

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

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



**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME
D'INGÉNIEUR D'ÉTAT ET GRADE DU MASTER EN SCIENCES DE LA MER**

OPTION : GESTION ET PROTECTION DU LITTORALE

**Apport des SIG pour la caractérisation des falaises littorale de la côte
Algérienne**

Présenté par :

- **Guesmia Manar**
- **Hamza Souad**

Soutenu jeudi le 22/07/2023 devant le jury suivant :

Mme FEZAA. N	Professeur	Présidente (ENSSMAL)
Mr BOUAICHA.F	Maitre-assistant B	Examineur (ENSSMAL)
Mr OTMANI.H	Maître conférence A	Promoteur (ENSSMAL)
Mr BOUKHEDICHE.W	Ingénieur Projet	Co-promoteur (EURL STER)

Promotion : 2022/2023

Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions ALLAH tout puissant de nous avoir offert l'opportunité de franchir ce stade du savoir et de nous avoir donné le courage et la persévérance pour réaliser ce travail.

Nous adressons nos remerciements en particulier à nos familles d'abord, ensuite à notre promoteur Mr OTMANI Housseyn pour ses grandes qualités humaines, de nous avoir encadrés pendant la période de la réalisation de ce travail, sa disponibilité et ses orientations nous ont permis de mener à merveille ce travail.

Nos remerciements spéciaux s'adressent à Mr BOUKHEDDICHE Walid, d'avoir accepté d'être notre Co-promoteur et pour sa présence continue, son aide, ses conseils, ses recommandations et ses réponses à toutes les questions, il nous a fait bénéficier, de son expérience et de ses connaissances.

Aussi Mr ZERROUKI chef de département à l'ENSSMAL

Nous tenons aussi à remercier du fond du cœur tous les enseignants(es) qui nous ont tant appris tout le long de notre cursus, le personnel de la bibliothèque de l'ENSSMAL, mais aussi le service documentation et tout le personnel du EURL STER pour leur précieuse aide.

Nous remercions également tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Une fois encore, merci à tous.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*A celle qui m'a transmis la vie, l'amour, le courage, à toi ma chère **Maman**, aucune
dédicace ne serait exprimer l'amour l'estime le dévouement et le respect que j'ai
toujours pour toi, que dieu te procure bonne santé et longue vie.*

*A mon très chère Père **Mr HANNACHI** : vos prières et votre bénédiction m'ont été d'un
grand secours pour mener à bien mes études.*

*A mes grands-parents, A mon frère **TAKI EDDINE** et mes sœurs **MARWA, MARAM** et
TAKWA, mes tantes, Un spéciale dédicace A mon oncles **Mr MOUHHAMED***

*A ma binôme **HAMZA SOUAD** et mes copines **MAY IBTISSEM** et
SENOUCI ZOUBIDA et toute ma promotion 5ème année Gestion et Protection de
Littorale.*

MANAR

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*A celle qui m'a transmis la vie, l'amour, le courage, à toi ma chère **Maman**, aucune
dédicace ne serait exprimer l'amour l'estime le dévouement et le respect que j'ai
toujours pour toi, que dieu te procure bonne santé et longue vie.*

*A mon très chère Père **Mr ABBES** : vos prières et votre bénédiction m'ont été d'un
grand secours pour mener à bien mes études.*

*A mes grands-parents, A mon frère **NASR EL DIN** et mes sœurs **AFAF, IMANE,**
WIDAD, KHADIDJA et **CHAHRA**, mes tantes, Un spéciale dédicace A **AYOUB**.*

*A ma binôme **GUESMIA MANAR** et mes copines **MAY IBTISSEM** et
SENOUCI ZOUBIDA et toute ma promotion 5ème année Gestion et Protection de
Littorale.*

SOUAD

Résumé :

La caractérisation des falaises de Ain El Turk à Oran, en Algérie, est essentielle pour comprendre leur géomorphologie, composition géologique, érosion côtière, risques naturels et la nécessité d'une surveillance continue. L'utilisation du Système d'Information Géographique (SIG) a permis de cartographier et d'analyser avec précision les caractéristiques des falaises en intégrant différents paramètres. L'étude a révélé une évolution significative dans la baie de Ain El Turk, avec une érosion notable de l'estran entre 2011 et 2018, mais une accrétion remarquable entre 2018 et 2022 grâce à des mesures de protection. L'urbanisation intense a eu un impact sur la fragilité des falaises, soulignant l'importance de préserver les espaces verts le long du littoral. La mise en place de stratégies de gestion côtière durable est cruciale pour protéger ces formations naturelles précieuses et leur importance écologique, géologique et socio-économique. Bien qu'une étude exhaustive sur tout le littoral algérien aurait été souhaitable, la concentration sur la zones de Ain el Turk a permis d'obtenir des résultats significatifs malgré les contraintes de temps .

Mot clés : caractérisation des falaises d'Ain El Turk ,Composition géologique , Risques naturels ,Système d'Information Géographique (SIG), Stabilité des falaises, Impact anthropique Urbanisation côtière, Évolution du littoral, Accrétion et érosion côtière

Abstract :

The characterization of Ain El Turk cliffs in Oran, Algeria, is essential to understand their geomorphology, geological composition, coastal erosion, natural hazards, and the need for continuous monitoring. The use of Geographic Information System (GIS) has allowed precise mapping and analysis of cliff characteristics, integrating various parameters. The study revealed significant changes in Ain El Turk Bay, with notable erosion of the foreshore between 2011 and 2018, but remarkable accretion between 2018 and 2022 due to protective measures. Intense urbanization has impacted the fragility of the cliffs, emphasizing the importance of preserving green spaces along the coastline. Implementing sustainable coastal management strategies is crucial to safeguard these valuable natural formations and their ecological, geological, and socio-economic significance. While a comprehensive study of the entire Algerian coast would have been desirable, focusing on the Ain El Turk area yielded meaningful results despite time constraints.

