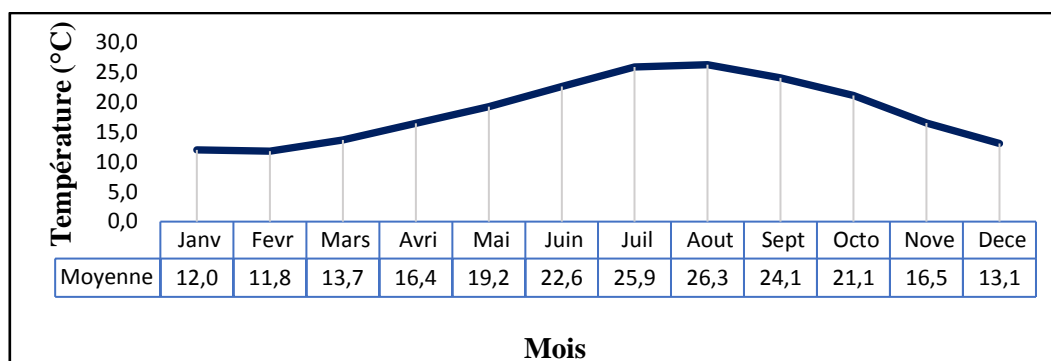


Figure 28 : Températures mensuelles entre 2006 et 2015 de Jijel (ONM, 2015).

• Précipitation

Montre que les quantités de pluies les plus élevées sont enregistrées durant l'hiver et que les précipitations minimales sont observées en été (**Figure 29**), révèlent l'irrégularité des pluies le long de l'année. Les mois les plus pluvieux sont respectivement : novembre, décembre, février alors que les mois les plus secs sont juin, juillet et août

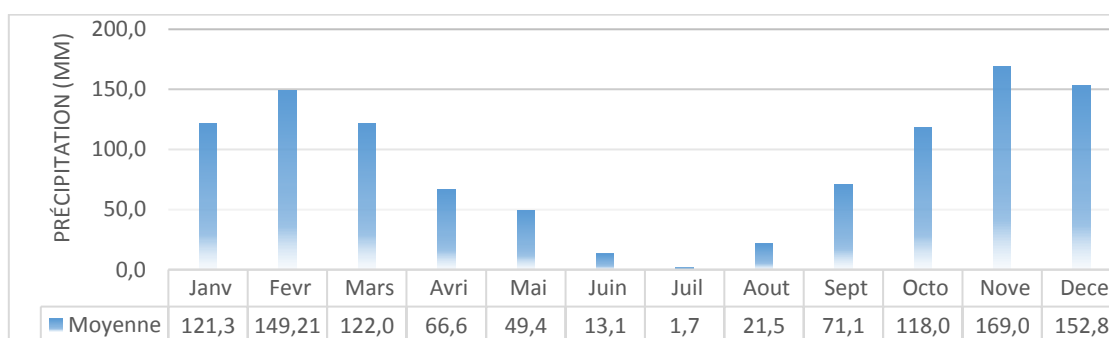


Figure 29 : Précipitations mensuelles entre 2006 et 2015 à Jijel (ONM, 2015)

• Vent

Le vent est un facteur climatique très important, car il joue un rôle fondamental dans le transport, la propagation et la dissémination des polluants de différentes tailles vu ses caractéristiques de direction et de force. Deux types de vents dominants soufflent sur la région de Jijel :

Le vent-du Nord-Ouest, d'octobre à avril.

Le vent du Nord-Est, entre mai et septembre.

Autre vent peu fréquent, le sirocco, vent du sud qui souffle en moyenne 24 jours/M (**Figure 30**). Le régime des vents, au cours de la saison hivernale, la vitesse maximale du vent varie entre 20,3 m/s au mois de Décembre et 17,8 m/s au mois de Mars. Pour la saison estivale, la

vitesse maximale du vent varie entre 14,9 m/s au mois, d'Août et 18,2 m/s au mois de Septembre.

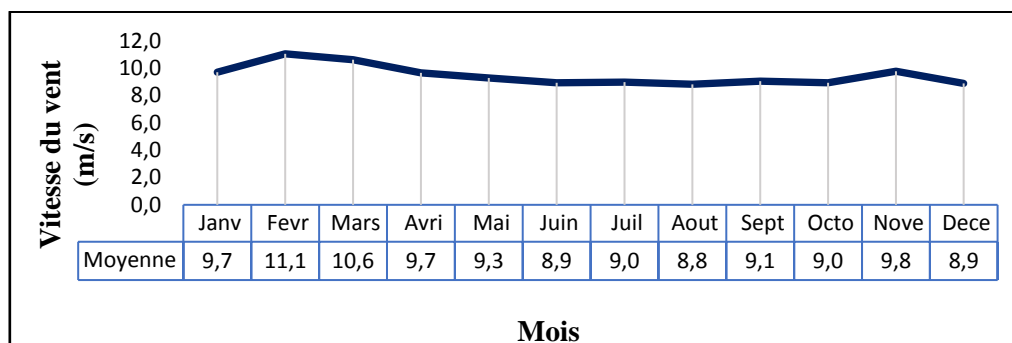


Figure 30 : Le Vent mensuelles entre 2006 et 2015 à Jijel (ONM, 2015)

2.1.7 Le Golfe d'Annaba

Le Golfe d'Annaba forme l'aile orientale de la cote algérienne, il est situé à environ 670 km d'Alger. Il est délimité par Ras El Hamra à l'Ouest : (36°58'02''N-7°47'49''E) et Ras Rosa à l'Est (36°57'03''N-8°14'35''E). Le Golfe d'Annaba s'étend sur 2.337 km².

- **Oued Seybouse**

L'Oued Seybouse est situé dans le Golfe d'Annaba (**Figure 31**) entre 36.864768° N et 7.769674° E, Il draine l'un des principaux bassins versants de l'Algérie. Ce bassin situé au Nord-Est de l'Algérie couvre une superficie totale d'environ 6471 km². c'est le bassin le plus vaste, après celui de la Medjerda, de la partie orientale de l'Afrique du Nord et il est subdivisé en six sous bassins principaux. L'Oued Seybouse prend naissance de la commune de Medjez Amar, Wilaya de Guelma (36°26.587''N,7°18.740''E).à l'Ouest de la ville de Guelma et coule sur 134,74 km avant de se déverser dans la mer Méditerranée, près de la commune de Sidi Salem, Wilaya Annaba(36°51.689''N.7°46.066''E).il traverse trois Wilayas (Guelma , El-Taref et Annaba).

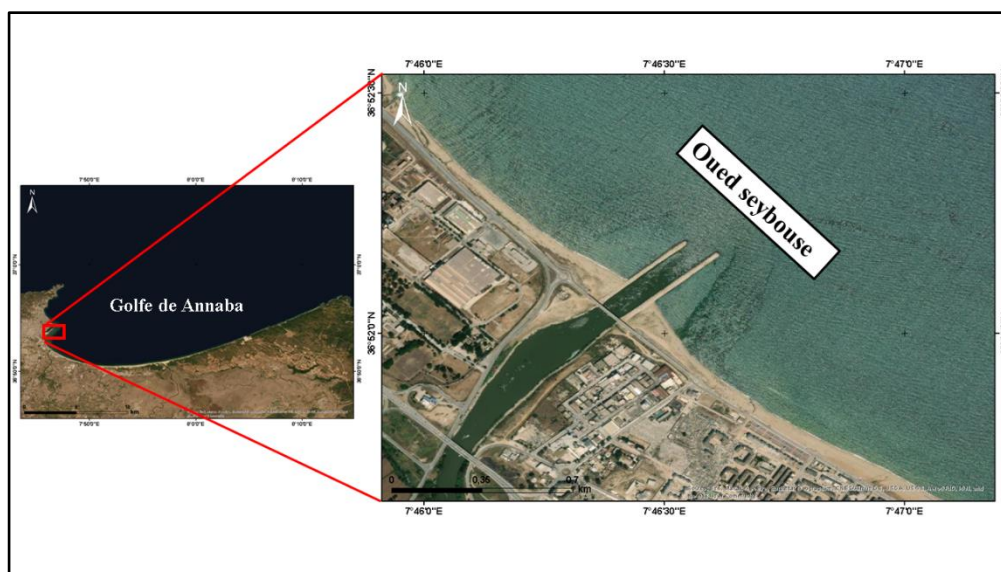


Figure 31: Situation géographique d'Oued Seybouse

2.1.7.1 Facteurs climatiques

Les données utilisées dans ce travail nous ont été fournies par l'Office National Météorologique d'Alger (Dar El Beida) et concernent les années 2006 à 2015.

- **Température**

La courbe des moyennes de température mensuelle entre 2006 et 2015, montre que le mois le plus froid est février, le plus chaud étant Août (**Figure 28**). Les valeurs moyennes minimales pour la période considérée, sont respectivement 11,8°C et 26,3°C, ce qui donne une amplitude de variations thermiques de 14,5°C (**ONM, 2015**).

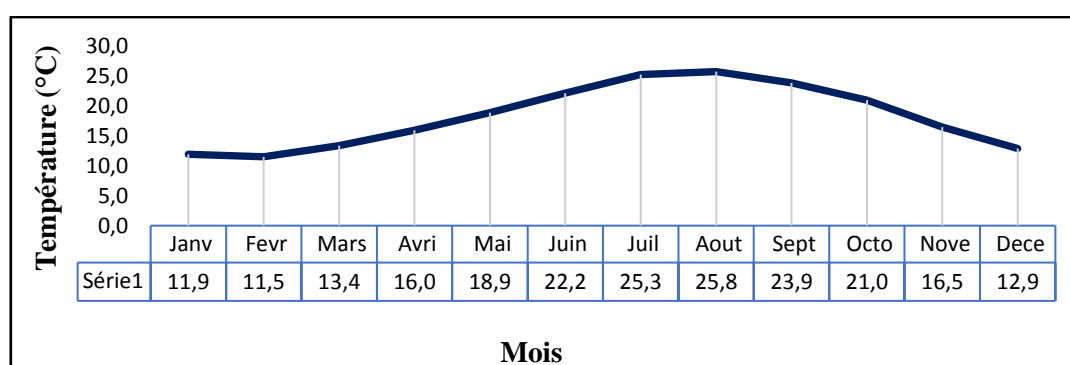


Figure 32 : Températures mensuelles entre 2006 et 2015 d'Annaba (**ONM, 2015**)

- **Précipitation**

Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations durant la période d'étude (2006-2015) de la région de Annaba sont représentées dans la figure (**Figure 33**), le mois de mars est le plus

pluvieux, avec une moyenne de 93,6 mm Tandis que le mois le plus sec est le mois de Juillet avec une moyenne de précipitation ne dépassant pas les 2 mm.

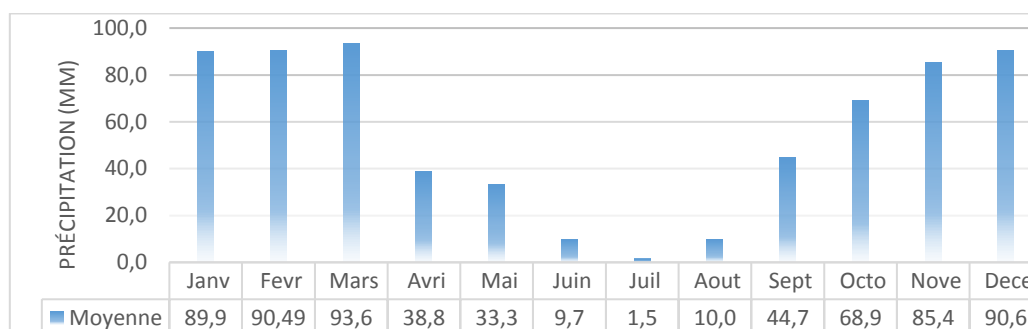


Figure 33 : Précipitations mensuelles entre 2006 et 2015 à Annaba (ONM, 2015)

- **Vent**

Les vents ont un effet important sur les phénomènes d'évaporation, de précipitation et à un degré moindre sur les températures. La zone d'étude se caractérise par des vents de direction Nord à Nord-Est, Sud-Ouest à Nord. Les vents les plus violents se manifestent en hiver et les plus faibles en été avec quelques épisodes de SIROCCO qui augmentent la température.

Les vents les plus fréquents soufflent du secteur Nord-Ouest suivant une direction Nord-ouest Sud-Est avec une moyenne annuelle de 2,4 m/s et les moins fréquents sont ceux du Sud-Est et du Sud-Ouest avec une moyenne annuelle de 2 m/s la valeur la plus élevée de ce paramètre est enregistrée au mois de décembre et la plus faible au mois de février

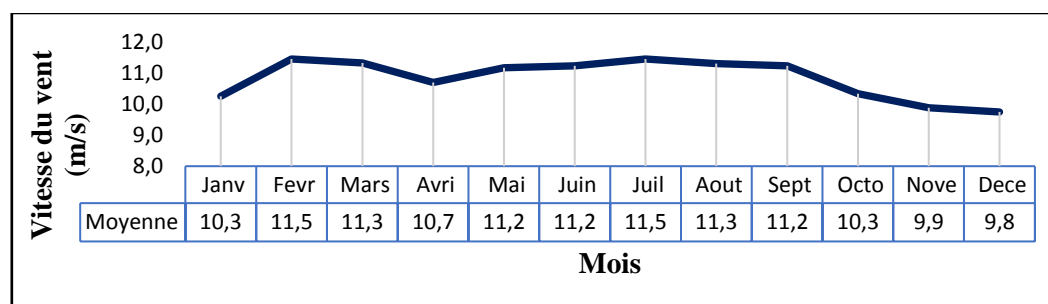


Figure 34 : Le Vent mensuelles entre 2006 et 2015 à Annaba (ONM, 2015)

2.2 Facteurs hydrodynamiques

Le régime général des houles est lié à celui des vents qui les génèrent. Du fait de son orientation, la côte algérienne est exposée durant toute l'année aux houles provenant principalement du secteur E.N.E à W.N.W. Les houles les plus fréquentes sont celles qui proviennent de l'Ouest et du Nord-Ouest (LEM, 1998).

Le courant algérien à une vitesse moyenne de l'ordre de 1 à 1,5 m/s. (LEM, 1998). Au niveau local, notamment à l'intérieur des baies, des courants côtiers sont générés par les vents et les

houles (courants de dérive et contre-courants). Les courants côtiers jouent un rôle important dans la distribution des sédiments aux embouchures des oueds.

Matériels et méthodes



3 Matériels et Méthodes

Ce chapitre est consacré, à la présentation du matériels et méthodes des analyses des paramètres physico-chimiques, et analyses granulométriques.

3.1 Les Données in-situ

Les analyses ont été effectuées dans les Laboratoires de l'ENSSMAL à Dely Ibrahim. Les méthodes d'analyses suivent les procédures décrites dans le manuel des analyses chimiques en milieu marin(Aminot et Chaussepied, 1983) et (Aminot et Kerouel, 2004).

3.1.1 Sortie

Deux sorties ont été effectuées dans la baie de Bou Ismail à l'embouchure d'Oued Mazafran, le 11 Avril 2021 (printemps) et le 08 Juillet 2021 (été). Notre travail consiste à prélever des échantillons d'eau et de sédiment de l'embouchure d'Oued Mazafran. Quatre stations ont été sélectionnées pour l'analyse des paramètres physico-chimiques et de la granulométrie.

3.1.2 Conditions météorologiques

La 1ère sortie : temps nuageux, avec une température de l'air maximale de 23°C et minimale de 19°C. Mer houleuse pendant toute la sortie. La 2ème sortie : temps ensoleillé, avec une température de l'air maximale de 26°C et minimal de 25°C. Mer calme pendant toute la sortie.

3.1.3 Choix et localisation des stations

La figure ci-dessous présente les différents points d'échantillonnage effectué durant les deux sorties (printemps, été).

- P : printemps
- E : été

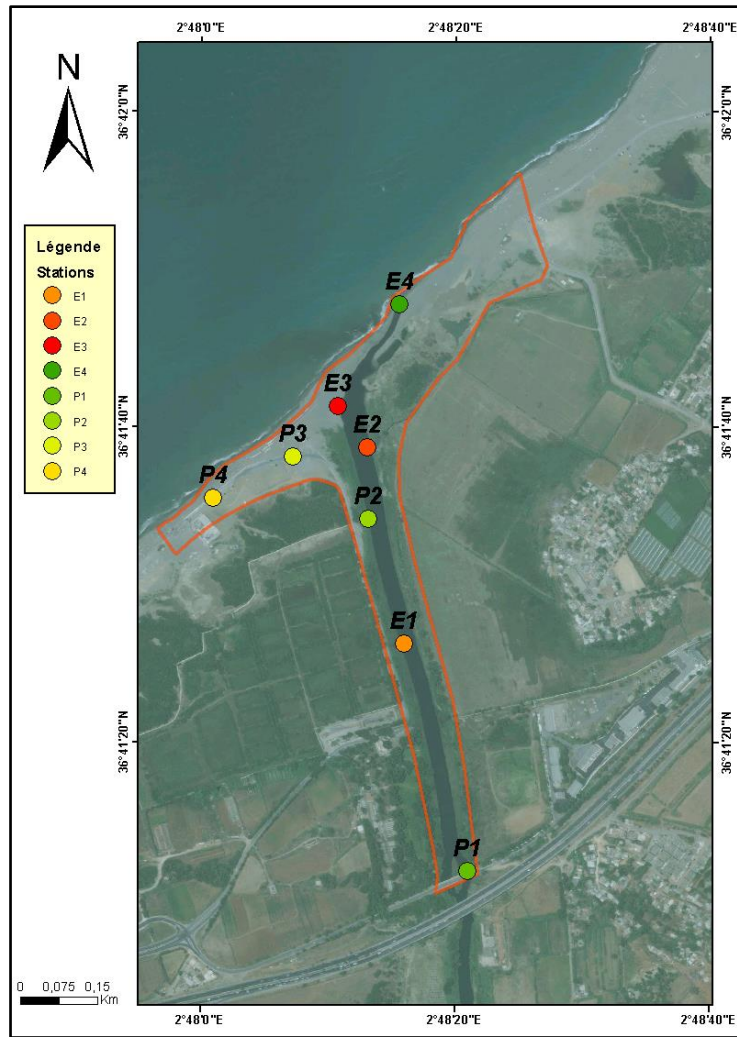


Figure 35 : Situation des stations de prélèvement de l'eau dans l'embouchure d'oued Mazafran.

Le tableau suivant montre les coordonnées des stations échantillonnées.

Tableau 1 : les coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage

| | N° station | Latitude | Longitude | Emplacement de la station |
|----------------------------|------------|-------------|------------|-----------------------------------|
| 1 ^{ère} Sortie | P1 | 36°41'29''N | 2°48'16''E | Au niveau du pont d'oued Mazafran |
| | P2 | 36°41'50''N | 2°48'10''E | L'embouchure d'oued Mazafran |
| | P3 | 36°41'53''N | 2°48'10''E | L'embouchure d'oued Mazafran |
| | P4 | 36°41'55''N | 2°48'12''E | Entre l'oued et la mer |
| 2 ^{ème} Sortie | E1 | 36°41'29''N | 2°48'16''E | Parc d'attraction d'oued Mazafran |
| | E2 | 36°41'50''N | 2°48'10''E | L'embouchure d'oued Mazafran |
| | E3 | 36°41'53''N | 2°48'10''E | L'embouchure d'oued Mazafran |
| | E4 | 36°41'55''N | 2°48'12''E | Entre l'oued et la mer |

3.1.4 Conditionnement du matériel

Le matériel utilisé lors de la sortie a été conditionné comme suit :

- Rinçage à l'eau de robinet.
- Rinçage à l'eau acidulée préparée à partir d'acide chlorhydrique à 0.1 N.
- Rinçage à l'eau distillée.
- Séchage à l'étuve à 70 °C.

3.1.5 Prélèvement d'eau de l'oued Mazafran

Le prélèvement des échantillons a été effectué à l'aide d'un Seau de 5 L de Capacité. Une fois le saut de prélèvements remontés à bord, on rince deux fois nos flacons avec l'eau de l'oued à analyser, puis on remplit chaque flacon de façon à ne pas provoquer des contaminations sur nos échantillons.



Figure 36 : prélèvement de l'eau d'oued Mazafran (Printemps, Été, 2021)

3.1.6 Mesure des paramètres physico-chimiques

3.1.6.1 Température

La mesure de la température a été effectuée in situ à l'aide d'une sonde conductimétrique de terrain (sonde de température intégrée) de type WTW.

3.1.6.2 Salinité et conductivité

Les mesures de la salinité et de la conductivité ont été effectuées à l'aide d'un conductimètre marque : Wissenschaftlich technische werkstätten « WTW » avec une précision de $\pm 0,5\%$. La conductivité de l'eau est donnée en (ms/cm).

3.1.6.3 Oxygène dissous

La concentration de l'oxygène dissous est déterminée à partir d'un oxymètre de terrain de marque WTW « Oxi197i /S » avec une précision de $\pm 0,5\%$. L'appareil est calibré avant son utilisation. la valeur s'affiche en mg/l et en % avec une précision de $\pm 0,1\%$.



Figure 37 : La sonde multi-paramètre utilisée

3.1.6.4 Potentiel d'Hydrogène (pH)

La mesure du pH a été effectuée in situ à l'aide d'un pH-mètre de terrain de marque WTW. On plonge l'électrode dans l'échantillon à analyser puis on lit directement la valeur du pH-mètre.

3.1.6.5 La turbidité

La mesure de la turbidité consiste à déterminer la dispersion et l'absorption de la lumière, il s'agit donc d'un paramètre lié à la présence des particules en suspension (**Aminot et Chaussepied, 1983**). Pour ce faire, on s'est servi d'un turbidimètre optique (**Figure 38**) de la marque HANNA



Figure 38: un turbidimètre optique

- Principe de la méthode

- Rincer la cuve une fois avec un peu de l'extrait à analyser.
- Remplir le flacon avec de l'échantillon à analyser.
- vérifier la propreté du flacon avant de le positionner sur le portoir.
- mesurer l'absorbance correspondante en appuyant sur « Read »

3.1.6.6 La matière en suspension (MES)

- Principe

La méthode consiste à filtrer l'eau d'Oued Mazafran sur membrane filtrante afin de retenir toutes les particules de taille supérieure à 0,5 μm environ. La membrane est rincée, séchée à 105 °C et pesée avant et après filtration. La différence de poids permet de connaître la masse sèche totale de matières en suspension dans le volume filtré correspondant (**Aminot et Kerouel, 2004**).

- Matériels utilisés.
 - Filtres en fibres de verre.
 - Dessiccateur (contenant de gel de silice activé).
 - Balance de précision de type Denver instrument M-220 D (au 1/100000g).
 - Eprouvette graduée de 50 ml.
 - Etuve de type WTB Binder, réglé à 65 C°.
 - Pompe à vide pour filtration
 - Rampe de filtration en INOX 3 postes de 500 ml.
 - Eau distillée.

- Pince plate.
- Entonnoir.



Figure 39 : matériels utilisés

- Conditionnement des filtres
 - Mettre les filtres de fibre de verre de $0,7 \mu\text{m}$ de porosité au four à $450-500 \text{ }^\circ\text{C}$ pendant 1h environ pour éliminer toute substance organique.
 - A l'aide du système de filtration, laver abondamment les membranes à l'eau distillée en les plaçant sur la base du support-filtre sous un très léger vide.
 - déposer les filtres dans leurs boites, mettre les boites, sans leur couvercle, à l'étuve (70 à $105 \text{ }^\circ\text{C}$).
 - laisser les filtres sécher environ 6 heures.
 - sortir les boites à filtres de l'étuve, replacer les couvercles et mettre aussitôt les boites au dessiccateur.
 - Numéroter les filtres de façon indélébile.
 - Peser chaque filtre. Soit P_1 ce poids.
 - conserver les filtres dans leurs boites à l'abri de la poussière dans un dessiccateur.
- Filtration

-Homogénéiser l'échantillon.

-Mesurer le volume à filtrer à l'aide d'une éprouvette.

-Placer un filtre dans le dispositif de filtration.

-Verser l'échantillon sur le filtre puis appliquer le vide, veiller à ne pas amener le filtre à sec.

-Rincer les parois de l'entonnoir à l'eau distillée.

- Remettre chaque filtre dans sa boîte numérotée.
- Avant de passer un autre échantillon, rincer les parois de l'entonnoir à l'eau acidulée puis à l'eau distillée.
- conserver les boîtes au frais et à l'abri de la lumière ou les sécher immédiatement à 70 °C pendant 6 heures.
- Sortir les boîtes à filtres de l'étuve. Les laisser refroidir dans le dessiccateur.
- Peser chaque filtre. Soit P_2 ce poids.

La concentration de MES est donnée par l'expression :

$$MES (mg/l) = (P_2 - P_1)/V \quad (1)$$

P_1 : Le poids du filtre avant filtration (mg).

P_2 : Le poids du filtre après filtration (mg).

V : Le volume filtré (litre).

3.2 Les Analyses granulométriques

3.2.1 Le prélèvement des sédiments sur le terrain

Le prélèvement des sédiments a été réalisé par une benne de type VAN VEEN au niveau de l'embouchure, l'échantillonnage se fait manuellement sur la plage en utilisant des gants afin d'éviter la perte des particules fines. La conservation se fait dans des sachets de congélation étiquetés. La présence d'un GPS (portable) est obligatoire pendant notre sortie pour prendre les coordonnées de chaque station.

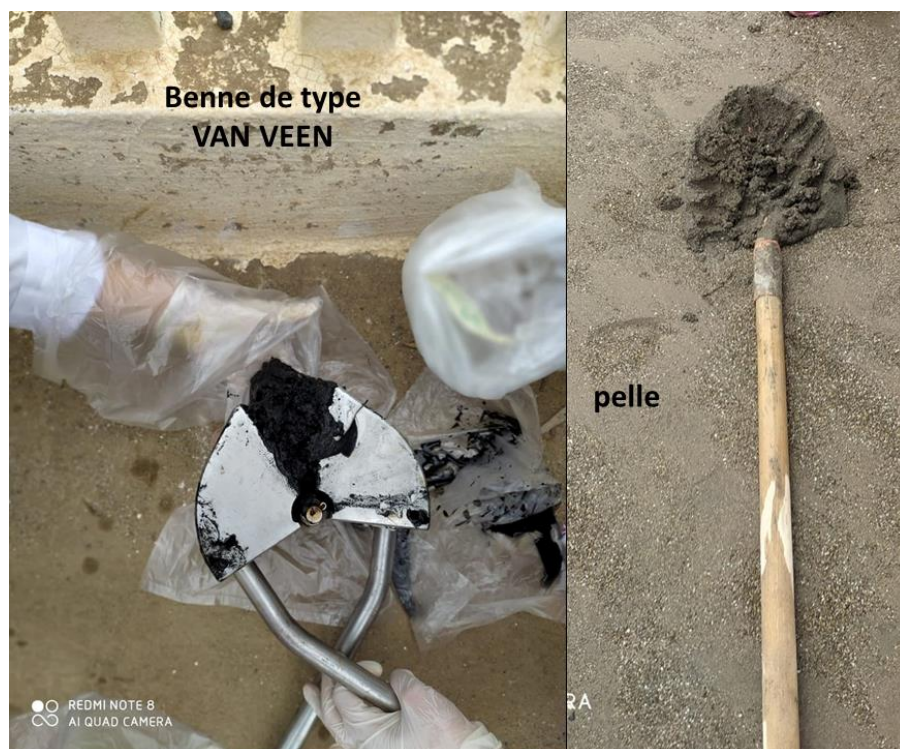


Figure 40 : prélèvement de sédiments (Printemps, Été).

3.2.2 Les Travaux au laboratoire

Une fois les échantillons nécessaires aux déroulements des travaux obtenus, ces derniers sont traités et classés au laboratoire, déposés dans des boîtes de pétries libellées, sur lesquelles, on utilisera pour chaque analyse, la quantité de sédiments nécessaires. Les travaux se sont déroulés au sein du laboratoire de géologie de l'ENSSMAL

3.2.2.1 Principe de la méthode

La granulométrie consiste à évaluer le pourcentage de la masse totale correspondant à chaque dimension de particules (**Riviere, 1977**). Cette technique consiste à passer l'échantillon par une série de tamis de mailles décroissantes et de récolter ensuite le poids partiel de chaque quantité dans le tamis et le peser. Elle permet aussi de définir, suivant leurs calibres, diverses classes de

sédiments séparément de leur nature chimique (**Bachouche, 2017**). On appelle tamisat la partie de l'échantillon passé à travers les mailles du tamis, et le refus c'est la partie de l'échantillon qui n'est pas passée à travers les mailles du tamis, et puis le refus cumulé qui est la somme de tous les refus, celui du tamis lui-même plus tous les refus des tamis de maille plus grande. Il peut être exprimé en gramme ou en % de refus cumulés.

3.2.2.2 Matériel utilisées

- Etuve (Prolabo, Memmert).
- Boîtes de pétries.
- Balance (Adventure).
- Spatule.
- Pinceau.
- Echantillons.



Figure 41 : Matériels utilisés dans la granulométrie.

3.2.2.3 Mode opératoire

- Une fois arrivés au laboratoire, les échantillons sont disposés sur la paillasse selon leur ordre de prélèvement. Puis nous passons à la préparation et à l'étiquetage des boîtes de pétrie.
- Ensuite placer tous les échantillons à l'étuve pendant 24h à une température de 105 C°.
- Après le premier séchage, pesé une masse de 200 g (P0) d'échantillons.
- Ces derniers ont été rincés dans un tamis de 63 μm par l'eau douce du robinet aidé par une agitation manuelle afin d'éliminer les fractions péltiques.

- Les échantillons ont été remis une autre fois dans les boîtes de pétris et placés à l'étuve pendant 24h à 105 C°.
- Après le deuxième Séchage, peser la nouvelle masse de chaque échantillon (P1) La différence par rapport au poids initial c'est la quantité des fractions pélitiques.
- La seconde étape est le tamisage, elle s'est faite à l'aide d'une table vibrante sur laquelle nous disposons la colonne de tamis, dans un ordre décroissant.
- En respectant les normes AFNOR pour l'écartement des mailles, On a utilisé la série suivante de tamis : (1000 μm , 800 μm , 630 μm , 500 μm , 400 μm , 315 μm , 250 μm , 200 μm , 160 μm , 100 μm , 80 μm , 63 μm , 50 μm , 40 μm).
- La séries de tamis été divisée en deux colonnes de sept tamis, chaque colonne placée sur une table vibrante pendant 10 minutes sous une fréquence de 50 Hz.
- Peser le refus de chaque tamis à l'aide d'une balance de précision en gramme.
- Evaluation en pourcentage des refus de chaque tamis :
 - Représentation graphique : courbe cumulative en ordonnées arithmétiques.
 - Paramètres texturaux : calcul des indices : l'indice de tri (S0), Le coefficient d'asymétrie (Sk).

3.3 Les étapes de traitement d'image satellitaire

Arc-Gis

Arc-Gis 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.

Google Earth Pro

Google Earth Pro est un logiciel qui permet de voyager dans le monde via un globe virtuel et d'afficher des images satellites, des plans, des reliefs et des bâtiments 3D. C'est un logiciel qui contient des images de grande résolution de l'ordre de 30 m à 60 cm (SPOT, QUICKBIRD, IKONOS, ...). Ces images sont issues d'entreprises de commercialisation d'images et sont archivées sur le serveur de Google Earth Pro qui est accessible par connexion à l'internet. Elles sont mises à jours au fur et à mesure.

- Téléchargement des images (Google Earth).
- Géo-référencement sur Arc-Gis.
- Digitalisation pour chaque zone d'embouchure, on a digitalisé 3 cartes ; une la plus ancienne à partir de l'année 2000 et la 2^{ème} pour l'année 2021 entre le printemps et l'été.
- La superposition des couches, pour mieux visualisé l'évolution du trait de côte de l'embouchure.
- Cartographie

Résultats et discussion



4 Résultats et Discussion

Ce dernier chapitre s'achève par une synthèse des principaux résultats obtenus des paramètres physico-chimiques, de la granulométrie et de la digitalisation de l'embouchure des oueds de la côte algérienne.

4.1 Etude granulométrique et physicochimique à l'embouchure d'Oued Mazafran (étude de cas)

4.1.1 La Granulométrie

4.1.1.1 L'Aspect général des courbes cumulatives

Les résultats obtenus sont traduits graphiquement par des courbes cumulatives (voir annexes n°2) dont l'examen permet de tirer et de déterminer les différents paramètres et indices granulométriques permettant de caractériser la distribution des sédiments.

Les courbes granulométriques cumulatives dans les stations (station 4 au printemps) (**Figure 42**), (station 4 en été) (**Figure 43**) montrent une allure plus au moins homogène dans une fraction de taille qui tend à être grossière. Cette allure de maximum de pourcentage qui est vers les particules grossières dû aux sédiments déposés au niveau de l'embouchure subi un lessivage, le passage permanent des cours d'eau laisse l'alluvion des sédiments très grossiers relativement au sédiment de la plage.

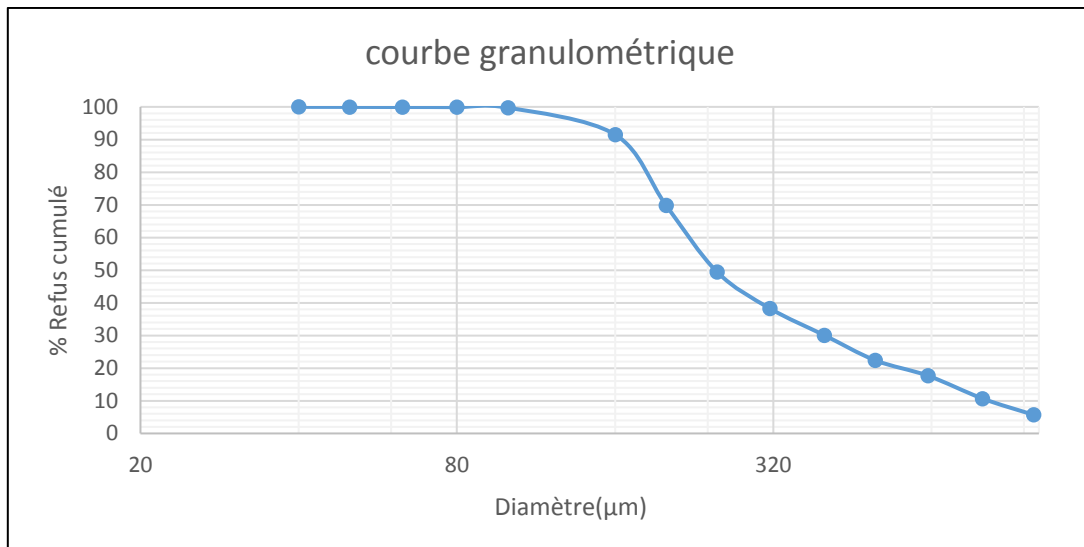


Figure 42 : La courbe granulométrique au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran au printemps.

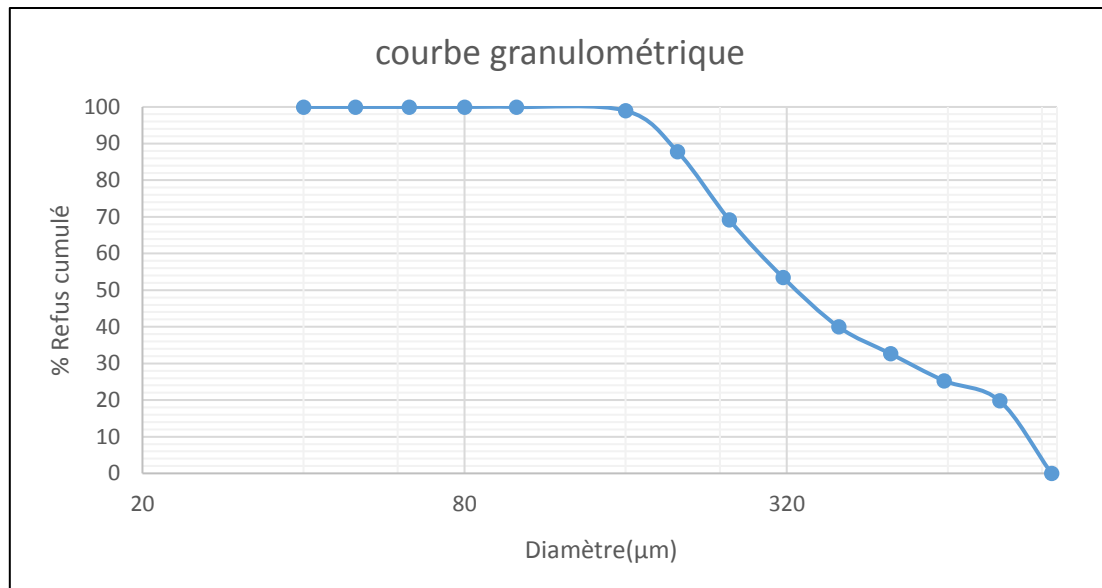


Figure 43 : La courbe granulométrique au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran en été.

4.1.1.2 Les indices granulométriques

Tableau 2 : Les paramètres de position de la 1ère sortie (printemps)

| Indices | Q25 (µm) | Q50 (µm) | Q75 (µm) |
|---------|----------|----------|----------|
| Minimum | 400 | 280 | 160 |
| Maximum | 910 | 870 | 700 |
| Moyenne | 730 | 460 | 290 |

Tableau 3 : Les paramètres de position de la 2ème sortie (été)

| Indices | Q25 (µm) | Q50 (µm) | Q75 (µm) |
|---------|----------|----------|----------|
| Minimum | 380 | 230 | 190 |
| Maximum | 770 | 400 | 490 |
| Moyenne | 520 | 320 | 260 |

Tableau 4 : les indices granulométriques des deux stations (printemps, été)

| indices | M | Limite | S0 | Limite | SK | Limite |
|------------------------|-------|---------------------|-------|----------------|-------|--------------------|
| 1er sortie (Printemps) | -1,35 | Sable très grossier | -0,88 | Très bien trié | -0,32 | Asymétrie très (-) |
| 2eme sortie (Été) | -1,64 | Sable très grossier | -0,9 | Très bien trié | -0,44 | asymétrie très (-) |

Le quartile inférieur (Q25)

Le diamètre des grains représentant 25% du poids du sédiment varie entre 400 µm (St P3) et 910 µm (St P4) avec une moyenne de 730 µm (Tableau 2) pour la première sortie. Tandis qu'elles varient entre 380 µm (St E1) et 770 µm (St E4) avec une moyenne de 520 µm (Tableau

3). Les grains de ce quartile font partie des sables grossiers à très grossiers avec la dominance des sables très grossiers (**Folk et Ward, 1957**).

La médiane (Q50)

La médiane des sédiments de la zone varie entre 280 μm (St P1) et 870 μm (St P3) avec une moyenne de 460 μm (**Tableau 2**) pour la première sortie. Tandis qu'elles varient entre 230 μm (St E3) et 400 μm (St E2, E4) avec une moyenne de 320 μm (**Tableau 3**) pour la deuxième sortie. Les sédiments contiennent des sables grossiers et très grossiers et le sable grossier est le plus abondant (**Folk et Ward, 1957**).

Le quantile supérieur (Q75)

Les grains représentant 75% du poids du sédiment ont des diamètres qui varient entre 160 μm (St P1) et 700 μm (St P3) avec une moyenne de 290 μm (**Tableau 2**) pour la première sortie. Tandis qu'ils varient entre 190 μm (St E4) et 490 μm (St E2) avec une moyenne de 260 μm (**Tableau 3**) pour la deuxième sortie. Dans les grains de ce quartile on trouve des sables moyens, grossiers et très grossiers avec la dominance du sable moyen (**Folk et Ward, 1957**).

L'Indice de classement de Trask ou indice de tri S_0

L'indice de Trask des sédiments de la zone d'étude varie entre -1,42 (St P1) et -0,67 (St P3) avec une moyenne de -0,82 (**Tableau 4**) pour la première sortie. Tandis qu'elles varient entre -0,90 (St E74) et -0,49 (St E1) avec une moyenne de -0,82 (**Tableau 4**) pour la deuxième sortie. D'après les résultats par rapport à l'indice de tri 100 % des échantillons dans notre zone d'étude, $S_0 < 0,35$, donc nous sommes en présence d'un sédiment très bien classé, ceci peut être expliqué par l'hydrodynamisme faible enregistré dans cette zone.

L'Indice d'asymétrie ou indice de Skewnes (SK)

Les sédiments étudiés de la zone ont un indice d'asymétrie qui varie entre -0,32 (St P4) et 0,82 (St P3) avec une moyenne de 0,19 (**Tableau 4**) pour la première sortie. Tandis qu'ils varient entre -0,64 (St E3) et -0,09 (St E2) avec une moyenne -0,22 de (**Tableau 4**) pour la deuxième sortie. D'après l'indice d'asymétrie (SK), l'échantillon de la 1^{ère} sortie au printemps présente une valeur positive de l'indice d'asymétrie traduisant un équilibre entre les deux fractions des particules grossière et fine dans ce dernier. Et pour la 2^{ème} sortie en été, l'indice d'asymétrie présente une valeur négative révélatrice d'une asymétrie des particules vers les grossiers traduisant un excès en particules grossières du résultat conforme à la constitution des alluvions.

4.1.2 Les paramètres physico-chimiques

Les résultats de mesure des paramètres physicochimiques obtenus lors de la sortie sur terrain dans l’embouchure d’oued Mazafran pendant la période printanière (11/04/2021) et la période estivale (08/07/2021) sont reportés sur le tableau ci-dessous sous forme de valeur moyenne et extrême.

Tableau 5 : Les résultats obtenus des paramètres mesurés in situ

| Paramètre | | T | S | PH | OD |
|-----------------------------------|------------|-------|-------|------|------|
| Unité | | °C | PSU | | mg/l |
| Sortie 01 (11/04/2021) | Moyenne | 20,45 | 0,725 | 7,38 | 2,67 |
| | Maximum | 22,8 | 1 | 7,48 | 3,64 |
| | Minimum | 19,2 | 0,6 | 7,27 | 1,33 |
| | Ecart type | 1,60 | 0,19 | 0,09 | 1,01 |
| Sortie 02 (08/07/2021) | Moyenne | 25,25 | 1,35 | - | - |
| | Maximum | 26 | 2 | - | - |
| | Minimum | 25 | 1,1 | - | - |
| | Ecart type | 0,5 | 0,43 | - | - |

Les résultats des analyses physico-chimiques (**Tableau 5**) sont regroupés et illustré sous forme d’histogrammes dans la figure, représentant les variations de chaque paramètre.

4.1.2.1 La Température

Les résultats sont portés dans le tableau (**Tableau 5**) et illustrés graphiquement dans la figure (**Figure 44**). Les valeurs de températures relevées au niveau de l’oued Mazafran, varient entre 19,2°C et 22,8°C (st P1, P4) avec une moyenne de 20,45°C pendant la saison printanière (1 ère sortie). Tandis qu’elles varient entre 26°C et 25°C (st E1, E4) avec une moyenne de 25,25°C pendant la saison estivale (2 ème sortie).