Keywords: Characterization of Ain El Turk cliffs, Geological composition, Natural hazards, Geographic Information System (GIS), Cliff stability, Anthropogenic impact, Coastal urbanization, Littoral evolution, Coastal accretion and erosion.

ملخص:

تعد منحدرات عين الترك في وهران بالجزائر أمراً ضرورياً لفهم جيومورفولوجيتها وتكوينها الجيولوجي وتآكل السواحل والمخاطر الطبيعية رسم خرائط لخصائص المنحدرات وتحليلها بدقة من خلال دمج والحاجة إلى المراقبة المستمرة. أتاح استخدام نظام المعلومات الجغرافية المعلمات المختلفة. كشفت الدراسة عن تطور كبير في خليج عين الترك ، مع تآكل ملحوظ للنشاط الأمامي بين عامي 2011 و 2018 ، ولكن زيادة ملحوظة بين عامي 2018 و 2022 بفضل تدابير الحماية. كان للتحضر المكثف تأثير على هشاشة المنحدرات ، مما يبرز أهمية الحفاظ على المساحات الخضراء على طول الساحل. إن إنشاء استراتيجيات إدارة ساحلية مستدامة أمر بالغ الأهمية لحماية هذه التكوينات الطبيعية الثمينة وأهميتها الإيكولوجية والجيولوجية والاجتماعية والاقتصادية. على الرغم من أن إجراء دراسة شاملة للساحل الجزائري بأكمله كان مرغوباً فيه ، إلا أن التركيز على منطقة عين الترك جعل من الممكن الحصول على نتائج مهمة على الرغم من ضيق الوقت ،

استقرار (GIS) الكلمات المفتاحية: توصيف منحدرات عين الترك ، التركيب الجيولوجي ، الأخطار الطبيعية ، نظام المعلومات الجغرافية المنحدرات ، التأثير البشري المنشأ ، التحضر الساحلي ، تطور السواحل ، التراكم والتآكل الساحلي

Table des matières

INTRODUCTION :	1
1 Chapitre 01 : Cadre général	4
1.1 Synthèse bibliographique :	4
1.1.2 Introduction :	4
1.1.3 Système d'information géographique SIG :	4
1.1.4 Le système littoral :	4
1.1.5 Géomorphologie côtière :	5
1.1.6 Les falaises :	6
1.1.6.1 Les falaises consolidées (Pente raide) :	7
1.1.6.2 Les falaises non consolidées :	8
1.1.6.3 Les différents types de falaise :	9
1.1.6.4 Différents mécanismes du cycle du processus d'érosion de falaise :	11
1.2 Contexte de l'étude :	12
1.3 Situation géographique :	13
1.3.1 Littoral Algérien :	13
1.3.2 Étude climatique :	13
1.3.3 Caractéristiques physique et climatique :	13
1.3.3.1 Caractéristiques du climat :	13
1.3.4 Étude océanographique :	14
1.3.5 Caractéristiques physiques du littoral :	14
1.3.5.1 Les vagues : constituent un agent primordial de la dynamique littorale....	14
Les vagues au large :	14
Les vagues aux cotes :	15
1.3.5.2 Les courants littoraux :	15
1.3.5.3 La Houle :	15
1.3.5.4 Le vent :	15

1.3.6	Étude hydrographique :	16
1.3.6.1	Le réseau hydrographique :	16
1.3.7	Étude géomorphologique :	16
1.3.7.1	La marge continentale algérienne :	17
1.3.7.2	Caractéristiques géomorphologiques du littoral :	19
1.3.7.3	Géologie Régionale.....	19
1.3.8	L'urbanisation :	20
1.3.8.1	L'urbanisation dans le monde :	20
1.3.8.2	Les habitats du littorale :	21
1.3.9	Les falaises :	22
1.3.9.1	Définition et types de falaises :	22
1.3.9.2	Impact des aménagements sur l'évolution des falaises :	23
1.3.10	L'agriculture du domaine littoral continental :	24
1.3.11	L'extension de l'urbanisation des villes côtières :	25
2	Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteur.....	28
2.1	Présentation du site :	28
2.2	Étude climatique :	29
2.2.1	Précipitation	30
2.2.2	Le vent :	31
2.3	Étude océanographique :	34
2.3.1	Les houles et les vagues :	34
2.3.2	Les courants :	38
2.4	Hydrographie :	39
2.4.1	La sebkha d'Oran :	39
2.5	L'urbanisation :	40
2.6	Cadre géologique :	41
2.7	Les caractéristiques morphologiques du littoral oranais, zone d'étude :	41
3	Chapitre 3 : Matériels et Méthodes	44

3.1	Méthode de téléchargement des images satellitaires :	44
3.1.1	Choix des images satellitaires :	44
3.1.2	Précautions de téléchargement :	44
3.2	Les différentes méthodes de téléchargement :	45
3.2.1	Directement via Google Earth :	45
3.2.2	Via le logiciel Smart GIS Map Editor :	45
3.3	Avantages de la combinaison de Smart GIS et Google Earth :	45
4	Chapitre 4 : Discussion et Résultats	48
4.1	Trait de côte :	48
4.1.1	Bilan statistique et projection des cartes d'aléas :	48
	Interprétation des résultats :	57
4.2	Les plages :	58
4.3	L'urbanisation	64
	Conclusion :	75
	Bibliographie	84
	Annexe	81

Liste des figures :