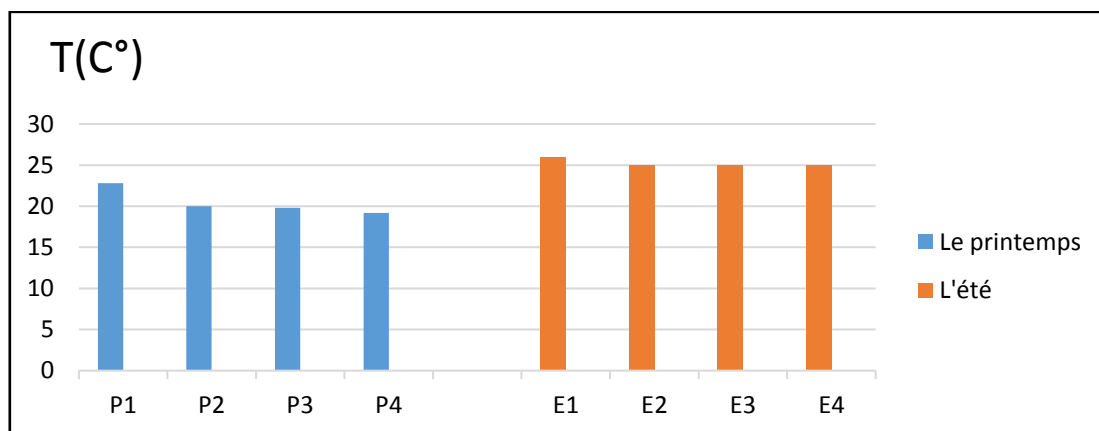


Figure 44 : variation de la température (°C) au niveau d’oued Mazafran (avril, juillet 2021)

Dans les cartes établies (**Figure 45**), la température est représentée par des points rouges proportionnels aux valeurs. Nous remarquons une différence entre les valeurs de la température enregistrées lors de la première sortie et celles enregistrées lors de la deuxième (les valeurs de la sortie 2 sont les plus élevées), cela est probablement dû à la différence de la période de mesure in situ, car la température des couches superficielles est influencée par celle de l'air. Nous remarquons aussi que la distribution de la température au niveau de l'embouchure suit un gradient thermique croissant allant du pont (Première station de prélèvement) vers la mer.

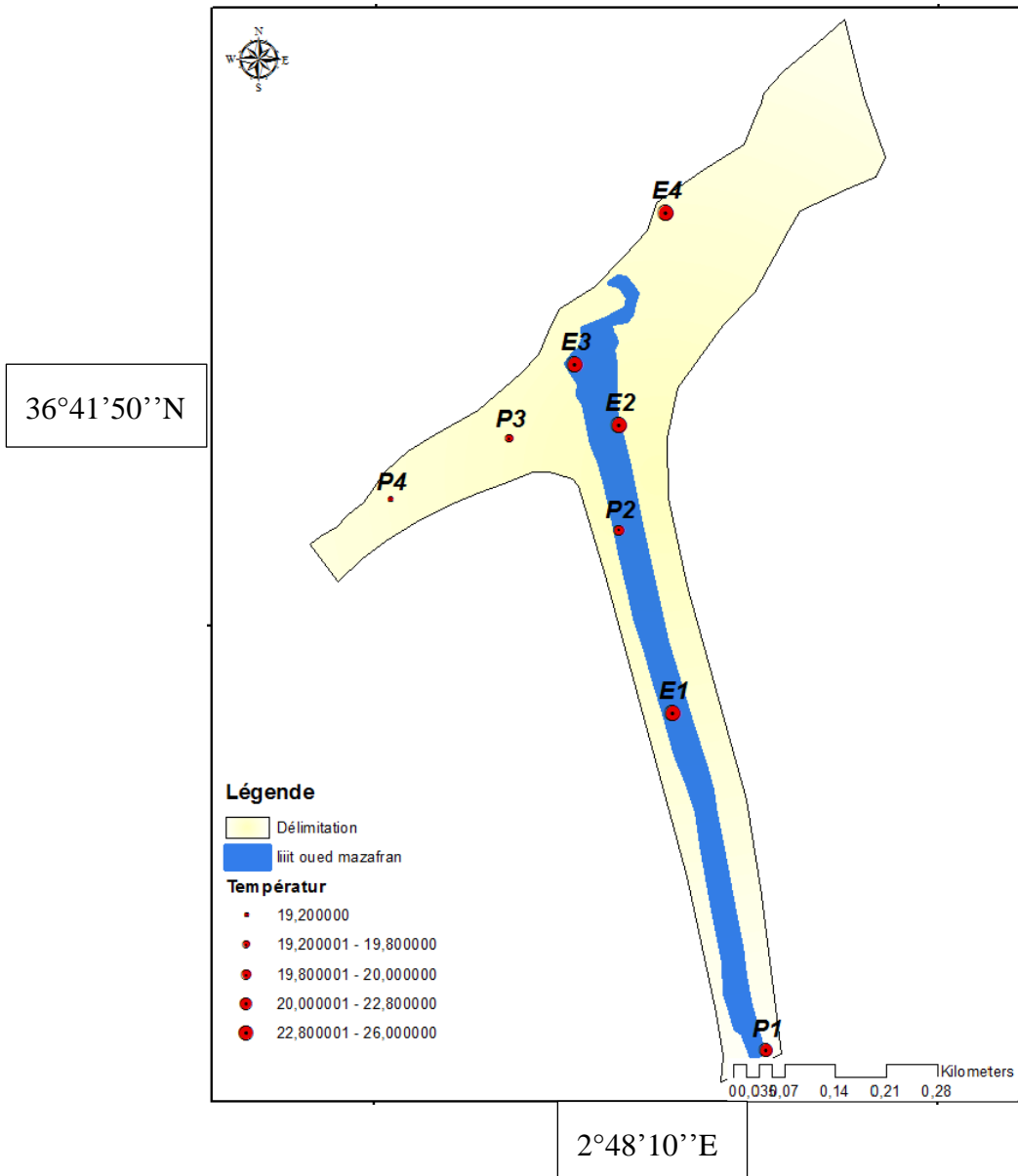


Figure 45 : Répartition de la température (°C) au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran (Saison P : printemps, Saison E : été 2021).

4.1.2.2 La Salinité

Les valeurs de la salinité enregistrées (**Figure 46**), pendant la saison printanière, au niveau de l'Oued Mazafran, varient entre un minimum de 0,6 PSU et un maximum de 1 PSU au niveau de la station P4, on remarque une augmentation de la Salinité de l'amont vers l'embouchure. En revanche, les valeurs enregistrées pendant la saison estivale varient entre 2 PSU au niveau de la station E4 et 1,1 PSU au niveau des deux stations E1 et E2 (**Figure 47**).

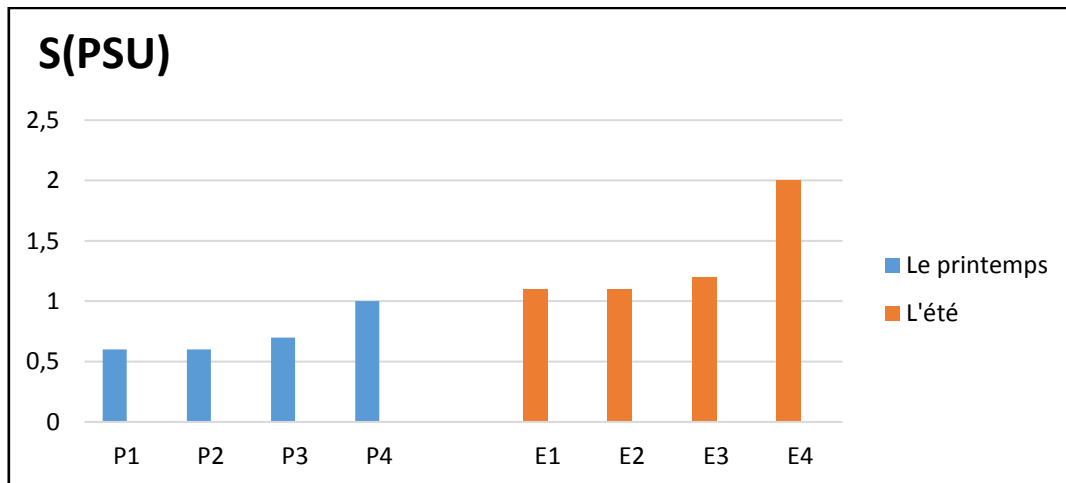


Figure 46 : variation de la salinité (PSU) au niveau d'oued Mazafran (avril, juillet 2021)

Cette forte salinité est influencée par les eaux de mer et les rejets urbains et industriels. La variation saisonnière de la salinité pendant le mois d'avril et juillet est due au phénomène de dilution.

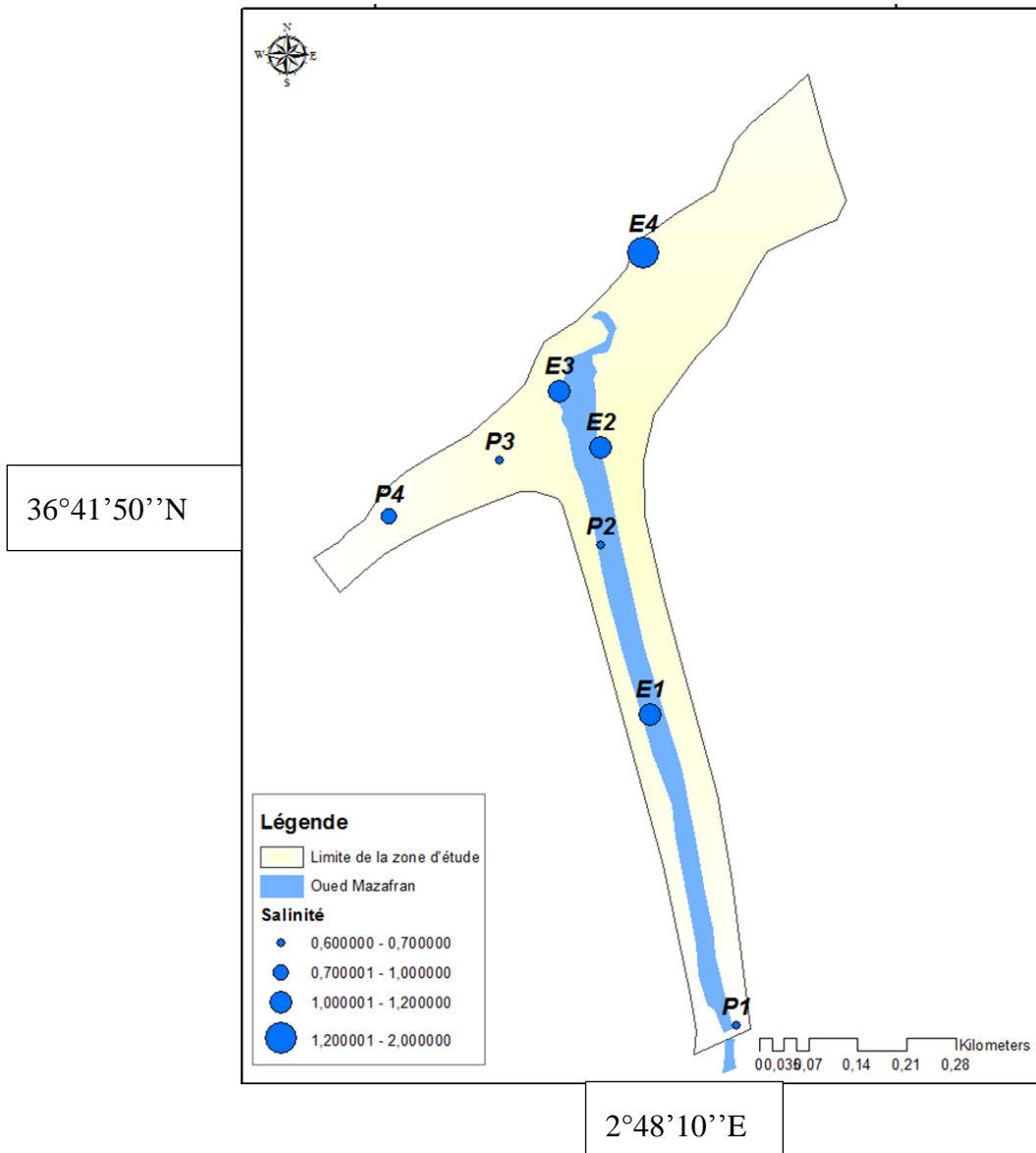


Figure 47 : Répartition de la salinité (PSU) au niveau de l’embouchure d’oued Mazafran (Saison P : printemps, Saison E : été 2021).

4.1.2.3 La Turbidité

La turbidité est un facteur écologique important. Elle est causée, dans une eau naturelle, par les sédiments et les matières en suspension. La turbidité traduit la présence des particules en suspension dans l’eau (débris organiques, Argiles, ou organismes microscopiques...etc.). D’après les résultats obtenus (**Figure 48**), dans la saison printanière, on observe que la turbidité est constante 90NTU (L’eau étudiée est une eau sombre dans toutes les stations P1, P2, P3 et P4).

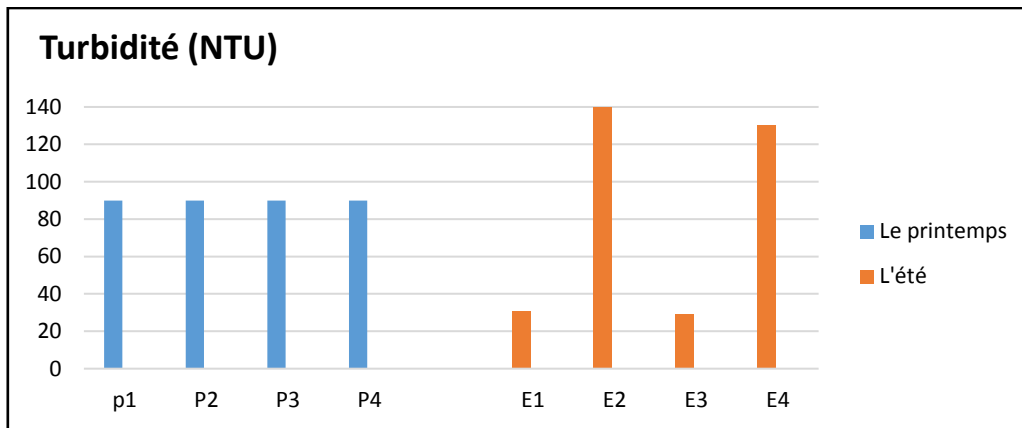


Figure 48 : variation de la turbidité(NTU) au niveau d'oued Mazafran (avril, juillet 2021)

La distribution de cette turbidité est probablement due au courant qui transporte les masses d'eau. Il en résulte un panache suivant la même direction. Quant à la variation de la turbidité notée au niveau des différentes stations pendant la saison d'été (**Figure 49**), dont la maximale est de 140 NTU et la minimale est de 29 NTU, elle pourrait être liée aux rejets des eaux usées chargées en matière en suspension (organique et particulaire).

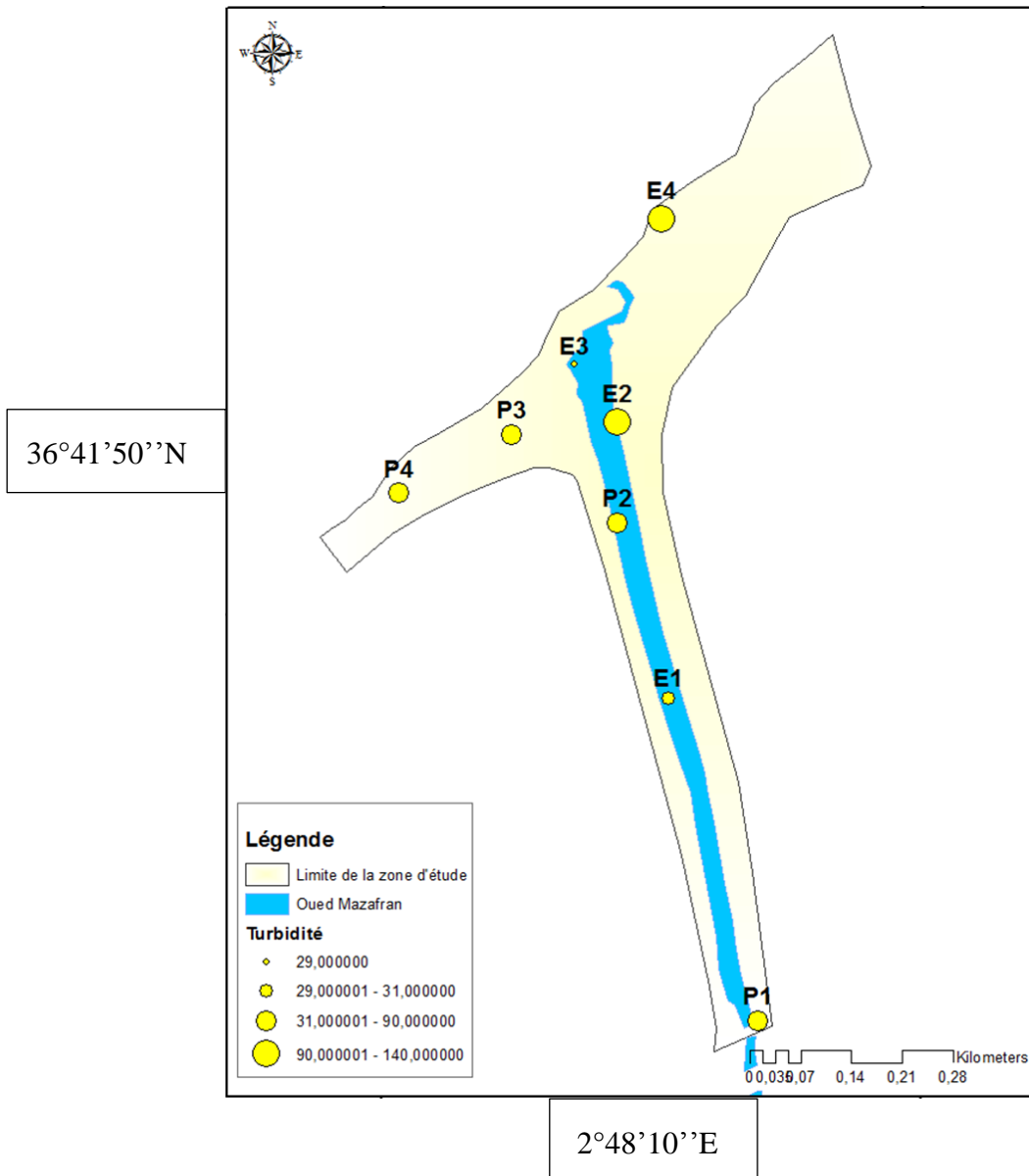


Figure 49 : Répartition de la turbidité (NTU) au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran (Saison P : printemps, Saison E : été 2021).

4.1.2.4 La Matière en suspension (MES)

Pour les variations des Matières en suspension de notre sortie (**Figure 50**), de grandes fluctuations sont enregistrées au niveau de l'Oued Mazafran et spécialement celles de la saison printanière, à savoir ; un maximum de 100 mg/l au niveau de la station P3 et un minimum de 60 mg/l au niveau des stations P2 et P4, avec une moyenne de 75 mg/l et un écart-type de 19,149 concernant les prélèvements de la saison printanière. Un maximum de 47,5 mg/l et un minimum de 30 mg/l, avec une moyenne de 44,375 mg/l et un écart-type de 10,483 concernant la saison d'été.

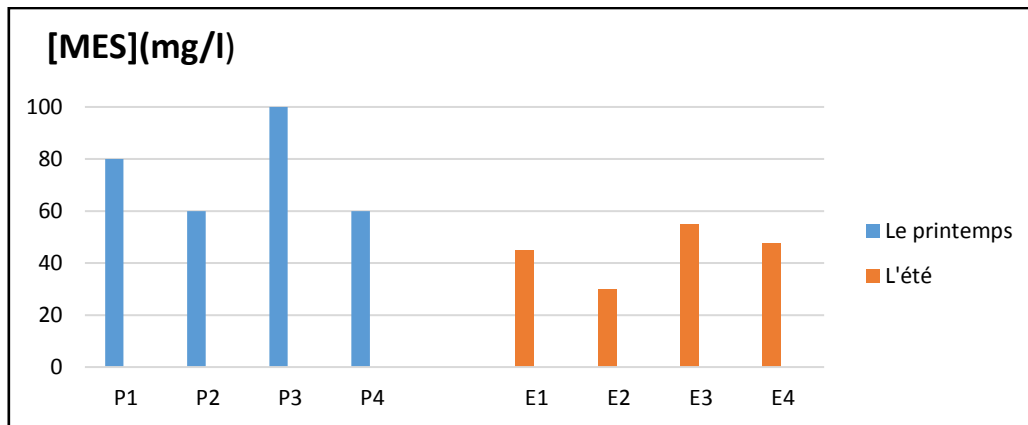


Figure 50 : variation de la matière en suspension (mg/l) au niveau de l'oued Mazafran (avril, juillet 2021)

Les valeurs minimales observées au niveau de l'Oued Mazafran (**Figure 51**) durant l'été sont dues à la période de prélèvement, où les eaux de l'oued étaient très calmes, contrairement à la période printanière qui a été marquée par des vents et par une agitation des eaux du cours d'eau. En effet, la sédimentation de la MES et leur transport dépendent de l'état du cours d'eau (courant et agitation des eaux) et du diamètre des particules.

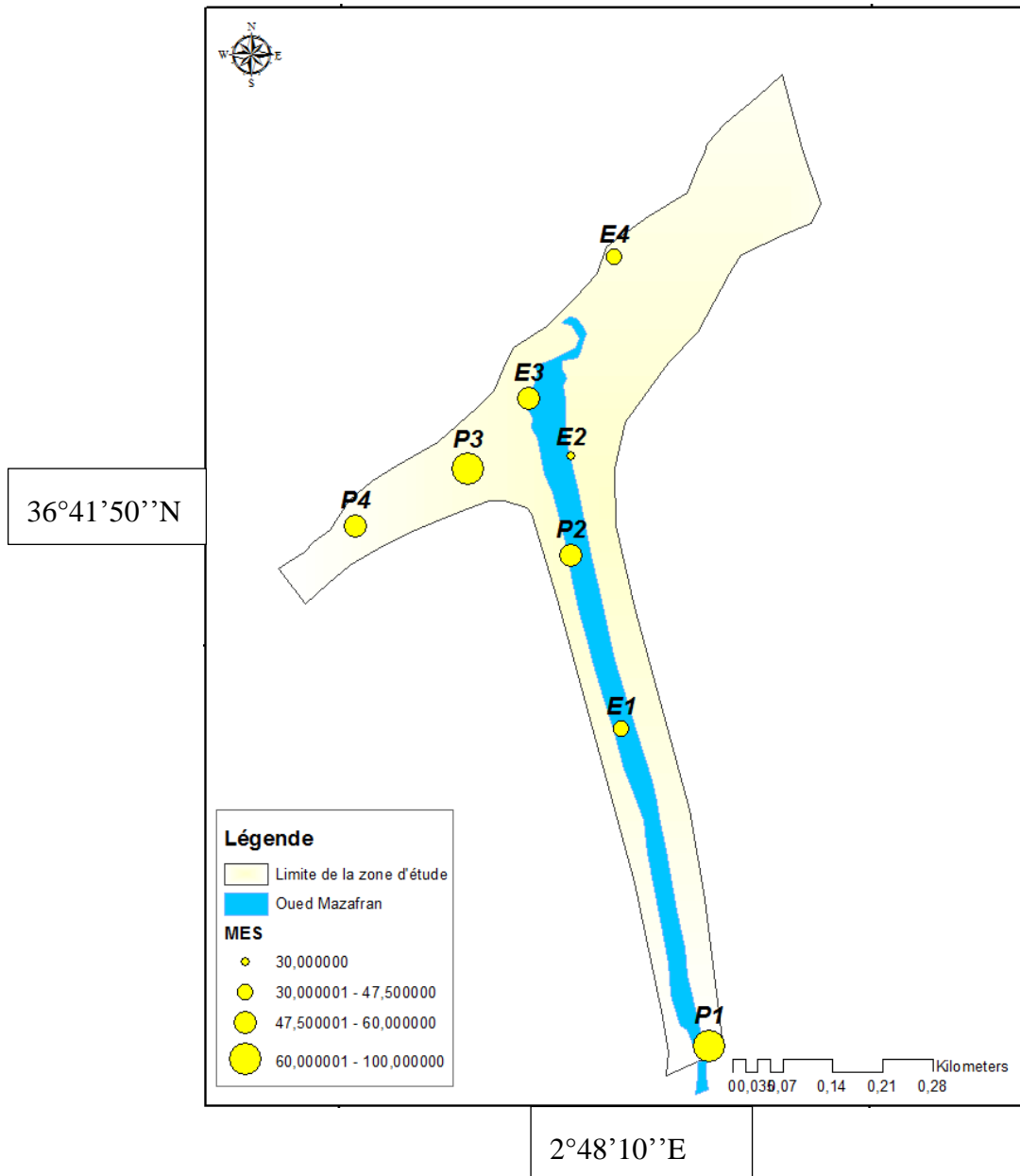


Figure 51 : Répartition de la matière en suspension (mg/l) au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran (Saison P : printemps, Saison E : été 2021).

4.2 La variabilité saisonnière et interannuelle de la morphologie côtière autour des embouchures des grands Oueds de la côte Algérienne

4.2.1 Oued Chélif

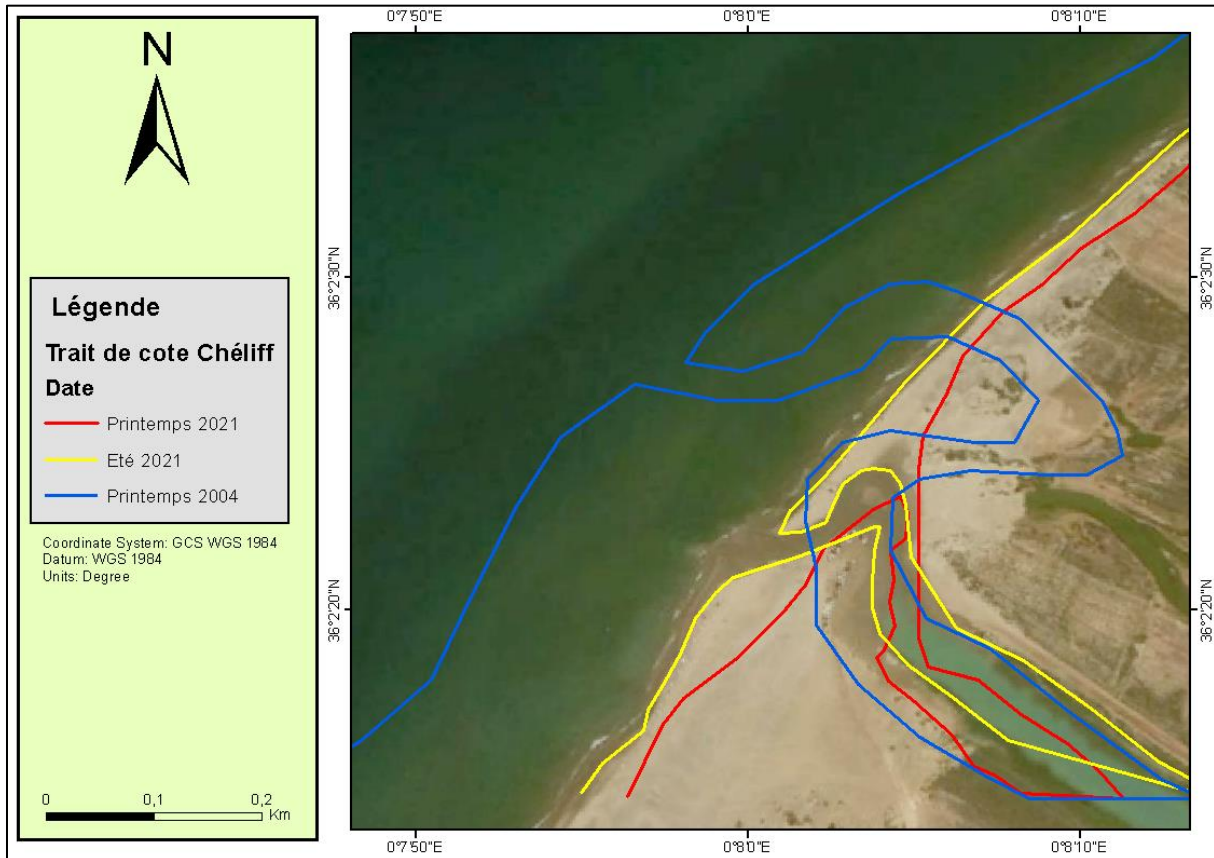


Figure 52 : La variabilité de la morphologie côtière autour de l'embouchure d'oued Chélif entre 2000-2021 (Google Earth, 2021).

Entre le Printemps et l'Été 2021, le trait de côte à l'embouchure de l'Oued Chélif est très bien marqué par une variabilité saisonnière (**Figure 52**). Cette dernière est traduite par un changement de direction. Au printemps, l'oued a débouché en direction d'Est. En revanche, en Été, l'oued a débouché en direction d'Ouest. Ce changement de direction pourrait être lié aux conditions naturels climatiques, comme le vent qui souffle dans des directions différentes d'une saison à l'autre (**Météo Marine, 2021 ; Windguru, 2021**). Au printemps, le mouvement des sédiments de l'embouchure est très influencé par un vent d'Ouest, en revanche, en Été, il est très influencé par un vent d'Est. Le trait de côte au tour de l'embouchure au printemps 2021 a reculé en direction de Sud par rapport au Printemps 2004 (**Figure 52**). Le changement de la direction d'une embouchure, peut influencer directement la production primaire dans les eaux côtières marine de la ville de Chélif. Généralement, les sels nutritifs utilisés pour la production phytoplanctonique dans les eaux côtières marine sont issus des oueds.

La variation de débit de l’oued Chélif d’une année à l’autre joue un rôle majeur dans l’évolution morphologique et morpho-dynamique de la plage du Chélif. L’originalité de ces changements au niveau de la plage Chélif peut être dans la mise en évidence des grands courants conditionnés par les marées et la houle qui traversent d’est en ouest le bassin.

4.2.2 Oued Mazafran

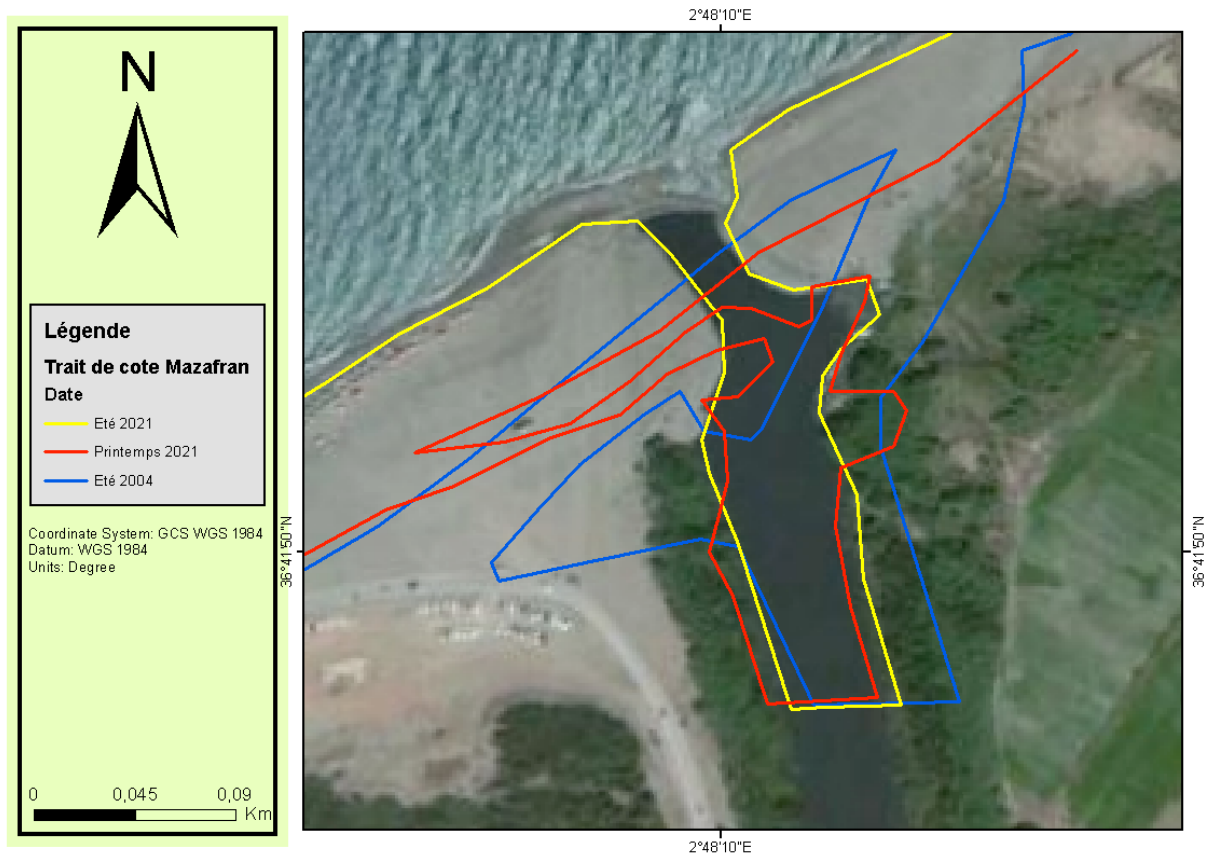


Figure 53 : La variabilité de la morphologie côtière autour de l’embouchure d’oued Mazafran entre 2000-2021 (Google Earth, 2021).

Entre le Printemps et l’Été 2021, le trait de côte à l’embouchure de l’Oued Mazafran est très bien marqué par une variabilité saisonnière (**Figure 53**). Cette dernière est traduite par un changement total de la direction. Au printemps, l’oued a débouché en direction d’ouest. En revanche, en Été, l’oued a débouché en direction du nord.

Ce changement de direction pourrait être lié aux conditions naturelles climatiques, comme le vent qui souffle dans des directions différentes d’une saison à l’autre (**Météo Marine, 2021 ; Windguru, 2021**). Au printemps, le mouvement des sédiments de l’embouchure est très influencé par un vent d’est, en revanche, en Été, il est très influencé par un vent d’ouest. Contrairement à l’oued Cheliff, le trait de côte au tour de l’embouchure durant l’été 2021 a progressé en direction du nord par rapport à l’été 2004 (**Figure 53**).

D'après les données ANRH (voir l'annexe n°1), le débit de l'oued Mazafran est faible ce qui explique que le changement de la direction au niveau de l'embouchure n'est pas influencé par le débit.

Au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran, l'interaction de plusieurs facteurs (marnage, transport éolien, dynamique fluvial, dynamique marine ...), contrôlant le fonctionnement de la plage Khelloufi (LEM, 1998).

4.2.3 Oued El-Harrach



Figure 54 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l'embouchure d'oued El-Harrach entre 2000-2021 (Google Earth, 2021).

Entre le Printemps et l'Été (2000,2001), le trait de côte à l'embouchure de l'Oued El-Harrach est très bien marqué par une très faible variabilité annuelle (**Figure 54**). Cette dernière est traduite par une stabilité de la direction. L'oued a débouché en direction du nord dans les deux saisons. Cette stabilité de direction pourrait être liée à l'activité anthropique (infrastructure). Le trait de côte au tour de l'embouchure durant l'été 2021 a progressé en direction du nord par rapport à l'été 2001(**Figure 54**), cela pourrait être lié à la construction ou l'installation de digues.

4.2.4 Oued Isser

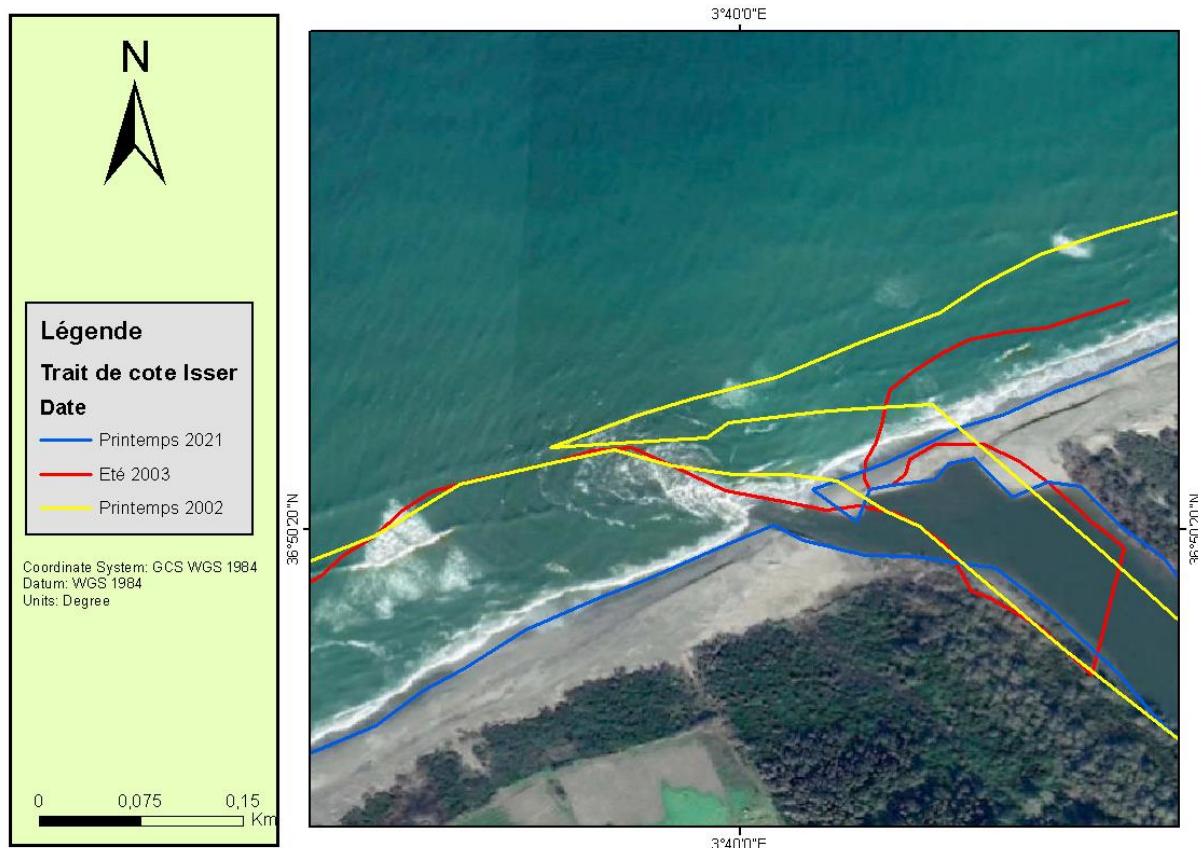


Figure 55 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l'embouchure d'oued Isser entre 2000-2021 (Google Earth, 2021).

Entre le Printemps et l'Été (2002,2003), le trait de côte à l'embouchure de l'Oued Isser est très bien marqué par une variabilité annuelle (**Figure 55**). Cette dernière est traduite par un changement total de la direction. Au printemps, l'oued a débouché en direction d'ouest. En revanche, en Été, l'oued a débouché en direction d'est.

Ce changement de direction pourrait être lié aux conditions naturels climatiques, comme le vent qui souffle dans des directions différentes d'une saison à l'autre (**Météo Marine, 2021 ; Windguru, 2021**). Au printemps, le mouvement des sédiments de l'embouchure est très influencé par un vent d'est, en revanche, en Été, il est très influencé par un vent d'ouest. Contrairement à l'oued Mazafran, le trait de côte au tour de l'embouchure au printemps 2021 a reculé en direction du sud par rapport au printemps 2004 (**Figure 55**).

Les configurations des reliefs côtiers jouent un rôle important sur les conditions météorologiques, plus particulièrement sur le régime des pluies.

Les variations des débits de l’oued Isser d’une année à l’autre semblent jouer un rôle majeur dans l’évolution morphologique et morpho-dynamique de la plage des Parpaing.

4.2.5 Oued Sébaou



Figure 56 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Sébaou entre 2000-2021 (Google Earth, 2021).

Entre le Printemps 2009 et 2021, le trait de côte à l’embouchure de l’Oued Sébaou est très bien marqué par une faible variabilité annuelle (**Figure 56**). Cette dernière est traduite par la stabilité de la direction. L’oued a débouché en direction d’est.

Cette stabilité de direction pourrait être liée aux conditions naturelles hydrologiques, comme le débit. D’après les données ANRH, l’oued Sébaou présente un débit faible ce qui explique cette stabilité. Le mouvement des sédiments de l’embouchure est très influencé par un vent d’ouest, Le trait de côte au tour de l’embouchure au printemps 2021 a reculé en direction du sud par rapport au printemps 2009 (**Figure 56**).

L’oued Sébaou constitue un obstacle morphologique vis-à-vis des sables qui, sous l’action des vents dominants de l’ouest et nord-ouest migrent vers le Sud sous forme de dunes. Ainsi, en période de sécheresse, le lit de l’oued est partiellement colmaté, les sables de plage continuant leur migration vers le Sud forment un barrage à l’embouchure de l’oued. Les eaux constituent

alors un petit étang. Dès la première crue importante, le barrage sableux cède et le lit de l'oued est alors évacué ce qui engendre l'accumulation de très grande quantité de matériaux au niveau de la baie, qui va être par la suite redistribuée le long de la plage sous l'action hydrodynamique et par conséquent déplacement de la ligne de rivage vers l'avant plage.

4.2.6 Oued Soummam

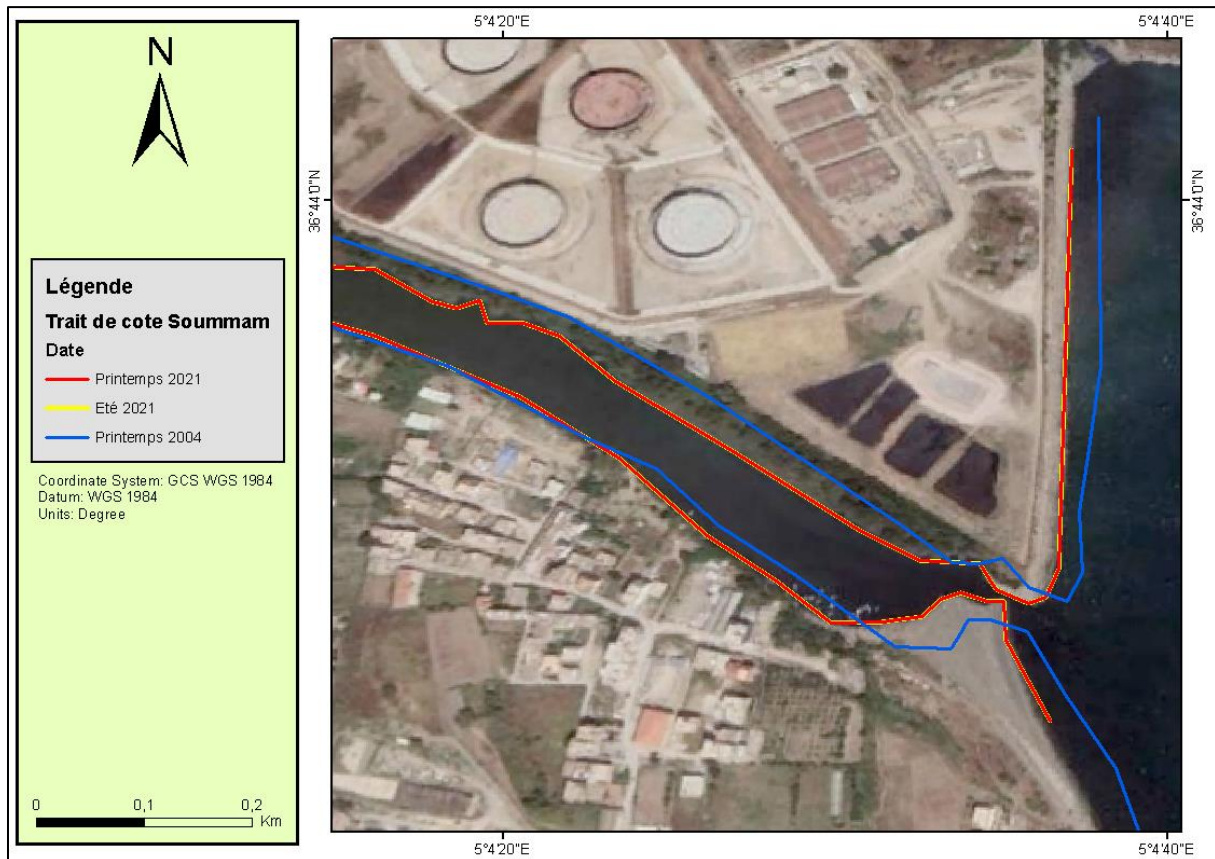


Figure 57 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l'embouchure d'oued Soummam entre 2000-2021 (Google Earth, 2021).