Figure 1 : transformation morphologique littoral.....	6
Figure 2 : Présentation d'une falaise littorale.	7
Figure 3 : Méga-falaises de 1005 mètres à "Umilchi Point" à Hawaï.....	8
Figure 4 : Falaise peu consolidée formée de sable et d'argile dans la baie du cap Cod dans le Massachusetts (source : Julie Albagnac).....	8
Figure 5 : différent type de falaises.	10
Figure 6 : Schéma conceptuel du cycle d'érosion d'une falaise.	11
Figure 7 : Situation géographique du littoral Algérien.....	13
Figure 8 : Carte des précipitations moyennes annuelles de l'Algérie (extrait) (ANRH, 2008).14	
Figure 9 : Carte de situation et bassins versants côtiers de l'Algérie du nord.	16
Figure 10 : structure du plateau continental de la cote algérienne (détermine la partie continentale du pays).....	17
Figure 11 : la structure de la pente au niveau des bassins algérien.(bachouche.s 2015)......	18
Figure 12 : Carte de la densité de population en Algérie du Nord (ONS, 2012).	21
Figure 13:Les falaises d'Etretat, en France. (Www.Techno-Science.net).....	22
Figure 14:Glissement provoqué par la construction d'une route sur une falaise à Gammarth Tunis.....	23
Figure 15 : Carte d'occupation du sol de l'Algérie (INSID, 2013).....	25
Figure 16 : les extensions d'urbanisation en bordure de mer (N.Olin « Planifier l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral », France, 2006).....	25
Figure 17 : Situation géographique de Ain El Turk (Arc Gis,2023).....	29
Figure 18 : Cumuls mensuels des précipitations de la station Oran aéro période 2013-2023 (weatheronline.co.uk, 2023).	30
Figure 19 : Rose des vents annuels réalisés par le site « Puerto Del Estado » Période 2013-2023.	32
Figure 20 : Rose des vents d'été réalisé par le site « Puerto Del Estado » Période 2013-2023.	33
Figure 21 : Rose des vents d'hiver réalisé par le site « Puerto Del Estado » Période 2013-2023.	33
Figure 22 : Rose des vagues d'automne par (m) du site Puerto Del estadou Période (2013-2023).....	35
Figure 23: Rose des vagues d'été par (m) du site Puerto Del estadou Période 2013-2023. ...	35
Figure 24 : Rose des vagues d'hiver par (m) du site Puerto Del estadou Période 2013-2023..	36
Figure 25 : Rose des vagues de printemps par (m) du site Puerto Del estadou Période (2013-2023).....	36
Figure 26 : Rose des vagues annuel par (m) du site Puerto Del estadou Période (2013-2023).	37
Figure 27 : carte d'hydrographie Ain El Turk.	39
Figure 38:Illustration du rythme d'évolution du trait de côte 48	
Figure 39 : Illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2003-2011 du premier segment.....	49
Figure 40 : Illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2011-2015 du premier segment.....	49
Figure 41 : Illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2015-2018 du premier segment.....	50

Figure 42 : Illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2018-2022 du premier segment.....	50
Figure 43 : Illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2003-2011 du deuxième segment.....	51
Figure 44 : Illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2011-2015 du deuxième segment.....	51
Figure 45 : Illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2018-2022 du deuxième segment.....	52
Figure 46 : Illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2015-2018 du deuxième segment.....	52
Figure 47 : NSM 2003-2011.	53
Figure 48 : NSM 2011-2015.	53
Figure 49 : NSM 2015-2018.	54
Figure 50 : NSM 2018-2022.	54
Figure 51 : EPR 2003-2011.....	55
Figure 52 : EPR 2011-2015.....	55
Figure 53 : EPR 2015-2018.....	56
Figure 54 : ERP 2018-2022.....	56
Figure 55:Les plages de la baie de Ain el Turk.....	58
Figure 56 : La surface de la plage Dune.....	60
Figure 57 : La surface de la plage Ain EL Turk.....	61
Figure 58 : La surface de la plage Saint Germain.	62
Figure 59 : La surface de la plage Bouisville.	62
Figure 60 : La surface de la plage Trouville.	63
Figure 61 : La surface de la plage Saint Roche.	63
Figure 62 : l'urbanisation en 2003.....	65
Figure 63 : l'urbanisation en 2011.	65
Figure 64 : l'urbanisation en 2018.....	66
Figure 65 : l'urbanisation en 2022.....	66
Figure 66 : L'urbanisation en 2018.....	68
Figure 67 : L'urbanisation en 2022.....	68
Figure 68 : L'urbanisation en 2011.....	68
Figure 69 : L'urbanisation en 2003.....	68
Figure 70 : L'urbanisation en 2015.....	68
Figure 71 : graphe présentatif le taux d'urbanisation (2003-2022).	69

Liste des tableaux :

Tableau 1 les caractéristiques de littoral algérien (bachouche 2017) :	17
Tableau 2 : Évolution des surfacesdes plages de Ain El Turk en mètres carrés par année (2003-2022).....	59
Tableau 3: Taux d'urbanisation durant la période 2002-2022.....	67
Tableau 4 : résumé générale de notre projet de BMC.....	84

Abréviation :

SIG : système d'information géographique

PC : plateau continental

TC : talus continental

Hab/km² : habitats /kilomètre ²

DSAS : Digital shoreline analysis system

PCS : Projection cartographique conforme de surface

N : nord

W : ouest

N-NE : nord –nord est

E-NE : est nord est

W-SW : ouest -sud ouest

NSM: net shoreline movement

EPR: end point rate

Introduction

INTRODUCTION :

Le littoral de l'Algérie est renommé pour sa diversité exceptionnelle, offrant une multitude de paysages et d'écosystèmes fascinants le long de ses 1 600 kilomètres de côtes. Cette remarquable variété en fait une destination attrayante pour les amoureux de la nature, les passionnés de plages et les aventuriers en quête de nouvelles découvertes.

En raison du manque de données dans ce domaine, notre étude, intitulée "**Apport du SIG pour la caractérisation des falaises algériennes**", est la première du genre dans notre cadre. Son objectif principal est de déterminer la meilleure approche pour caractériser les falaises de la zone d'étude Ain El Turk à Oran, en prenant en compte divers paramètres tels que l'impact anthropique, climatique, hydrodynamique et géomorphologique. Grâce à l'utilisation d'un Système d'Information Géographique (SIG), nous serons en mesure d'analyser et de cartographier ces caractéristiques de manière efficace et précise. Cette étude novatrice nous permettra d'acquérir une meilleure compréhension des falaises algériennes et d'identifier les mesures de gestion appropriées pour leur préservation et leur protection.