Entre le Printemps et l'Été (2021), le trait de côte à l'embouchure de l'Oued Soummam est bien marqué par une très faible variabilité saisonnière (**Figure 57**). Cette dernière est traduite par une stabilité totale de la direction. Au printemps et l'été, l'oued a débouché en direction d'est. Cette stabilité de direction pourrait être liée à des conditions naturelles climatiques, comme la précipitation. D'après les données (ONM secteur zone d'étude), Les valeurs des précipitations au niveau de la région d'étude sont faibles, relativement au débit (ANRH voir l'annexe n°1) ce qui explique cette stabilité de la direction de l'embouchure.

Le trait de côte au tour de l'embouchure au printemps 2021 a reculé en direction de l'ouest par rapport au printemps 2004 (**Figure 57**).

4.2.7 Oued El-Kebir

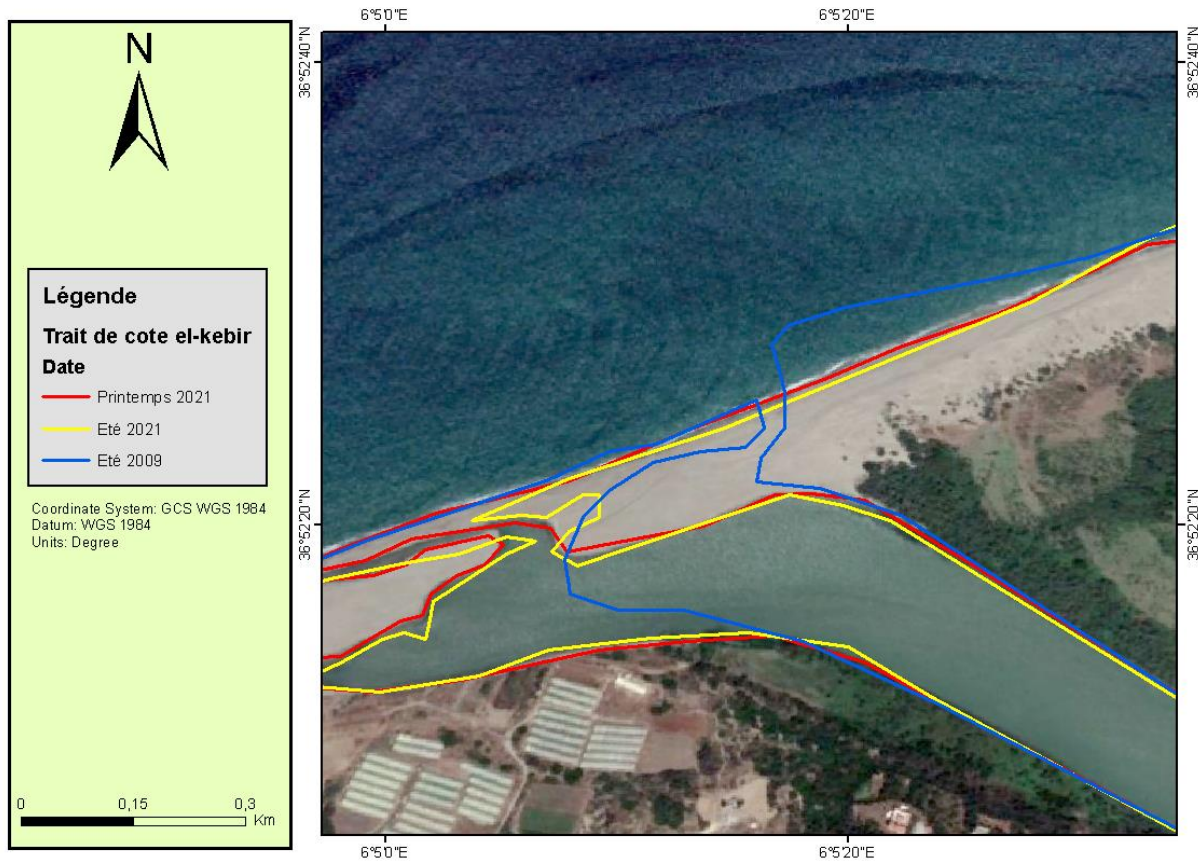


Figure 58 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued el-Kebir entre 2000-2021 (Google Earth, 2021).

Entre le Printemps et l’Été 2021, le trait de côte à l’embouchure de l’Oued el-Kebir est très bien marqué par une variabilité saisonnière (**Figure 58**). Cette dernière est traduite par un changement de direction. Au printemps, l’oued a débouché en direction d’ouest. En revanche, en Été, l’oued a débouché en direction du nord, légèrement vers l’ouest.

Ce changement de direction pourrait être lié aux conditions naturels climatiques, comme le vent qui souffle dans des directions différentes d’une saison à l’autre (**Météo Marine, 2021 ; Windguru, 2021**). Au printemps, le mouvement des sédiments de l’embouchure est très influencé par un vent d’est, en revanche, en Été, il est très influencé par un vent d’ouest. Le trait de côte au tour de l’embouchure a l’été 2021 a reculé vers la gauche en direction de ouest par rapport à l’été 2009 (**Figure 58**).

Les valeurs des précipitations au niveau de la région d’étude sont très fortes (section zone d’étude), principalement alimenté par les eaux de pluie qui vont vers la mer.

Les variations des débits de l’oued el-Kebir d’une année à l’autre jouent un rôle majeur dans l’évolution morphologique et morpho-dynamique de la plage Beni Belaid.

4.2.8 Oued Seybouse

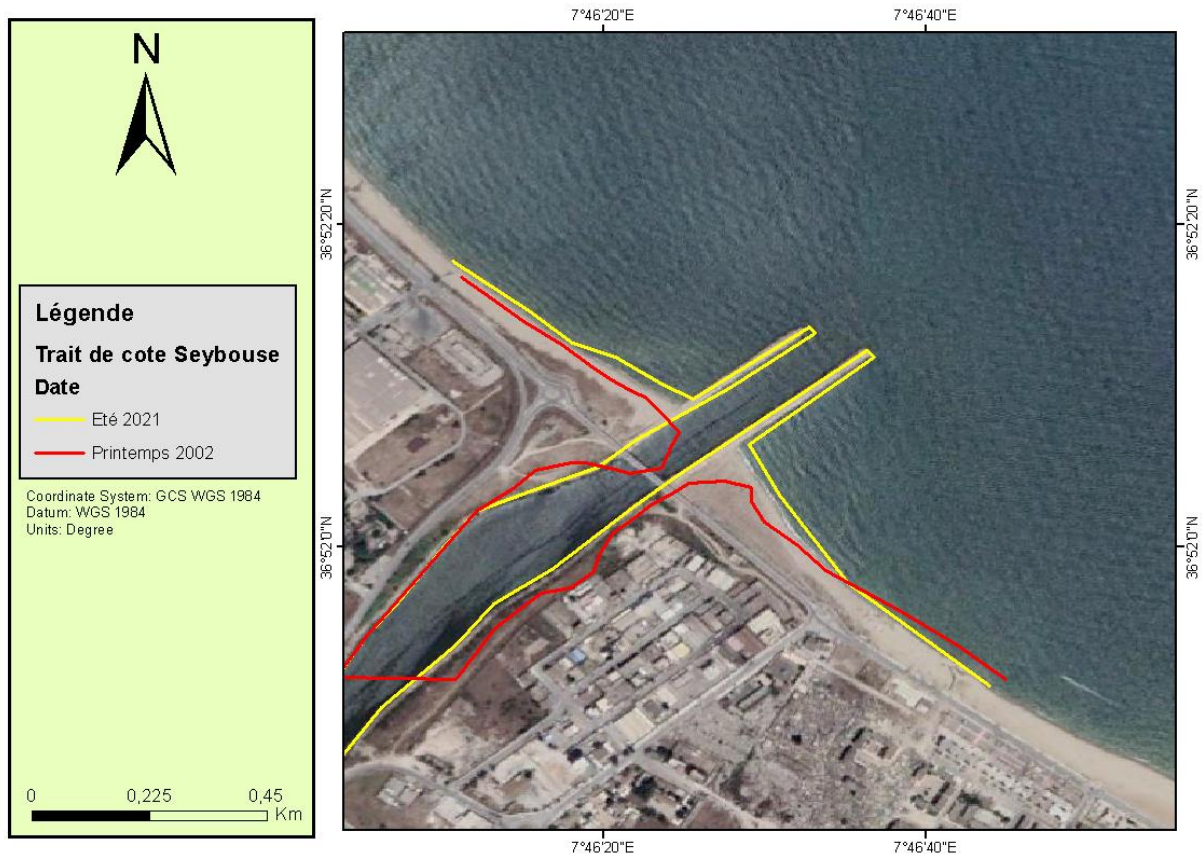


Figure 59 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l'embouchure d'oued Seybouse entre 2000-2021 (Google Earth, 2021).

Entre le Printemps 2002 et l'Été 2021, le trait de côte à l'embouchure de l'Oued Seybouse est très bien marqué par une variabilité annuelle (**Figure 59**). Cette dernière est traduite par un changement de la direction. Au printemps, l'oued a débouché en direction d'est. En revanche, en Été, l'oued a débouché en direction nord-est.

Ce changement de direction pourrait être lié à l'activité anthropique (infrastructure). Le trait de côte au tour de l'embouchure durant l'été 2021 a progressé en direction du nord-est par rapport au printemps 2002 (**Figure 59**).

Conclusion



Conclusion

Cette étude a pour but, d'identifier la variabilité saisonnière et interannuelle de la morphologie côtière au tour des embouchures des huit grands oueds de la côte algérienne de l'Ouest vers l'Est. (Chélif, Mazafran, El-Harrach, Isser, Sébaou, Soummam, El-Kebir, Seybouse).

La première partie consiste à étudier les paramètres physico-chimiques (MES, T°, S, OD, PH) et granulométriques de l'embouchure de l'oued Mazafran localisé dans la baie de Bou-Ismaïl wilaya de Tipaza (Avril, Juillet 2021). Suite aux résultats analytiques obtenus, nous pouvons dire que les eaux de l'embouchure de l'oued Mazafran sont de mauvaise qualité. Cependant les valeurs élevées de la MES et la turbidité dans les stations étudiées, peuvent mettre en relief la présence d'une contamination organique insidieuse. Cette dernière peut avoir diverses origines anthropiques : rejet des eaux usées des riveraines et le lessivage des terres agricoles. Les résultats de l'étude granulométrique obtenus sur l'oued Mazafran sont généralement caractérisés par des sables grossiers à très grossiers. Due à l'emplacement des sédiments, à hydrodynamique marine et/ou fluviale et à la dynamique éolienne.

L'analyse de la variabilité de la morphologie côtière au tour de l'embouchure des huit oueds de l'Ouest vers l'Est Algérien, nous a permis de répondre à notre problématique. Nous concluons les points suivants :

La digitalisation de l'embouchure au niveau des oueds entre le printemps et l'été, montre que le trait de côte à l'embouchure est très bien marqué par une variabilité saisonnière. Cette dernière est traduite par un changement de direction. Ce changement de direction pourrait être lié aux conditions naturelles climatiques, hydrologique, anthropique.

La vitesse du vent est le facteur principal qui influe sur le transport des sédiments et l'accumulation des sables éoliens au niveau du lit des oueds.

Les valeurs élevées de la précipitation (voir partie la section 'zone d'étude') indiquent qu'il y'a un lessivage dans la zone qui présente un drainage des particules solide, cela peut influencer de manière indirecte le débit solide de façon qualitative et quantitative.

Les cours d'eau débouchant sur la côte ont un débit irrégulier. Leurs embouchures sont souvent colmatées en été et elles ne se dégagent qu'en hiver.

Les changements dans les précipitations ont toujours été compatibles avec les changements dans la direction à toutes les périodes analysées. Par conséquent, dans cette étude de cas, il semble y avoir une corrélation directe entre les précipitations et les modifications du trait de

côte. Ceci est cohérent avec les caractéristiques hydrologiques de la plupart des oueds de la côte Algérienne.

Perspectives

Les différentes perspectives découlant de cette étude sont les suivantes :

Ce travail de changement saisonnier de la direction de l'embouchure sera mieux comparé par la suite avec la production primaire (concentration de la chlorophylle par l'image satellitaire), pour comprendre l'impact des apports des oueds sur la production de la baie.

Afin de mieux déterminer les facteurs naturels et anthropiques responsables du changement de la direction de l'estuaire, il est préférable d'effectuer une analyse statistique ACP ou bien par un système logiciel MIKE21, pour l'étude du transport sédimentaire et de l'hydrologie

*Références
bibliographique*



Références

Achite, M (1999). Analyse multivariée de la variable « Érosion Spécifique » : cas du bassin versant de l'oued Mina. Mémoire de magister. École Nationale Supérieure d'Hydraulique, Blida, Algérie.

AEE (1999). Le milieu marin et littoral Méditerranéen état et pression de la pathonassion et G P gabrielidés sous la direction agence européenne pour l'environnement, environmental eassessmentseries N0 05, PP 137.

Aminot, A et Chaussepied, M (1983). Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre national pour l'exploitation des océans. France. Edition : Cnexo.P.P100-230.

Aminot, A et Kerouel, R (2004). Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. 2^{ème} Edition. France : Ifremer. 336p.

ANRH (2004). Agence Nationale des Ressources Hydrauliques. Alger : ANRH.

Bachari Houma, F (2009). Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire. Université du val de marne. Paris XII France.

Bachouche, S (2017). Modélisation hydrodynamique et qualité des eaux et sédiments de la côte centre algérienne. Thèse en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat d'état en pollution et environnement marin. Alger : ENSSMAL, 234p.

Belhadj, M (2001). Etude de la pollution des eaux du bassin de Chélif et son impact sur l'environnement. Mémoire de Magister en Chimie de l'Environnement. Université de Mostaganem : Faculté des Sciences de l'ingénieur, 271p.

Benmehal, A et Benanteur, F (2016). Approche de l'évaluation des ressources halieutiques de la campagne CALDEM0800 réalisée sur la côte d'Algérie. Mémoire de Master. Hydrobiologie marine et continentale. Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. 55p.

Bonn, F et Rochon, G (1996). Précis de télédétection : Principes et méthodes. Canada : Presses de l'université du Québec, 485p.

Borloo, J.-L (2009). À l'interface entre terre et mer : la gestion du trait de côte. Versailles cedex, France : Quae, 29p

- Bouakaz, M et Neffah, W (2020).** Étude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique de certaines oueds et plages de la wilaya de Jijel. Mémoire de master. Ecosystèmes aquatiques. Jijel, Algérie. 95P.
- Braik, D.J (1989).** Etude de la dynamique sédimentaire devant Bou Ismail -Sédimentologie Problèmes d'érosion du littoral-Aménagement. Mémoire de Magistère en Géologie. Alger : U.S.T.H.B, 221p.
- Daniel, F et Hubaud, M.O (1996).** Érosion côtière des systèmes littoraux sableux.ODEM : 21p.
- Djeoudi, R et Hantal, A (2018).** Géomorphodynamique de la zone côtière de la baie de Béjaia. Mémoire d'ingénieur. Alger : ENSSMAL.
- Doxaran, D, Devred, E et Babin, M (2015).** A 50% increase in the mass of terrestrial particles delivered by the Mackenzie River into the Beaufort Sea (Canadian Arctic Ocean) over the last 10 years. Biogeosciences. Vol. 12, N°1, pp 3551–3565.
- Cerama (2018).** Spécification technique de l'indicateur national de l'érosion côtière. [En ligne]. [Consulté le 12/06/2021], disponible sur le web : <http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/strategie-nationale-de-gestion-integree-du-trait-r434.html>.
- Folk, R.L et Ward, W.C (1957).** A Study in the Significance of Grain-Size Parameters. Journal of Sedimentary Petrology, 27: 3-26.
- Foti, G et al (2019).** Shoreline changes near river mouth: case study of Sant'Agata River (Reggio Calabria, Italy).
- Gabriela, D (2007).** Processus Gravitaires et Evaluation de la Stabilité des Pentés : Approches Géologique et Géotechnique. Application à la marge algérienne et à l'effondrement de l'aéroport de Nice. Édition (1979).
- Gomella, C et Guerree, H (1978).** Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. Eyrolles, Paris. France
- González, G et al (2013).** Ecological Gradient Analyses in a Tropical Landscape: Ecological Bulletins 54. Wiley.
- Grenier, A et Dubois, J.-M.M (1990).** Évolution littorale récente par télédétection Synthèse méthodologique. Photo-interprétation 90(6): 3-16.

Hallermeier, R.J (1981). A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate. Coastal Engineering 4 : 253-277.

Hou, W. (2013). Ocean sensing and monitoring. 1ère Edition. Washington : SPIE.

Jérôme, L. et Olivier, P (2007). Les interactions entre eau douce et eau marine : étude des risques potentiels et modalités de gestion.

Inal, A (2011). Les métaux traces dans les sédiments de la baie de Bou-Ismaïl : surveillance de la pollution et étude des processus géochimiques. Mémoire de Magister. Gestion et surveillance de l'environnement marin et littoral. Alger : ENSSMAL, 320p.

Lebsir, A et Bessam, A (2017). Les eaux usées et leur traitement au niveau de la station d'épuration d'El-Milia. Mémoire de master. Eau et Environnement. Jijel, Algérie. 77P.

Lefrancois, M.C (2007). Inventaire des cours d'eau. [En ligne]. [Consulté le 12/08/2021], disponible sur le web : <http://bassin-sarthe.org>.

LEM (1998). Laboratoire d'Etudes Maritime, Etude de délimitation d'une zone d'extraction de sable en baie d'Alger.

Meddi, M (1992). Hydro-pluviométrie et transport solide dans le bassin versant de l'oued Mina (Algérie). Mémoire de doctorat. Université Louis Pasteur, Strasbourg, France.

Météo Marine (2021). Météo Chlef - Bulletin détaillé - Previsions Marine gratuites à 15 jours Météo. [En ligne]. [Consulté le 04/07/2021), disponible sur le web <https://marine.meteoconsult.fr/> (accessed 10.31.21), n.d.

Michaud, C (2010). Notions de cours d'eau. [En ligne]. [Consulté le 25/06/2021], disponible sur le web : <http://www.aqve.com>.

ONM (2015). Office National Météorologique. Alger : ONM.

Rivière, A (1977). Méthodes granulométriques (Techniques et interprétations). Paris New York Barcelone Milan.

Robin, M (1998). La télédétection. 2ème Edition. Paris : Nathan, France, 320p.

Rodier, J et Legube, b (2009). Analyse de l'eau. 10ème Edition. Paris : Dunod. 794 p.

Rolland, B (2006). Transfert des radionucléides artificiels par voie fluviale : conséquences sur les stocks sédimentaires rhodaniens et les exports vers la Méditerranée. Thèse. Géosciences de l'Environnement. France : Université Paul Cézanne Aix-Marseille, 322p.

Sabatier, F et al (2004). Longshore variation of depth of closure on a micro-tidal wave dominated coast. Proceedings of the 29th International Conference on Coastal Engineering, ASCE Press, Lisbon, 2327-2339p.

Sellami, R et Zitouni, I (2019). Analyse en composante principales des transferts de nutriments de l'oued Mazafran vers la baie de Bou-Ismaïl. (Mitidja, Algérie). Mémoire de master. Université Saad Dahlab-Blida-1. 90p.

SHOM (2011). Descriptif technique du trait de côte Histolitt-v2.0. [En ligne]. [Consulté le 09/05/2021], disponible sur le web : <http://www.shom.fr/>.

Soudani, K (2005). Introduction générale à la télédétection. Rapport. Document non publié. France : Université Paris Sud.