Située à une vingtaine de kilomètres d'Oran, la baie de Ain EL Turk fait désormais partie de la petite aire métropolitaine en formation que celle-ci anime et qui compte plus de 1,2 million d'habitants. C'est ainsi une zone d'autant plus convoitée et conflictuelle que le site présente des qualités naturelles indéniables. Le rythme accéléré de son urbanisation et des contraintes liées à des difficultés d'application des lois d'urbanisme et d'aménagement du territoire entravent la protection de son rivage. C'est un exemple d'échec en matière d'aménagement de zones naturellement sensibles, susceptible de servir d'expérience pour la protection future des zones côtières en urbanisation accéléré. Ces falaises se distinguent par leur aspect imposant, avec des parois verticales qui s'élèvent au-dessus de l'eau, créant un paysage saisissant. (Ghodbani and Semmoud, 2010)

Les falaises de Ain El Turk à Oran sont des formations géologiques exceptionnelles composées principalement de calcaire, de grès et de roches sédimentaires. Leur caractérisation implique l'étude de leur composition, de leur formation et des forces géologiques qui ont contribué à leur création. Leur aspect rugueux et texturé résulte de l'érosion constante causée par les vagues, le vent et les intempéries. Ces falaises hautes de 10 à 40 m sont d'une grande importance environnementale et présentent une valeur patrimoniale significative.

En utilisant les outils de Systèmes d'Information Géographique (SIG) tels que l'Arc GIS et Smart Gis et en analysant les résultats des différentes études menées dans le cadre de notre projet, pour but d'obtenir une compréhension approfondie de la zone d'étude

L'étude été procédé comme suite :

Le chapitre I de notre étude présente une synthèse détaillée de la zone d'étude et met en évidence la localisation de notre zone d'intérêt.

Chapitre II dans cette partie de notre étude, nous nous penchons sur les aspects généraux du milieu côtier, en accordant une attention particulière à la climatologie, à la géomorphologie, à l'océanographie, à l'hydrologie, ainsi qu'aux conditions naturelles telles que les vents, les courants et les houles. Ces éléments jouent un rôle crucial dans la formation et l'évolution des structures des falaises, tout en ayant un impact significatif sur la dynamique sédimentaire le long de la côte. En analysant ces caractéristiques, nous cherchons à mieux comprendre les processus naturels qui façonnent le littoral et à évaluer leur influence sur l'environnement côtier.

Chapitre III de notre étude utilise une méthodologie qui repose sur l'utilisation d'une combinaison de deux logiciels conviviaux : Arc GIS et Smart GIS. Cette approche facilite leur utilisation, permettant ainsi de créer rapidement des cartes personnalisées et d'analyser les données géospatiales de manière précise et efficace.

Chapitre VI de notre étude se concentre sur le diagnostic détaillé ainsi que l'utilisation et le traitement des données acquises pour caractériser les falaises. Elle comprend également des études climatiques, hydrodynamiques, océanographiques, anthropiques, l'évolution de la ligne de rivage et la démographie. Pour mener à bien ces analyses, nous utilisons les logiciels Arc GIS et Smart GIS, qui nous permettent d'exploiter efficacement les données et d'obtenir des résultats précis.

Chapitre 1

Cadre général

1 Chapitre 01 : Cadre général

1.1 Synthèse bibliographique :

1.1.1 Introduction :

Cette synthèse bibliographique mettra en évidence les principaux résultats et les tendances actuelles de la recherche sur les systèmes littoraux, ainsi que les questions qui nécessitent une attention particulière dans les chapitres à venir. Nous avons également analysé les données disponibles de notre zone d'intérêt par quelques logiciels qui seront définis au-dessous :

1.1.2 Système d'information géographique SIG :

Un système d'information géographique (SIG) est un système informatique pour stocker, gérer, manipuler, analyser et présenter des données géographiques. Les données géographiques sont des informations avec un emplacement spatial, telles que les coordonnées GPS, les adresses, les noms de rue, les cartes topographiques et les images satellites.

Le SIG permet aux utilisateurs de le visualiser, de le comprendre et d'en tirer des conclusions en le superposant à d'autres types de données. Il est également utilisé pour résoudre des problèmes complexes à l'aide de modèles et d'analyses de données spatiales. Les analystes peuvent utiliser le SIG pour prédire des phénomènes géographiques tels que le risque d'inondation, l'incidence des maladies et l'impact environnemental.

1.1.3 Le système littoral :

Un système littoral est un écosystème complexe situé à l'interface entre la mer et la terre, il est composé d'une variété d'éléments, notamment des plages, des dunes, des marais, des lagunes, des estuaires, des mangroves, des récifs coralliens et des falaises. Chacun de ces éléments possède une structure et une fonction spécifiques qui contribuent à la diversité et à la résilience de l'écosystème. [Alongi, D. M. \(2009\)](#).

Le système littoral a la particularité d'être un objet linéaire, étroit, fragile, voire fragilisé par les transformations effectuées par l'homme pour les besoins de ses activités. ([A and J-Y, n.d.](#)).

Des études récentes ont montré que le littoral est un milieu qui évolue constamment. Parmi les processus d'évolution du littoral, les plus influents sont l'élévation du niveau de la mer, le niveau de la mer se relève à une vitesse de l'ordre de 15 mm/an, des prévisions raisonnables donnent aujourd'hui une hausse de l'ordre de 20 cm pour l'an 2030, 40 cm pour 2070, de 60 à 70 pour la fin du 24^e siècle. (Kacemi, 2004).

Pour décrire la composition d'un système complexe, il est nécessaire de prendre en compte les caractéristiques à la fois spatiales et temporelles. La structure du système se déploie dans l'espace et est définie par :

- Une limite ou frontière.
- Des éléments ou composants, pouvant être dénombrés et assemblés en catégories ou Familles.
- Des réservoirs, dans lesquelles les éléments peuvent être rassemblés et stockés.
- Un réseau de communication, qui prend des formes variées et permet des échanges d'éléments et d'énergie.

Les éléments constitutifs des systèmes côtiers sont stockés dans l'océan, l'atmosphère, les sédiments, les formations géologiques et la biosphère. Ces éléments sont étudiés par différentes disciplines spécialisées, telles que la géotechnique, l'océanographie, la météorologie, la sédimentologie, la géologie et la biologie. En fonction de l'importance relative de chaque composant (ADJAL M, 2014).

1.1.4 Géomorphologie côtière :

La géomorphologie côtière est une discipline clé de la science de la mer qui se concentre sur l'étude des formes de relief, des processus dynamiques et de l'évolution des zones côtières. Elle examine les interactions complexes entre les océans, les continents et l'atmosphère, ainsi que les influences humaines sur les environnements côtiers. Les chercheurs en géomorphologie côtière utilisent des méthodes de terrain, des relevés topographiques, des techniques de télédétection et des modèles numériques pour étudier et comprendre les changements géomorphologiques le long des côtes (Korelitz and Sommers, 1975).

Suite à la hausse du niveau de la mer, des transformations morphologiques non négligeables sont attendues telles que la submersion des terres littorales basses, le recul des plages et l'attaque des falaises par les vagues (Kacemi, 2004).

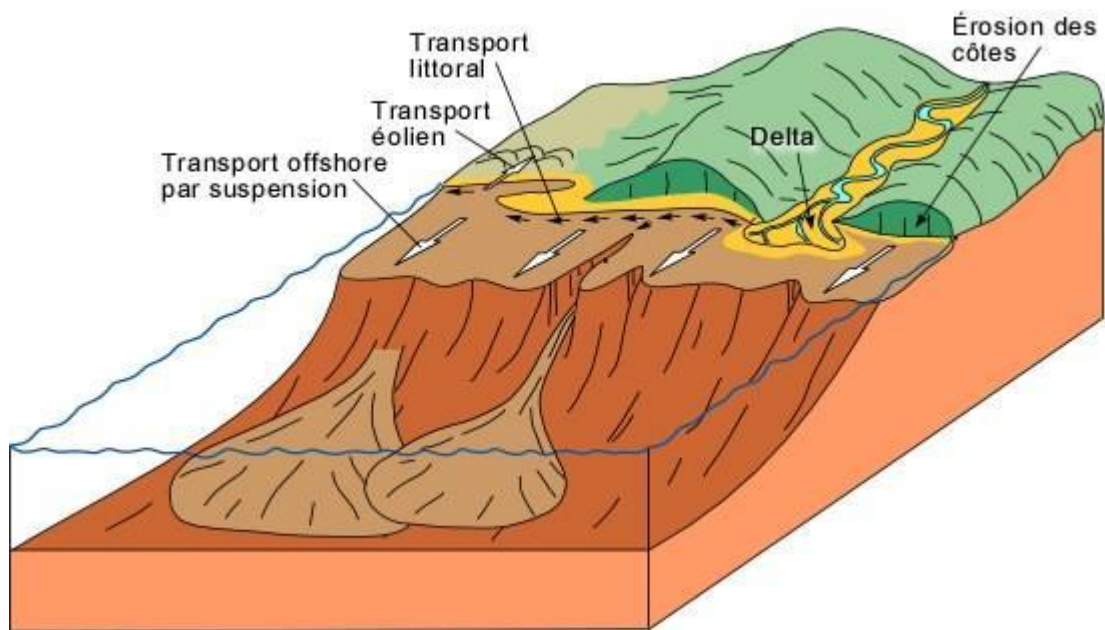


Figure 1 : transformation morphologique littoral.

1.1.5 Les falaises :

Les falaises littorales étant comme un volume de roches et de terre formant un escarpement rocheux assez élevé, quasiment vertical, (Dans les argiles, la pente atteint 45° , et dans le grès, la pente ne dépasse pas 30°) au bord de la mer sans véritable plage, les matériaux qui les composent peuvent être durs ou meubles et de diverses origines : granite, basalte, argile, calcaire. Souvent, à la base de la falaise se trouve un banc rocheux plat et érodé qui peut être nu (littoral érosif : les débris sont pulvérisés et entraînés au large) ou posséder une couche

épaisse de matériaux grossiers (littoral d'accumulation). Les falaises présentent 75 à 85 % des littoraux, leur variété est liée à leur structure géologique.

Elles peuvent être classées comme des falaises consolidées ou non consolidées.

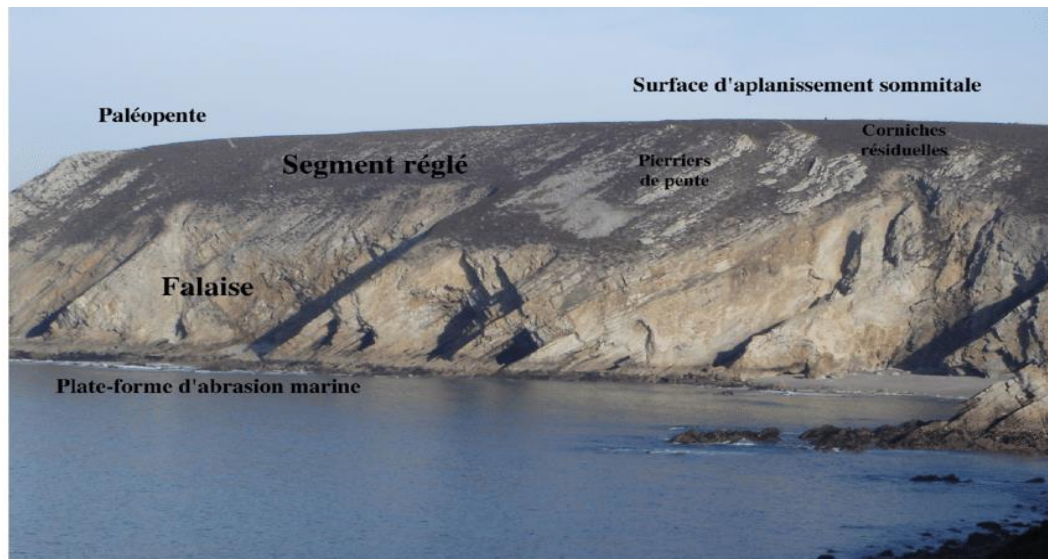


Figure 2 : Présentation d'une falaise littorale.