Annexes



Annexes

Annexe 1 : les données A.R.N.H (les débits liquides des oueds)

Tableau 6 : Débits liquides d'oued Seybouse (ANRH, 1990-1991)

| Mois | sept | oct | nov | dec | janv | fev | mars | avril | mai | juin | juil | aout | annuel |
|------------------------------|------|------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|------|------|--------|
| Q max m ³ /s | 0,46 | 6,92 | 207,75 | 395,60 | 445,40 | 92,75 | 681,36 | 186,10 | 32,38 | 33,93 | 1,54 | 0,64 | 681,36 |
| Q min m ³ /s | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 3,50 | 7,10 | 7,10 | 7,90 | 7,90 | 4,96 | 1,45 | 0,12 | 0,12 | 0,00 |
| Q mens. m ³ /s | 0,00 | 1,27 | 10,93 | 33,16 | 28,17 | 25,51 | 57,23 | 36,12 | 8,27 | 5,85 | 0,67 | 0,46 | 17,30 |
| Apport hm ³ | 0,00 | 3,39 | 28,34 | 88,82 | 75,44 | 61,72 | 153,30 | 93,63 | 22,16 | 15,17 | 1,79 | 1,22 | 544,98 |

Tableau 7 : Débits liquides d'oued Chélif (ANRH, 2000-2001)

| Mois | sept | oct | nov | dec | janv | fev | mars | avril | mai | juin | juil | aout | annuel |
|------------------------------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|------|------|------|--------|
| Q max m ³ /s | 28,85 | 228,51 | 136,44 | 22,41 | 93,63 | 108,15 | 36,00 | 17,99 | 35,00 | 3,81 | 6,40 | 2,86 | 228,51 |
| Q min m ³ /s | 3,41 | 3,41 | 0,37 | 2,08 | 0,80 | 0,80 | 0,74 | 1,44 | 1,44 | 1,92 | 0,60 | 0,22 | 0,22 |
| Q mens. m ³ /s | 4,58 | 41,56 | 25,99 | 3,74 | 25,58 | 20,40 | 4,92 | 3,65 | 5,85 | 2,58 | 2,41 | 1,14 | 11,87 |
| Apport hm ³ | 11,87 | 111,30 | 67,37 | 10,03 | 68,51 | 49,34 | 13,17 | 9,46 | 15,66 | 6,70 | 6,46 | 3,06 | 372,94 |

Tableau 8 : Débits liquides d'oued Chélif (ANRH, 2001-2002)

| Mois | sept | oct | nov | dec | janv | fev | mars | avril | mai | juin | juil | aout | annuel |
|------------------------------|------|------|--------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|--------|
| Q max m ³ /s | 6,64 | 3,62 | 328,00 | 4,94 | 9,95 | 0,15 | 23,40 | 5,75 | 27,96 | 1,25 | 0,69 | 0,31 | 328,00 |
| Q min m ³ /s | 1,28 | 0,87 | 0,06 | 0,20 | 0,16 | 0,02 | 0,01 | 0,31 | 0,20 | 0,16 | 0,19 | 0,16 | 0,01 |
| Q mens. m ³ /s | 2,38 | 2,30 | 61,12 | 1,43 | 0,82 | 0,05 | 3,83 | 1,76 | 3,19 | 0,55 | 0,33 | 0,21 | 6,50 |
| Apport hm ³ | 6,16 | 6,16 | 158,43 | 3,84 | 2,20 | 0,11 | 10,27 | 4,57 | 8,55 | 1,43 | 0,88 | 0,56 | 203,17 |

Tableau 9 : Débits liquides d'oued Chélif (ANRH, 2002-2003)

| Mois | sept | oct | nov | dec | janv | fev | mars | avril | mai | juin | juil | aout | annuel |
|------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|--------|
| Q max m ³ /s | 5,75 | 6,20 | 43,92 | 21,88 | 69,38 | 49,11 | 74,66 | 28,27 | 5,48 | 0,50 | 3,00 | 6,65 | 74,66 |
| Q min m ³ /s | 0,31 | 0,24 | 0,13 | 0,13 | 0,30 | 0,30 | 0,23 | 0,09 | 0,24 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Q mens. m ³ /s | 1,73 | 0,94 | 4,60 | 6,02 | 22,75 | 18,74 | 16,31 | 4,21 | 1,34 | 0,14 | 0,98 | 0,67 | 6,54 |
| Apport hm ³ | 4,50 | 2,53 | 11,93 | 16,14 | 60,94 | 45,34 | 43,70 | 10,91 | 3,59 | 0,35 | 2,62 | 1,78 | 204,33 |

Tableau 10 : Débits liquides d'oued Chélif (ANRH, 2003-2004)

| Mois | sept | oct | nov | dec | janv | fev | mars | avril | mai | juin | juil | aout | annuel |
|------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|--------|
| Q max m ³ /s | 0,31 | 2,25 | 35,66 | 58,82 | 26,44 | 17,63 | 29,94 | 2,56 | 23,86 | 3,95 | 0,00 | 0,00 | 58,82 |
| Q min m ³ /s | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | 4,40 | 2,44 | 0,00 | 0,00 | 0,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Q mens. m ³ /s | 0,07 | 0,32 | 5,23 | 15,73 | 12,14 | 5,05 | 9,02 | 0,93 | 6,34 | 1,11 | 0,00 | 0,00 | 4,66 |
| Apport hm ³ | 0,17 | 0,84 | 13,56 | 42,14 | 32,53 | 12,65 | 24,15 | 2,42 | 16,99 | 2,88 | 0,00 | 0,00 | 148,32 |

Tableau 11 : Débits liquides d'oued Mazafran (ANRH, 2003-2004)

| Mois | sept | oct | nov | dec | janv | fev | mars | avril | mai | juin | juil | aout |
|------------------------------|------|------|-----|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|
| Q max m ³ /s | 0,53 | 0,62 | | 32,08 | 19,57 | 4,50 | 16,76 | 5,53 | 29,19 | 2,30 | 0,22 | 0,21 |
| Q min m ³ /s | 0,15 | 0,15 | | 0,32 | 0,32 | 0,90 | 1,76 | 1,14 | 0,58 | 0,23 | 0,14 | 0,16 |
| Q mens. m ³ /s | 0,17 | 0,19 | | 2,80 | 4,53 | 1,82 | 3,91 | 1,87 | 3,34 | 1,12 | 0,19 | 0,18 |
| Apport hm ³ | 0,45 | 0,51 | | 7,50 | 12,13 | 4,55 | 10,47 | 4,84 | 8,94 | 2,91 | 0,51 | 0,49 |

Tableau 12 : Débits liquides d'oued Soummam (ANRH, 1991-1992)

| Mois | sept | oct | nov | dec | janv | fev | mars | avril | mai | juin | juil | aout |
|------------------------------|--------|------|-----|-----|------|-----|------|--------|--------|--------|------|------|
| Q max m ³ /s | 413,40 | 3,37 | / | / | / | / | / | 424,40 | 165,60 | 126,50 | 3,40 | 3,40 |
| Q min m ³ /s | 0,36 | 0,43 | / | / | / | / | / | 6,90 | 3,55 | 1,73 | 1,60 | 1,60 |
| Q mens. m ³ /s | 7,93 | 1,44 | / | / | / | / | / | 37,31 | 13,05 | 6,18 | 2,05 | 2,43 |
| Apport hm ³ | 20,57 | 3,86 | / | / | / | / | / | 96,71 | 34,94 | 16,02 | 5,49 | 6,50 |

Tableau 13 : Débits liquides d'oued El-Harrach (ANRH, 2000-2001)

| Mois | sept | oct | nov | dec | janv | fev | mars | avril | mai | juin | juil | aout | annuel |
|------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|--------|
| Q max m ³ /s | 4,40 | 2,58 | 52,80 | 12,00 | 84,60 | 17,41 | 10,17 | 15,51 | 3,75 | 0,52 | 0,28 | 0,24 | 84,60 |
| Q min m ³ /s | 0,71 | 0,44 | 0,34 | 0,34 | 0,51 | 2,62 | 1,16 | 0,80 | 0,56 | 0,12 | 0,16 | 0,16 | 0,12 |
| Q mens. m ³ /s | 0,84 | 0,76 | 1,96 | 0,72 | 7,56 | 6,02 | 2,36 | 1,30 | 1,17 | 0,22 | 0,23 | 0,21 | 1,95 |
| Apport hm ³ | 2,18 | 2,04 | 5,08 | 1,92 | 20,25 | 14,57 | 6,32 | 3,37 | 3,13 | 0,57 | 0,61 | 0,56 | 60,60 |

Tableau 14 : Débits liquides d'oued El-Harrach (ANRH, 2001-2002)

| Mois | sept | oct | nov | dec | janv | fev | mars | avril | mai | juin | juil | aout | annuel |
|------------------------------|------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|------|------|------|--------|
| Q max m ³ /s | 2,73 | 1,64 | 46,14 | 7,24 | 17,03 | 3,42 | 21,99 | 8,64 | 0,72 | 0,64 | 0,76 | 0,48 | 46,14 |
| Q min m ³ /s | 0,28 | 0,28 | 0,24 | 0,36 | 0,68 | 0,72 | 0,72 | 0,52 | 0,12 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,12 |
| Q mens. m ³ /s | 0,56 | 0,36 | 2,03 | 1,03 | 2,00 | 1,15 | 2,24 | 1,06 | 0,36 | 0,41 | 0,49 | 0,36 | 1,00 |
| Apport hm ³ | 1,44 | 0,97 | 5,25 | 2,75 | 5,36 | 2,78 | 5,99 | 2,74 | 0,96 | 1,06 | 1,31 | 0,96 | 31,58 |

Tableau 15 : Débits liquides d'oued El-Harrach (ANRH, 2002-2003)

| Mois | sept | oct | nov | dec | janv | fev | mars | avril | mai | juin | juil | aout | annuel |
|------------------------------|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|------|------|------|--------|
| Q max m ³ /s | 2,62 | 4,41 | 56,50 | 124,41 | 112,44 | 202,45 | 113,40 | 204,24 | 17,41 | 2,52 | 0,86 | 0,56 | 204,24 |
| Q min m ³ /s | 0,24 | 0,28 | 0,64 | 0,64 | 2,94 | 16,27 | 5,16 | 4,90 | 2,62 | 0,86 | 0,44 | 0,48 | 0,24 |
| Q mens. m ³ /s | 0,42 | 0,53 | 4,05 | 16,70 | 23,05 | 32,08 | 16,99 | 22,93 | 4,09 | 1,55 | 0,68 | 0,53 | 10,30 |
| Apport hm ³ | 1,08 | 1,42 | 10,51 | 44,74 | 61,75 | 77,60 | 45,52 | 59,43 | 10,95 | 4,01 | 1,83 | 1,41 | 320,24 |

Annexe 2 :

- les courbes granulométriques entre les 2 saisons (printemps et l'été) au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran.

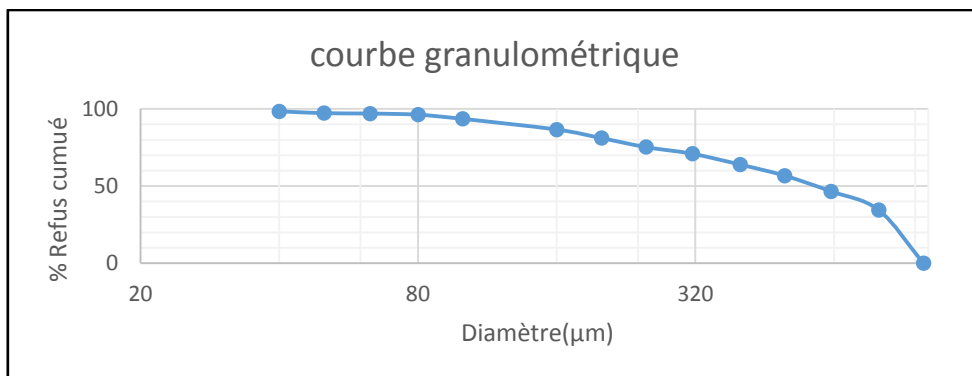


Figure 60 : La courbe granulométrique au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran au printemps. (Station 1)

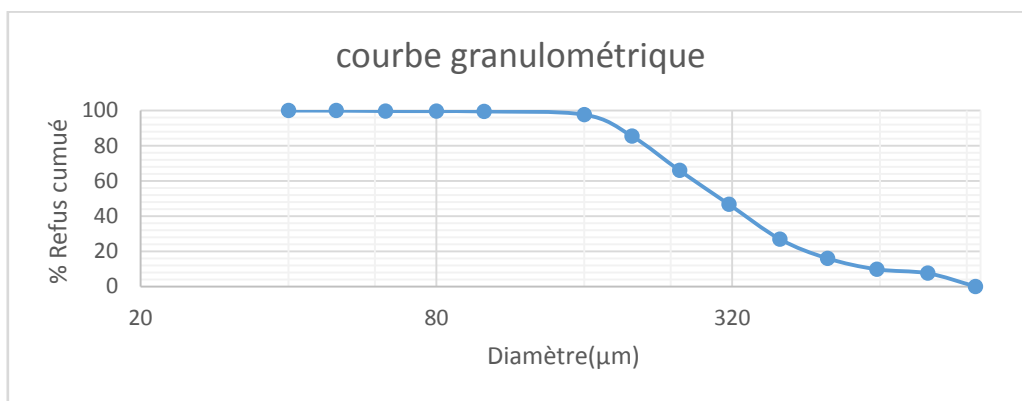


Figure 61 : La courbe granulométrique au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran au printemps. (Station 2)

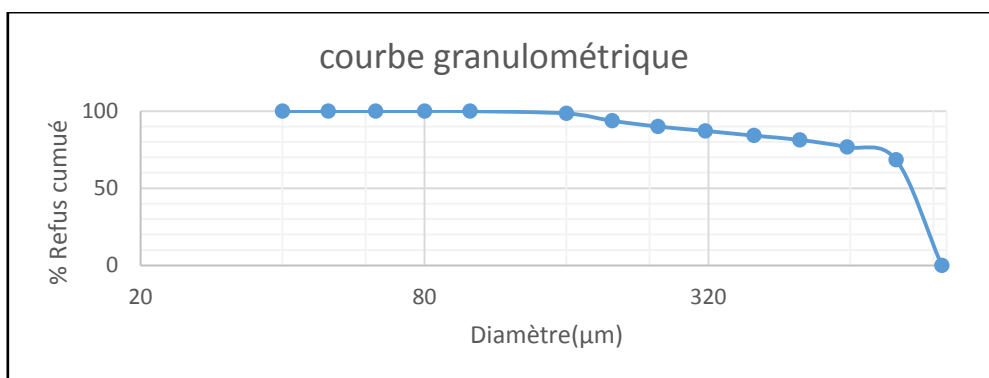


Figure 62 : La courbe granulométrique au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran au printemps. (Station 3)

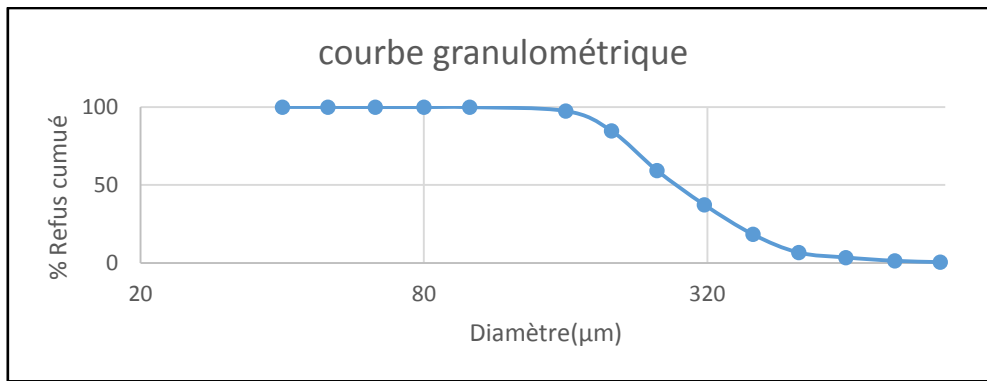


Figure 63 : La courbe granulométrique au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran en Été. (Station 1)

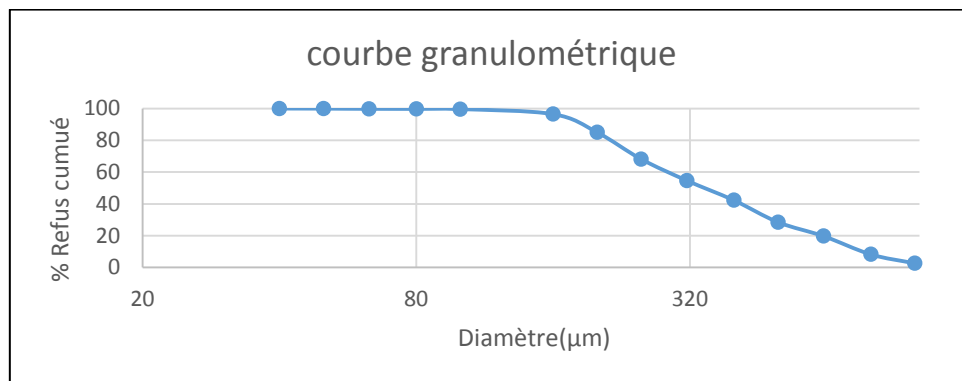


Figure 64 : La courbe granulométrique au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran en Été. (Station 2)

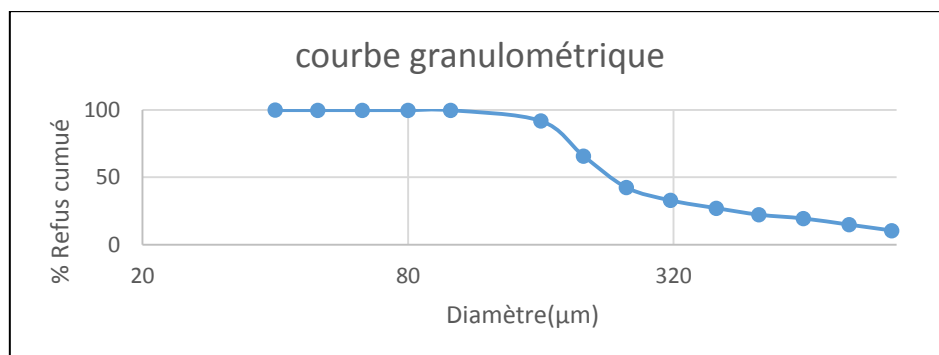


Figure 65 : La courbe granulométrique au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran en Été. (Station 3).

- Les indices granulométriques

a- Indice de tri (S_0 ; sorting de trask) :

Cet indice S_0 permet d'apprécier le degré de classement d'un sédiment (TRASK, 1932)

$$S_0 = \sqrt{\frac{Q_{75}}{Q_{25}}} \quad 2$$

Pour le classement, les valeurs adoptées sont les suivants :

$S_0 < 1$ très bien classé

$1 < S_0 < 2.5$ bien classé

$2.5 < S_o < 3$ normalement classé

$3 < S_o < 4$ mal classé

b- Le coefficient d'asymétrie (SK ; Skewness de Trask)

Ils indiquent un étalement de la courbe granulométrique plus ou moins important vers les sédiments fins ou les sédiments grossiers.

$$SK = \frac{Q_{16}+Q_{84}-2Q_{50}}{2(Q_{84}-Q_{16})} + \frac{Q_5+Q_{95}-2Q_{50}}{2(Q_{95}-Q_5)} \quad 3$$

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

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

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

Annexe 3 : les cartes de la variabilité saisonnière et interannuelle de la morphologie autour des embouchures

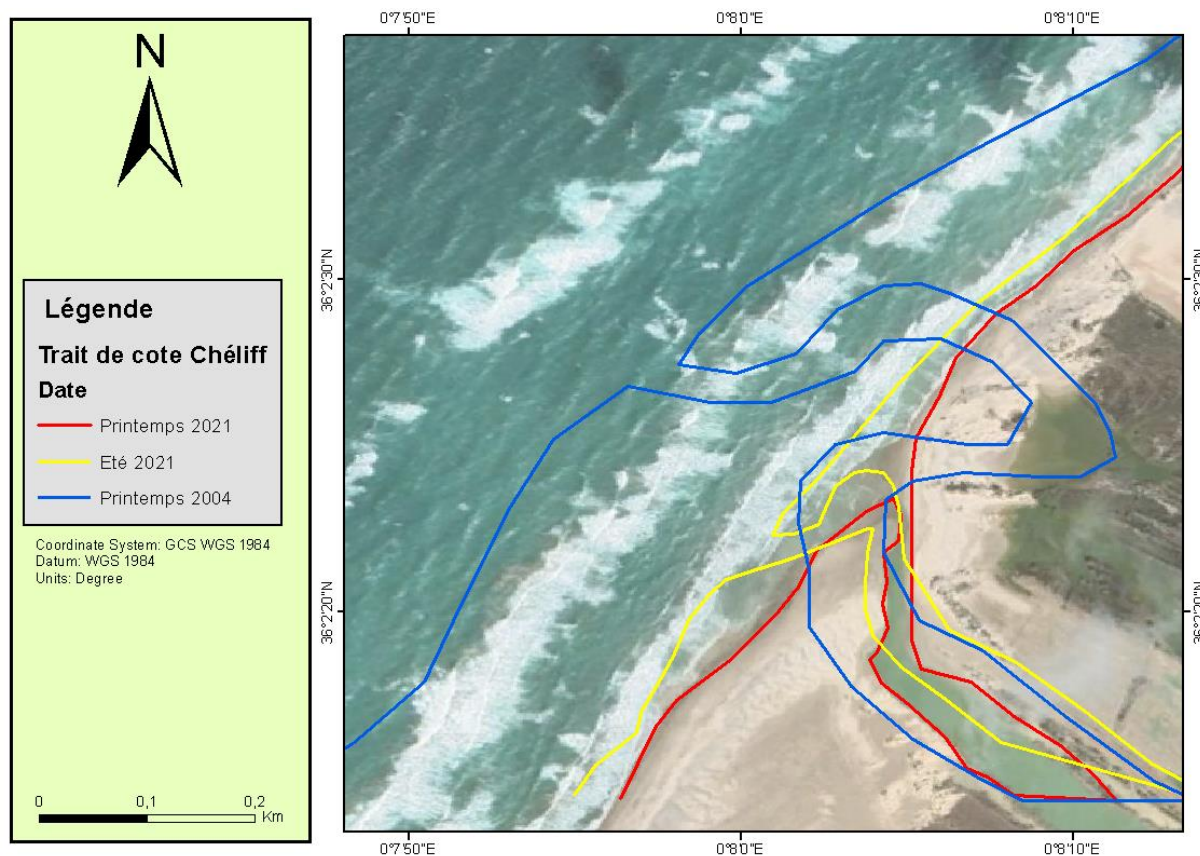


Figure 66 : La variabilité de la morphologie côtière autour de l'embouchure d'oued Chélif entre 2000-2021 (Google Earth, 2021)