1.1.5.1 Les falaises consolidées (Pente raide) :

Présentent un profil plus vertical, reculent moins vite et ont tendance à être formées de roches cohérentes qui se déforment difficilement comme la craie, le granite, le grès et le calcaire. Les couches de roches sont toujours disposées soit horizontalement, soit verticalement. Ces falaises sont toujours taillées dans des roches cohérentes, elles atteignent souvent des tailles honorables. Elles sont souvent de grande taille, les plus hautes falaises, que l'on appelle mégafalaises, dépassent les 600 mètres et certaines atteignent un kilomètre.



Figure 3 : Méga-falaises de 1005 mètres à "Umilchi Point" à Hawaï.

1.1.5.2 Les falaises non consolidées :

Ont une pente moins raide et sont formées de roches meubles. Moins résistantes ou de matériaux non consolidés tels que l'argile ou le sable (Collins & Sitar, 2008 in Brière, C. ; 2003.) elles se déforment plus facilement et sont donc sujettes à de fréquents affaissements et éboulements. Lorsqu'elles sont soumises à des mouvements de masse, Ce type de falaise occupe une proportion importante des falaises dans le monde.



Figure 4 : Falaise peu consolidée formée de sable et d'argile dans la baie du cap Cod dans le Massachusetts (source : Julie Albagnac).

Les vitesses de recul de falaise couvrent plusieurs ordres de magnitude selon le type de falaise, du mm par an pour des falaises consolidées à plusieurs m par an pour des falaises composées de matériaux moins consolidés.

Les falaises de granite reculent avec une vitesse moyenne de l'ordre du mm par an, celles de calcaires ou de schistes de l'ordre du cm par an, celles de craie jusqu'au m par an, et celles composées de cendres volcaniques peuvent reculer de plus de dix m par an. (Korelitz and Sommers, 1975)

1.1.5.3 Les différents types de falaise :

Il existe différents types de falaises, chacune ayant des caractéristiques géologiques et morphologiques particulières. Voici quelques exemples avec leurs références :

Une falaise vive : est soumise directement à l'action de la mer. Portion de littoral abrupt, elle domine les eaux d'au moins quelques mètres. Elle est précédée d'un replat, de largeur variable, recouvert par une faible profondeur d'eau : la plate-forme d'abrasion. Le plus souvent, la falaise vive est séparée de la plate-forme d'abrasion par une encoche d'érosion creusée par le sapement des vagues et dont la profondeur et la hauteur peut atteindre quelques mètres. Le talus qui la surmonte évolue sous l'influence des processus gravitaires (éboulement, glissement) et du ruissellement.

Une falaise morte : peu à peu séparée du rivage par des sédiments ou à la suite d'une baisse locale du niveau de la mer, cesse d'être une forme littorale vivante pour devenir un simple

versant continental. Elle est séparée du trait de côte par une ceinture d'accumulation. Certaines falaises mortes peuvent être situées à plusieurs kilomètres du rivage.



Figure 5 : différent type de falaises.