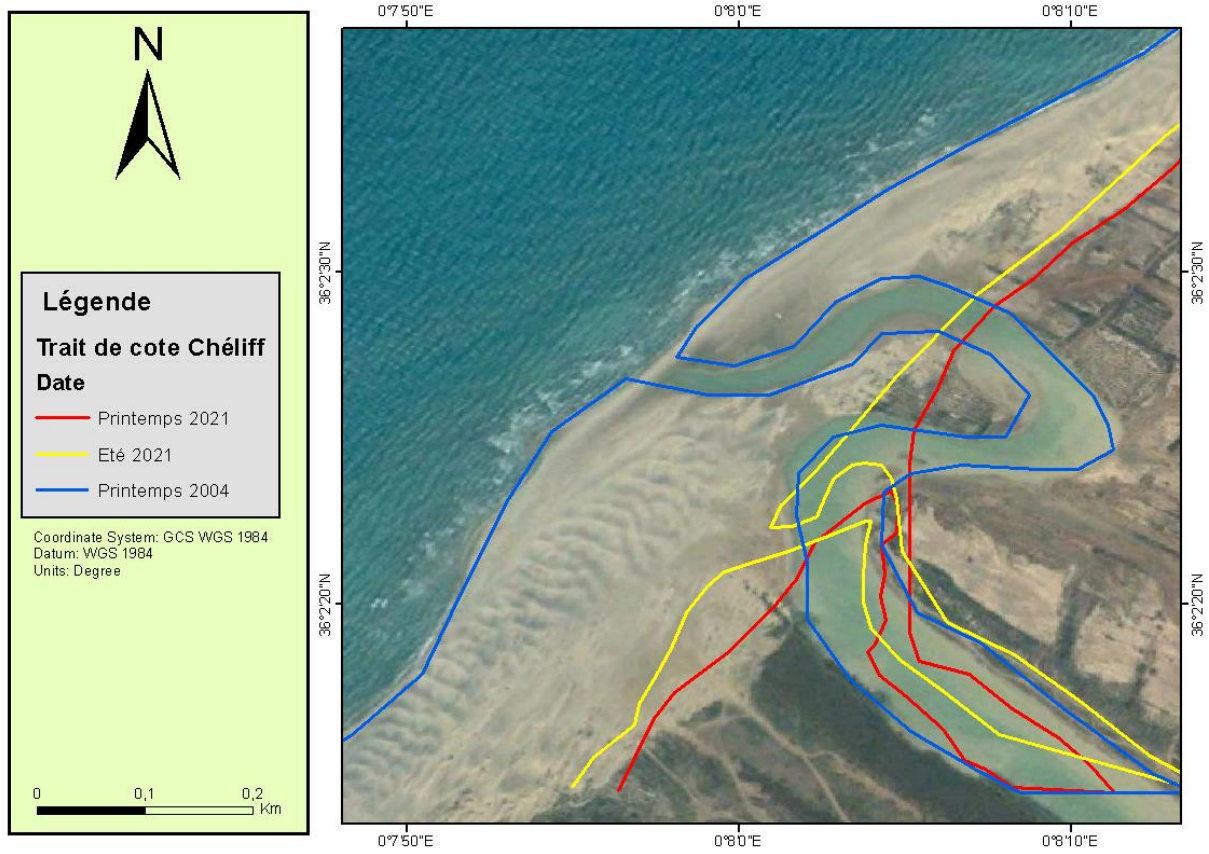


Figure 67 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l'embouchure d'oued Chéouf entre 2000-2021(Google Earth, 2021)

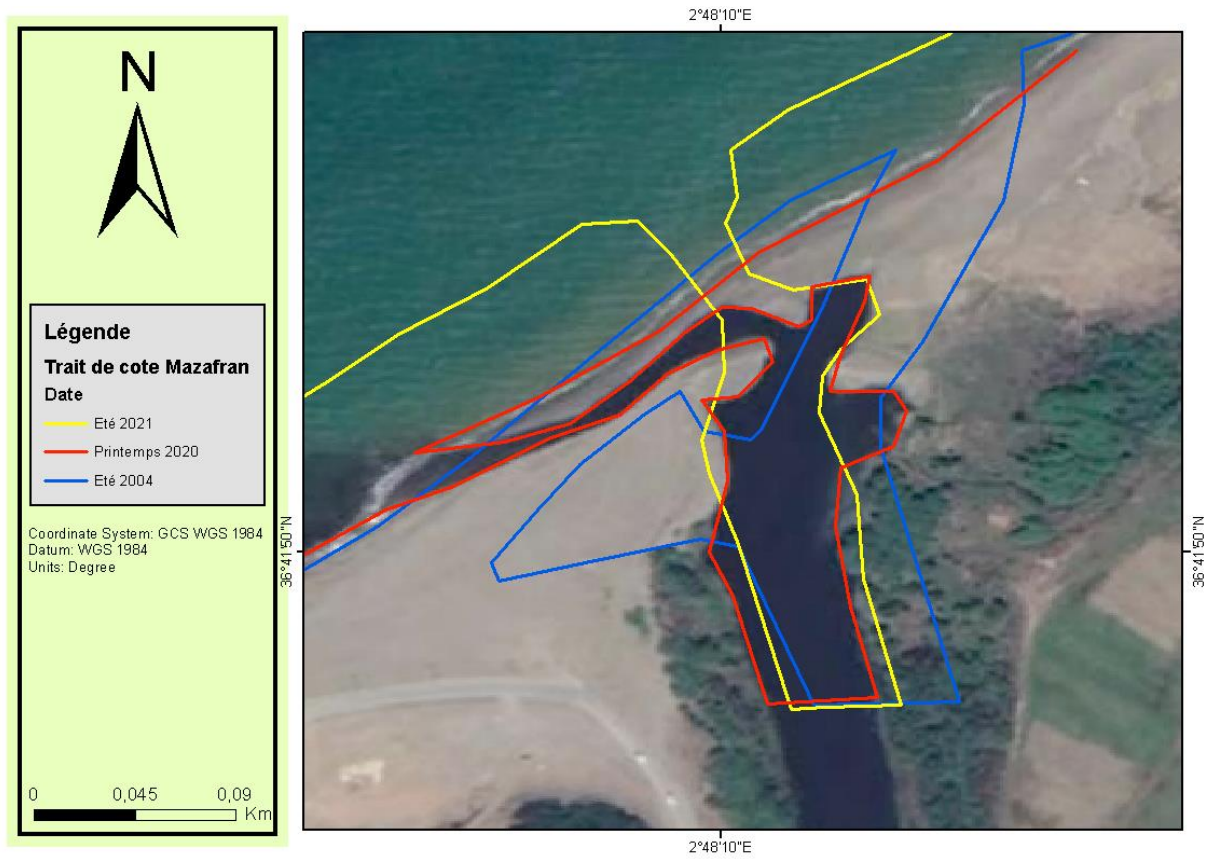


Figure 68 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l'embouchure d'oued Mazafran entre 2000-2021(Google Earth, 2021)

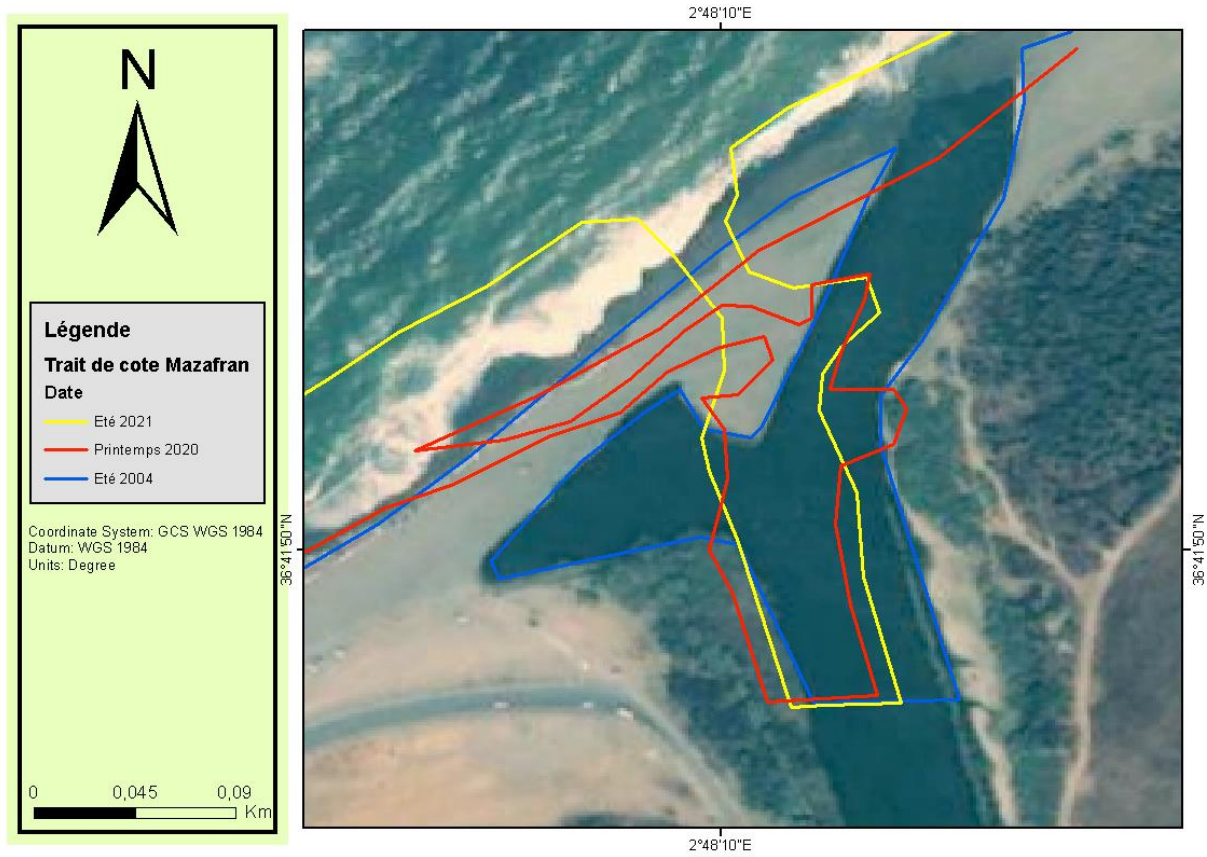


Figure 69 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Mazafran entre 2000-2021(Google Earth, 2021)



Figure 70 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l'embouchure d'oued El-Harrach entre 2000-2021(Google Earth, 2021)



Figure 71 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l'embouchure d'oued El-Harrach entre 2000-2021(Google Earth, 2021)

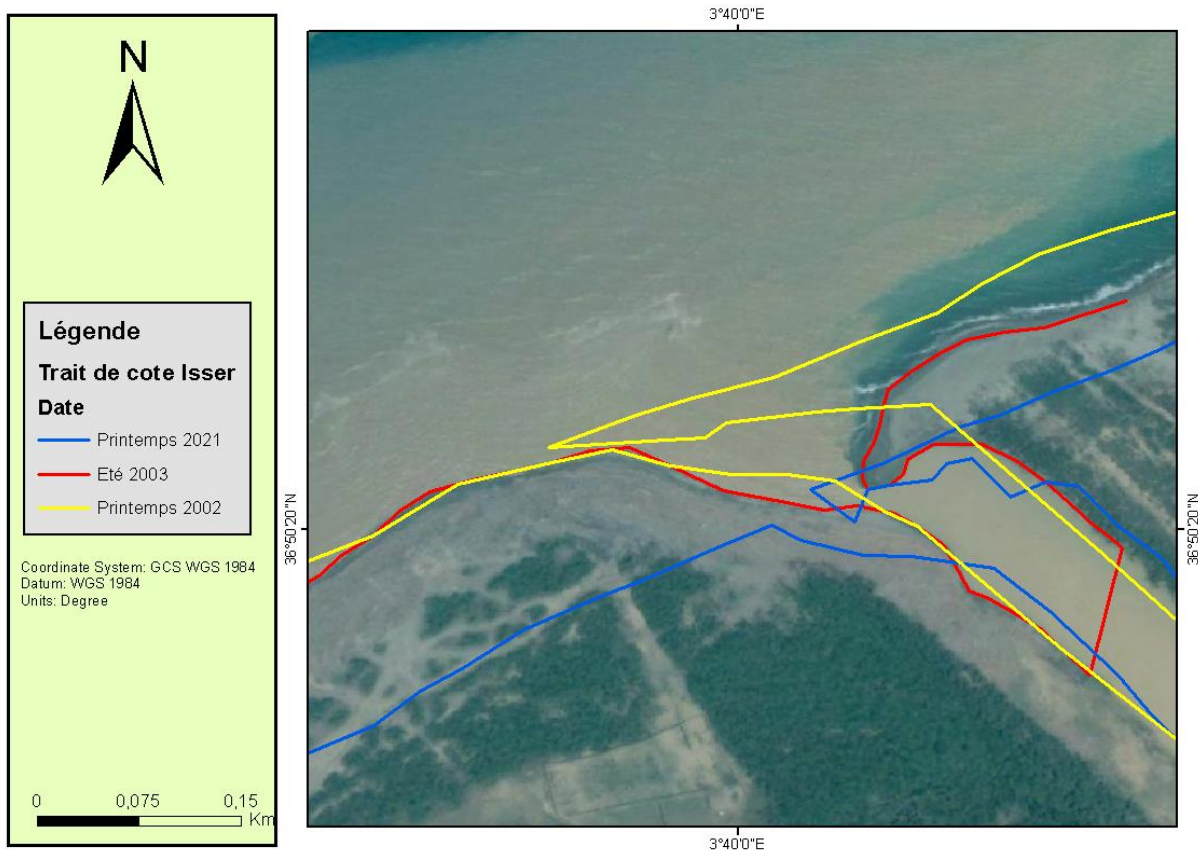


Figure 72 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l'embouchure d'oued Isser entre 2000-2021(Google Earth, 2021)

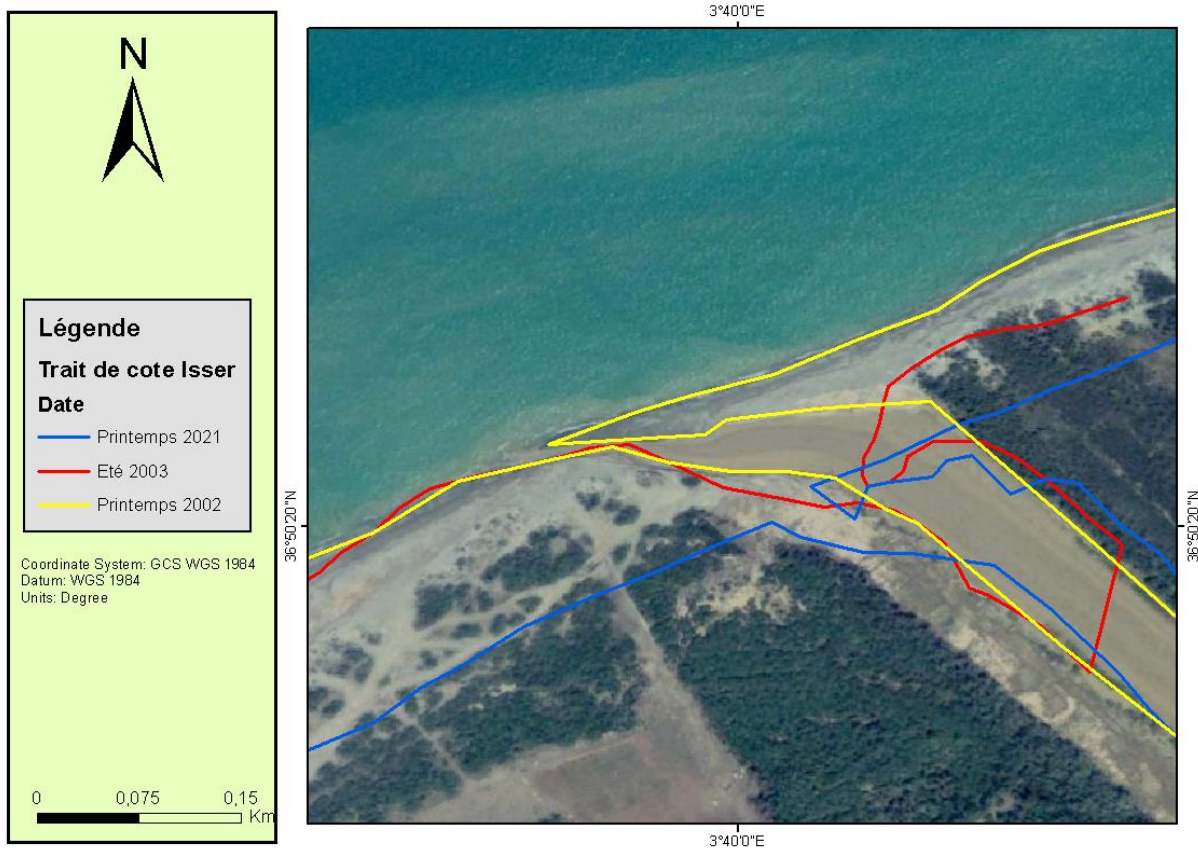


Figure 73 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l'embouchure d'oued Isser entre 2000-2021(Google Earth, 2021)

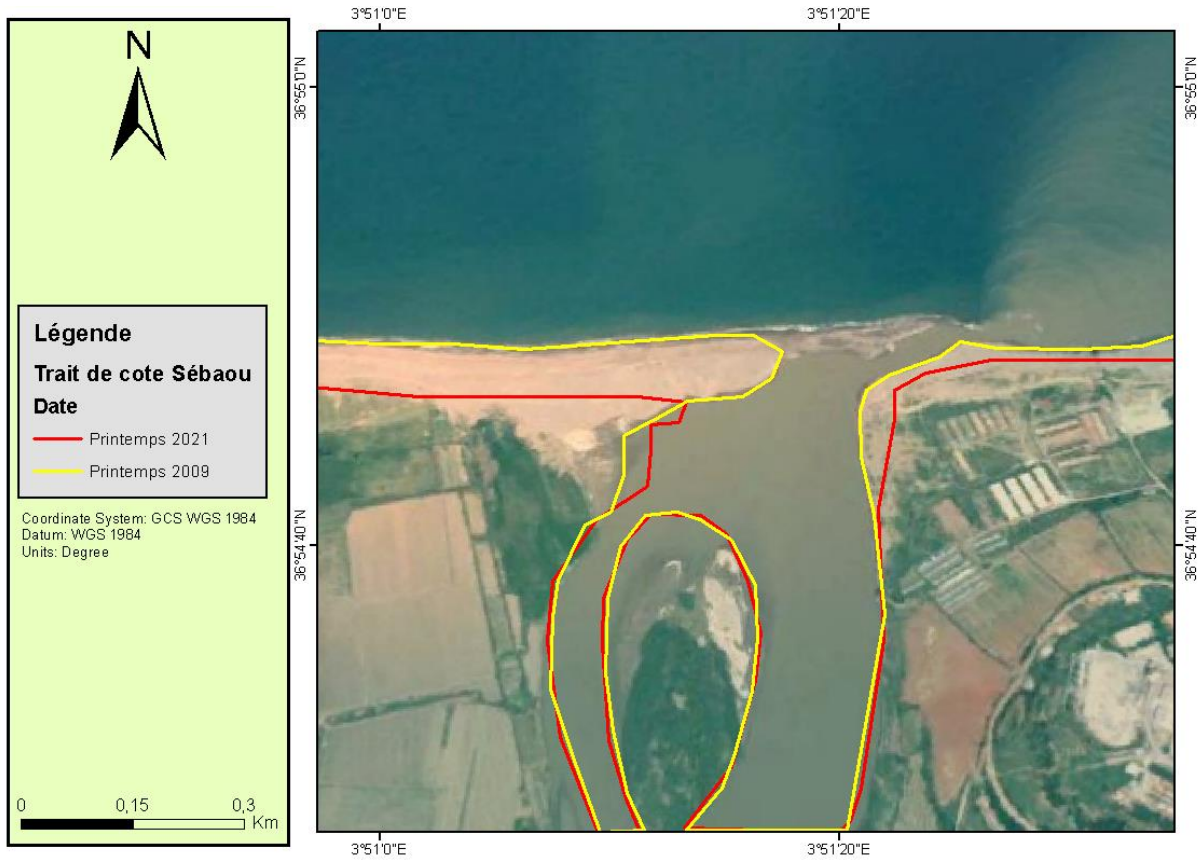


Figure 74 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Sébaou entre 2000-2021(Google Earth, 2021)

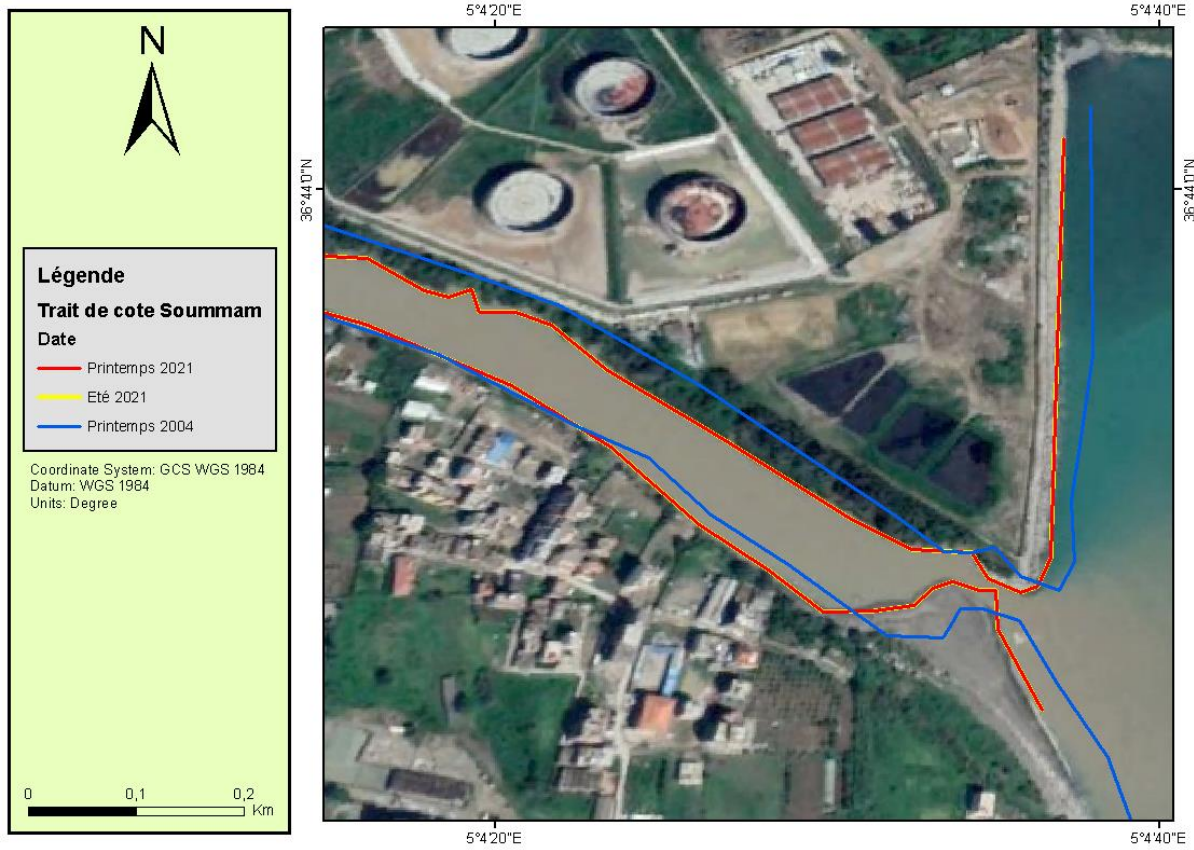


Figure 75 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l'embouchure d'oued Soummam entre 2000-2021(Google Earth, 2021)