1.1.5.4 Différents mécanismes du cycle du processus d'érosion de falaise :

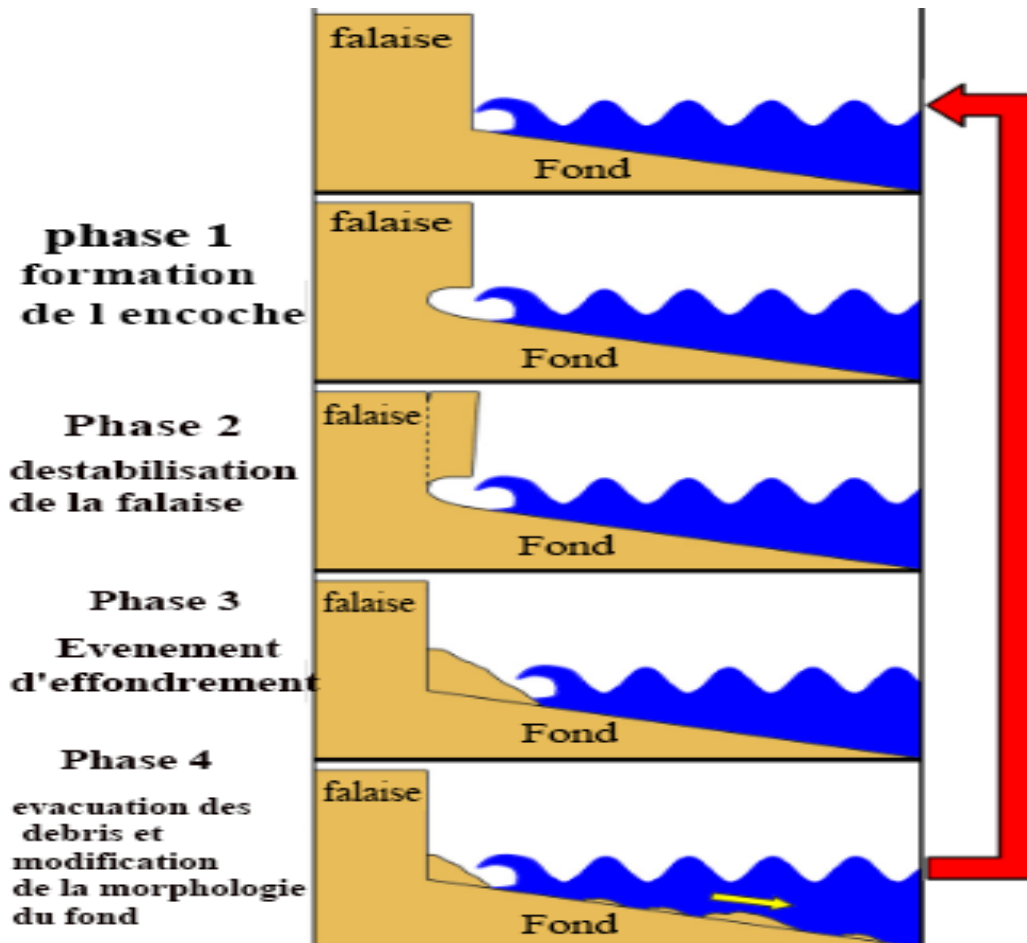


Figure 6 : Schéma conceptuel du cycle d'érosion d'une falaise.

Phase 1 : Le premier processus du cycle d'érosion de falaise est l'action mécanique des vagues qui impactent et creusent le pied de la falaise en créant une encoche liée à la force d'impact des vagues qui est supérieure à la résistance du matériau au pied de la falaise.

Phase 2 et 3 : Lorsque les contraintes engendrées dans la falaise par gravité deviennent supérieures à la résistance du matériau de la falaise, un effondrement se produit.

Phase 4 : Les débris issus de l'effondrement sont érodés par abrasion marine où les vagues usent les débris par frottement.

Le matériau est ensuite transporté vers le large par les vagues et les courants. Ceux-ci peuvent être à la fois parallèles et perpendiculaires à la côte générée par les vagues et la marée. Ce transport sédimentaire change ainsi la morphologie du fond, Les vagues et les courants sont

eux-mêmes transformés par la morphologie du fond. Lorsque les débris en pied de falaise sont entièrement évacués, le cycle d'érosion de falaise se répète (Korelitz and Sommers, 1975)

1.2 Contexte de l'étude :

La caractérisation des falaises de Ain El Turk à Oran, en Algérie, est essentielle pour comprendre leur géomorphologie, leur composition géologique, l'érosion côtière, les risques naturels et la nécessité d'une surveillance continue. La géomorphologie des falaises inclut des éléments tels que la hauteur, la pente, la largeur et les caractéristiques d'érosion.

La composition géologique permet d'évaluer la stabilité des falaises et leur réaction aux processus d'érosion. L'érosion côtière, causée par les vagues et les courants marins, est étudiée pour comprendre les taux d'érosion et les risques associés aux mouvements de masse le long des falaises.

L'évaluation des risques naturels aide à identifier les zones à haut risque d'effondrement ou de glissements de terrain, en prenant en compte les conditions géologiques et les précipitations.

Enfin, l'étude et la surveillance régulière des falaises sont faites grâce à la combinaison des deux logiciels de SIG (Arc Gis et Smart Gis) pour télécharger les images à très haute résolution. Cette caractérisation approfondie est cruciale pour la planification urbaine, la prévention des risques naturels et la protection de la zone côtière.

1.3 Situation géographique :

1.3.1 Littoral Algérien :

L'Algérie a une longueur totale de 1 622 km et se trouve au contact de deux grands domaines géographiques : la zone méditerranéenne et le Sahara. Le relief se partage en grandes bandes grossièrement orientées de l'ouest à l'est, accentuées les oppositions entre les différents milieux naturels qui se succèdent du nord vers le sud. Avec superficiela plus grande d'Afrique 2 381 741 km².

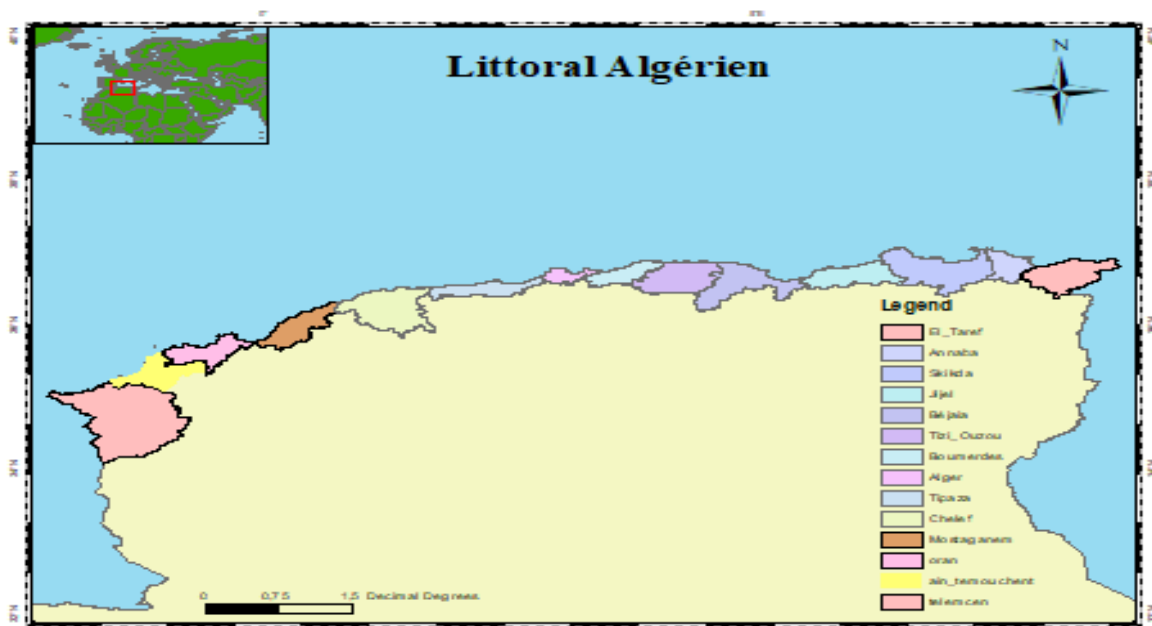


Figure 7 : Situation géographique du littoral Algérien.