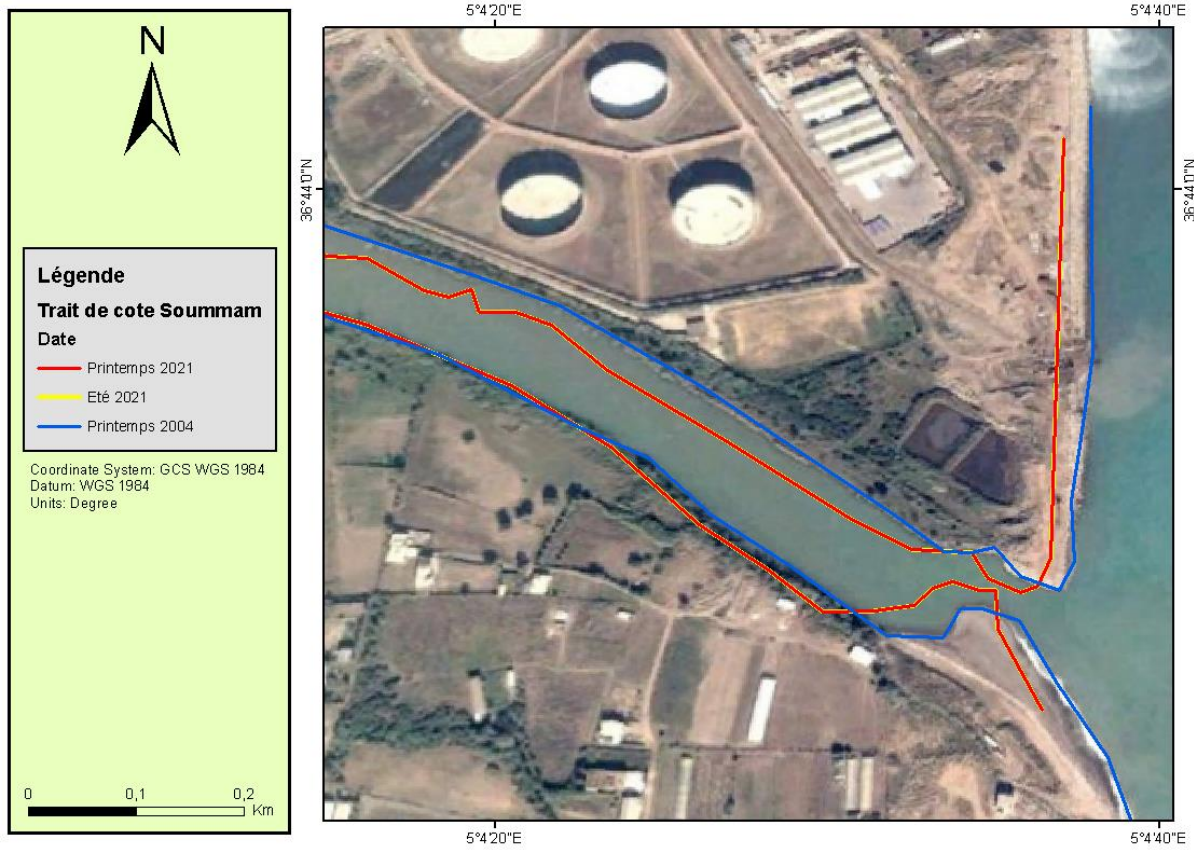


Figure 76 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l'embouchure d'oued Soummam entre 2000-2021(Google Earth, 2021)

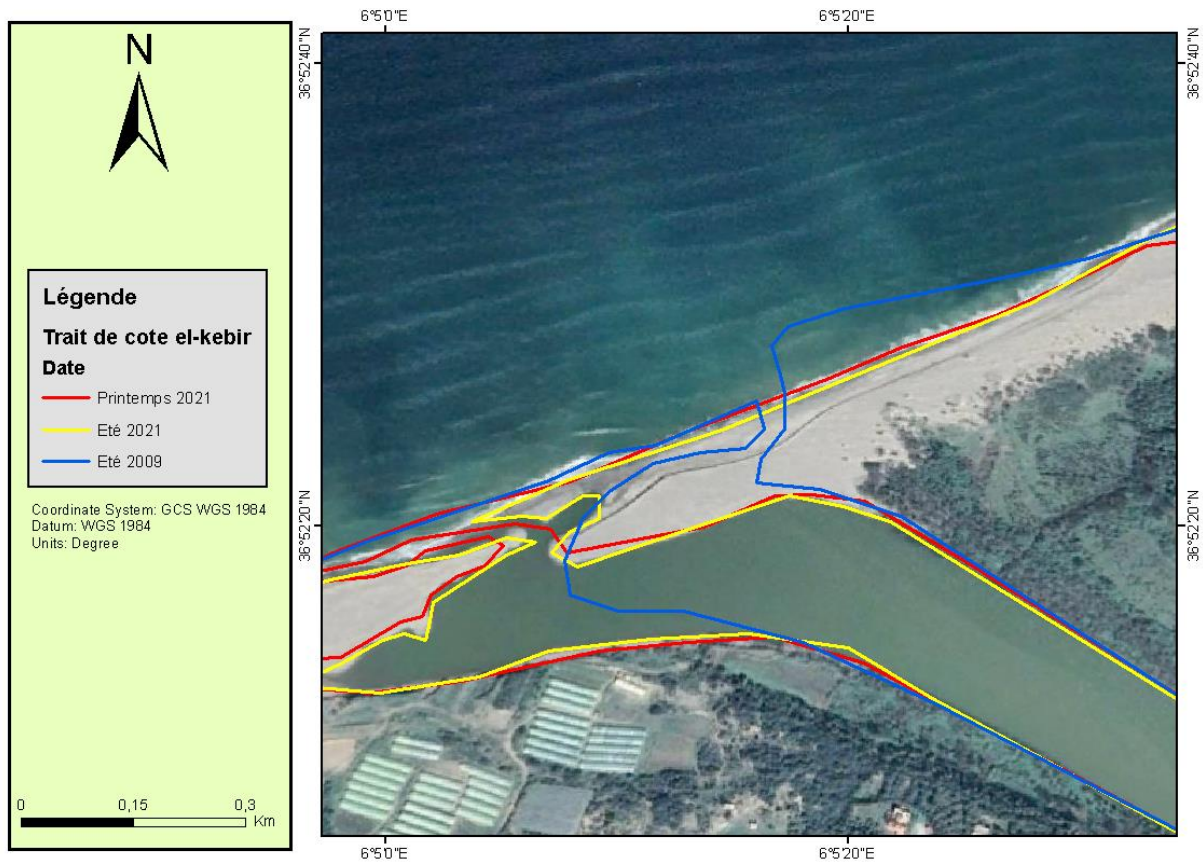


Figure 77 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l'embouchure d'oued El-Kebir entre 2000-2021(Google Earth, 2021).

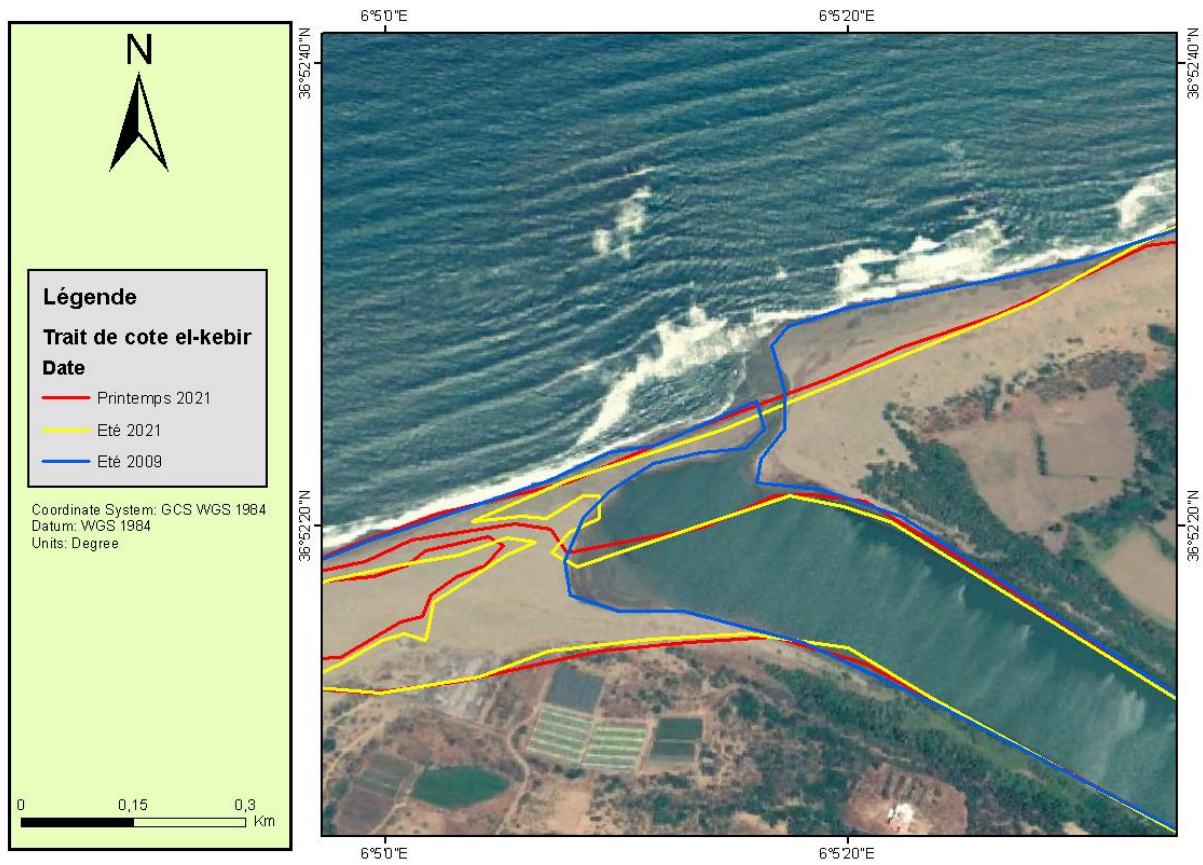


Figure 78 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l'embouchure d'oued El-Kebir entre 2000-2021(Google Earth, 2021)

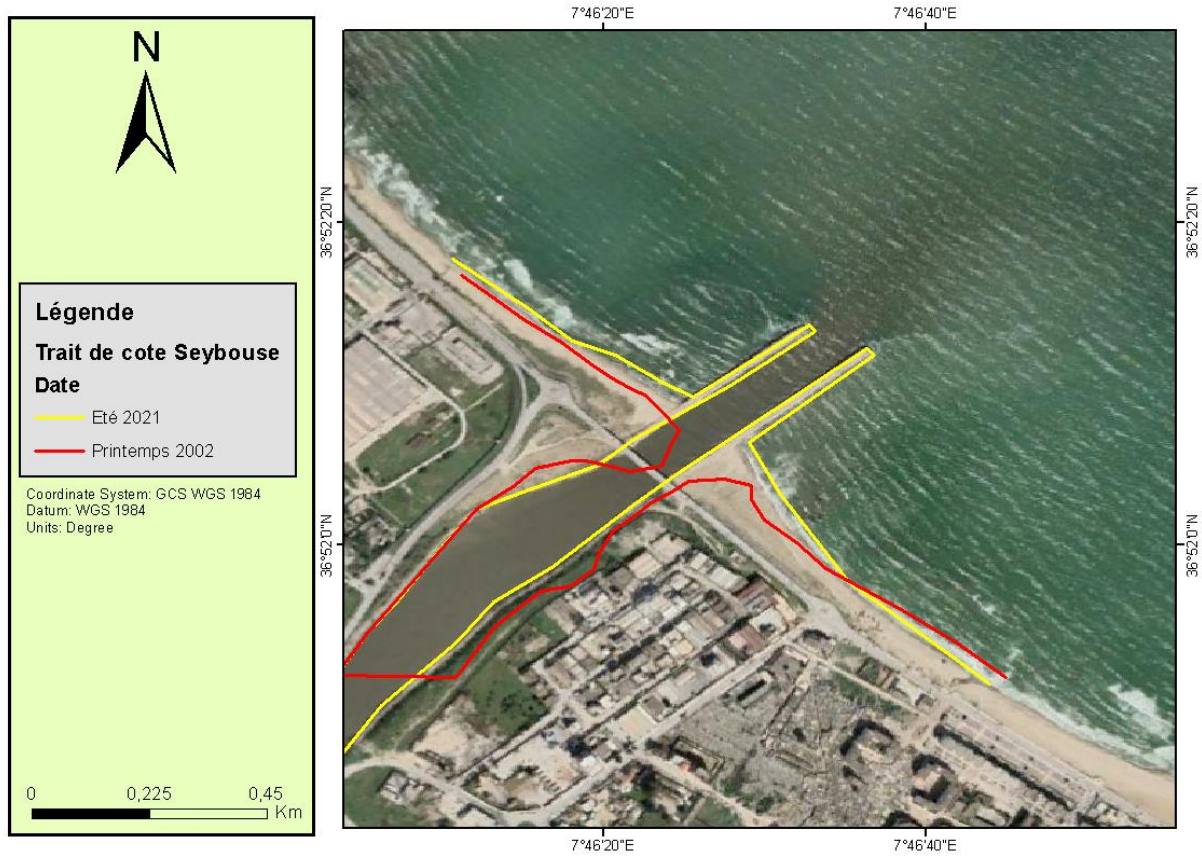


Figure 79 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Seybouse entre 2000-2021(Google Earth, 2021).

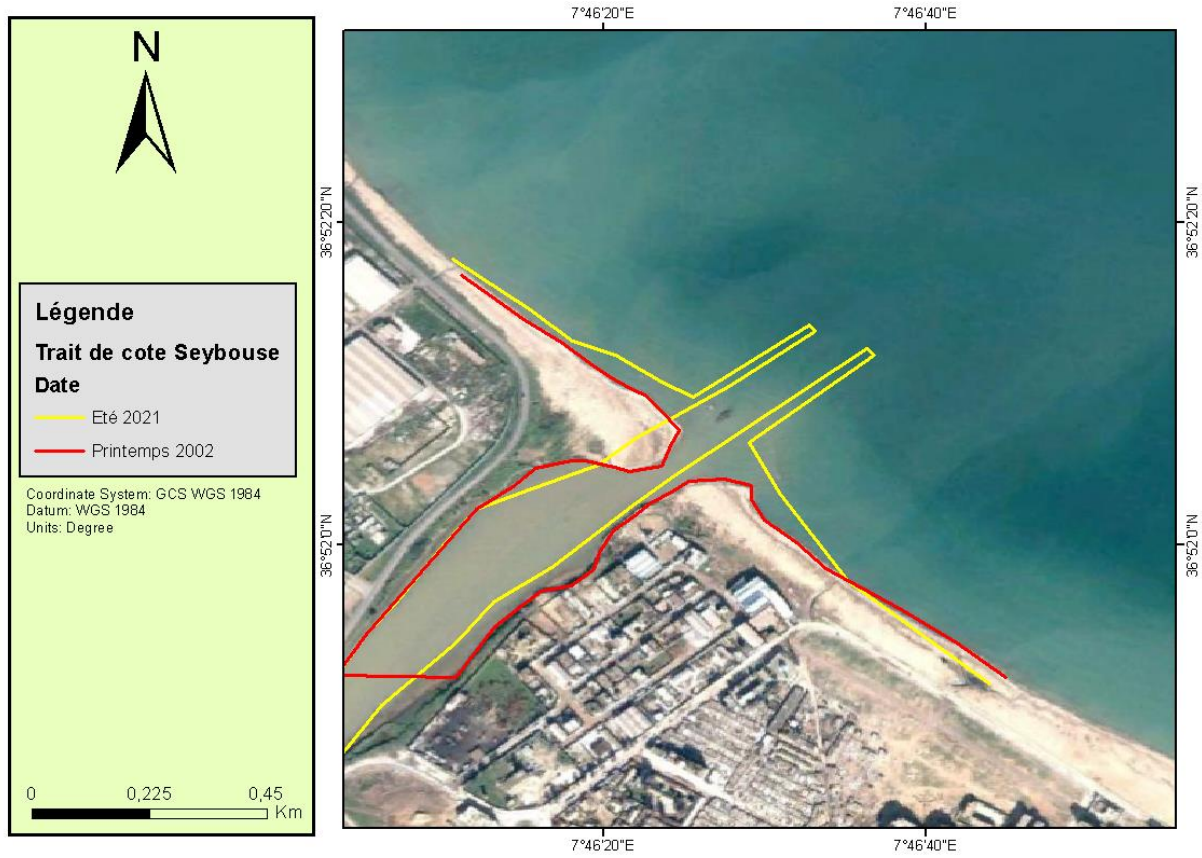


Figure 80 : La variabilité de la morphologie cotière autour de l’embouchure d’oued Seybouse entre 2000-2021(Google Earth, 2021)

ملخص

يتعلق العمل المقدم في إطار هذه الأطروحة بدراسة التفاعل بين اليابسة والبحر على الساحل الجزائري والذي يعتمد على مصبات الاودية الكبيرة الواقعة في شمال الجزائر. من ناحية، تستند هذه الدراسة الى الشكل المورفولوجي الساحلي الذي تم تقديمه من خلال رقمنة نهاية افواه الوديان من شرق الى غرب الجزائر وتطورها على طول الساحل بين عامي 2001-2000MES، T °، S، OD، PH. من ناحية أخرى يتعلق الامر بدراسة المعاملات الفيزيائية والكيميائية (

والتحليل الحبيبي لوادي مزافران (خليج بواسماعيل، ولاية تيبازة) كدراسة حالة بين الشتاء والصيف.

تظهر النتائج الأولية للمعاملات التي تم الحصول عليها ان ماء المصب ذو نوعية رديئة بشكل عام ومع ذلك، يمكن ان تكون عرضة للتلوث العضوي. تعتبر تصريفات المياه العادمة من سكان ضفاف الأنهار وترشيح الأراضي الزراعية خلال فترة ارتفاع مياه المصادر الرئيسية للتلوث العضوي لهذه الأخيرة.

اظهر تحليل حجم هذه الجسيمات ان هذه الرمال عبارة عن رمال خشنة، ومصنفة جيد وفقا لمؤشر التصنيف، مما يدل على عدم تناسب حجم الجسيمات تجاه الاحجام الكبيرة وفقا لنتائج الانحراف. بالإضافة الى ان الرواسب تأتي من بيئة قارية (من أصل ارضي).

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها من الرقمنة ان تطور مصبات الأنهار على مستوى الساحل يمكن ان يكون من أصل هيدروديناميكي او مناخي او رسوبي.

الكلمات المفتاحية: التفاعل، الوادي، المصب، الساحل، التشكل، الرقمنة، التلوث، قياس الحبيبات، الأرض

Résumé

Le travail présenté dans le cadre de ce mémoire concerne l'étude de l'interaction terre-mer sur la cote algérienne qui est basé sur les estuaires des grandes oueds situent au Nord de l'Algérie. D'une part Cette étude est basée sur la morphologie côtière qui est présenté par la digitalisation de l'extrémité des embouchures des oueds de l'Est vers l'Ouest algérienne et leur évolution au niveau du littorale entre les années 2000 et 2021.

D'autre part elle concerne l'étude des paramètres physico-chimiques (MES, T°, S, OD, PH) et l'analyse granulométrique de l'oued Mazafran (la baie de Bou-Ismaïl, Wilaya de Tipaza) comme un cas d'étude entre la période hivernale et estivale.

Les résultats préliminaires des paramètres obtenus montrent que les eaux d'embouchure présentent de manière générale, une mauvaise qualité. Cependant, elles peuvent être sujettes à une pollution organique ponctuelle. Les rejets d'eaux usées de la population riveraine et le lessivage des terres agricoles, pendant la période des hautes eaux, sont les principales sources de la contamination organique des eaux.

L'analyse granulométrique a montré que ces sables sont des sables grossière, assez bien classés selon l'indice de classement, présente une asymétrie granulométrique vers les grandes tailles d'après les résultats du skewness. Ainsi que les sédiments sont provient d'un environnement de type continental (d'origine terrigène).

Les résultats obtenus de la digitalisation montrent que l'évolution des estuaires au niveau de la cote peut être d'origine hydrodynamique, climatique, sédimentologique.

Mots clé : Interaction, oued, estuaire, littorale, morphologie, digitalisation, pollution, granulométrie, terrigène.

Abstract

The work presented in the framework of this thesis concerns the study of the land-sea interaction on the Algerian coast, which is based on the estuaries of the large wadis, located in the North of Algeria.

On the one hand, this study is based on the coastal morphology, which is presented by the digitization of the end of the mouths of the wadis from the east to the west of Algeria and their evolution along the coast between the years 2000 and 2021.

On the other hand, it concerns the study of the physico-chemical parameters (MES, T °, S, OD, and PH) and the granulometric analysis of the Mazafran wadi (the bay of Bou-Ismaïl, Wilaya of Tipaza) as a case study between winter and summer.

The preliminary results of the parameters obtained show that the mouth water is generally of poor quality. However, they can be subject to point organic pollution. Wastewater discharges from the riparian population and the leaching of agricultural land during the high water period are the main sources of organic contamination of water.

Particle size analysis showed that these sands are coarse sands, fairly well classified according to the classification index, exhibiting particle size asymmetry towards large sizes according to the skewness results. As well as the sediment comes from a continental type environment (of terrigenous origin).

The results obtained from the digitalization show that the evolution of estuaries at the level of the coast can be of hydrodynamic, climatic or sedimentological origin.

Keywords: Interaction, wadi, estuary, littoral, morphology, digitization, pollution, granulometry, terrigenous.