1.3.2 Étude climatique :

1.3.3 Caractéristiques physique et climatique :

1.3.3.1 Caractéristiques du climat :

Le climat de l'Algérie, connu pour son excellente diversité spatiale et sa forte variabilité interannuelle, est caractérisé par :

- Une variabilité spatiale et temporelle marquée : dans la région Ouest, il ne tombe que 400 mm de pluie en moyenne, Certaines années, elle dépasse 1200 mm à l'est et atteint 2000 mm en haut relief.
- Précipitations. Il diminue rapidement au fur et à mesure que vous vous dirigez vers le sud. Au bord du Sahara, la moyenne est inférieure à 100 mm.
- Précipitations concentrées sur un petit nombre de mois de l'année (décembre à avril).
(Haouchine et al., 2015)

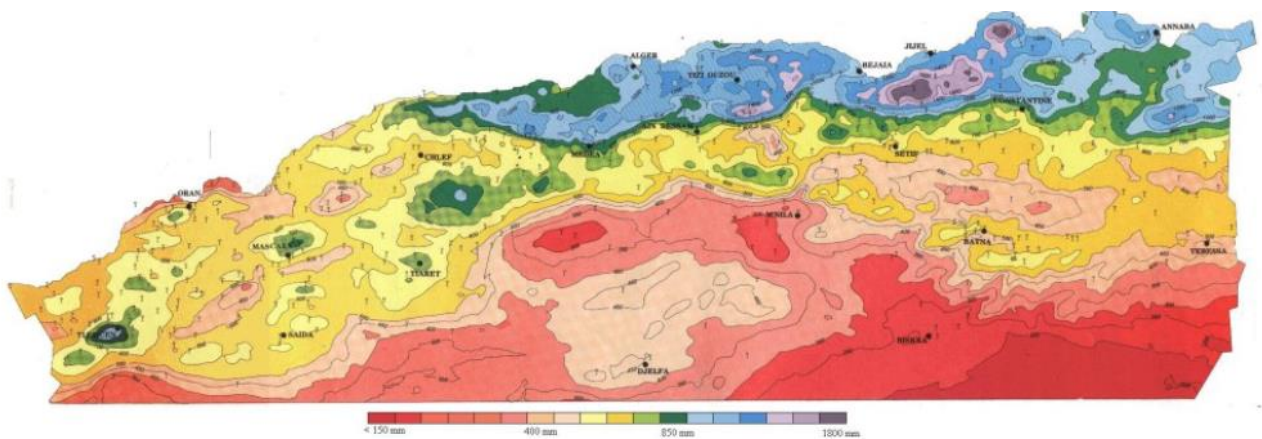


Figure 8 : Carte des précipitations moyennes annuelles de l'Algérie (extrait) (ANRH, 2008).

1.3.4 Étude océanographique :

1.3.5 Caractéristiques physiques du littoral :

1.3.5.1 Les vagues : constituent un agent primordial de la dynamique littorale.

Les vagues au large :

Les vagues sont dues au vent. Elles apparaissent quand sa vitesse excède 3 à 4 m/s. Leur caractéristique : longueurs d'onde (λ), hauteur (H), période(T), célérité(c).

Les vagues aux cotes :

En effet, dès que la profondeur devient inférieure à la moitié de leur longueur d'onde, elles sont freinées dans leur propagation. C'est le phénomène de la réfraction.

1.3.5.2 Les courants littoraux :

Les courants qui sont intéressants sont les courants engendrés par les vagues, à l'exclusion des grands courants liés à la circulation générale dans les océans et les mers auxquels il arrive de longer des cotes, mais qui n'ont pas sur elles de répercussions morpho-sédimentaires en raison de leurs très faibles vitesses.

1.3.5.3 La Houle :

La houle ne s'atténue que lentement en perdant les composantes les plus courtes de la mer. En réalité, il s'agit d'un phénomène qui n'est pas périodique et qui peut s'interpréter comme une somme d'une infinité de composantes sinusoïdales infiniment petites. Souvent à peine sensible en pleine mer, la houle s'amplifie au voisinage de la côte et lorsque la profondeur diminue, elle peut alors atteindre plusieurs mètres et déferler.

1.3.5.4 Le vent :

Les côtes sont toujours plus ventées que leur arrière-pays immédiat parce que les vents qui les abordent en venant du large n'ont pas été freinés par des obstacles topographiques. Un vent marin perpendiculaire à une plage accroît la cambrure des vagues, d'où une agressivité accrue quand elles déferlent et provoque un démaigrissement de la plage. (Kouider et al., n.d.)

1.3.6 Étude hydrographique :

1.3.6.1 Le réseau hydrographique :

Hydrologiquement, la région est divisée en 15 grands bassins hydrographiques, avec un drainage vers la mer Méditerranée. Le réseau de cours d'eau est assez dense, conséquence de l'argilite qui forme les bassins. La plaine côtière, centre de la grande nappe alluviale, s'étend d'ouest en est en unités isolées les unes des autres par des massifs marins. Celles-ci sont principalement du est à des affaissements de terrain et sont remplies d'importants sédiments alluviaux, simultanément irrigués par les précipitations et les rivières qui les



Figure 9 : Carte de situation et bassins versants côtiers de l'Algérie du nord. Ils correspondent en taux estuaires de ces fleuves, avec un apport annuel moyen de 10,6 Gm³/an (Haouchine et al., 2015).

1.3.7 Étude géomorphologique :

Les sinuosités du littoral algérien qui est peu découpé sont caractérisées par une succession de falaises qui forment des golfes et des baies (bachouche, 2017).

1.3.7.1 La marge continentale algérienne :

Le Bassin Algérien est caractérisé par une variation du plateau continental, il est relativement étroit au Centre de l'Algérie et atteint des extensions notables au niveau des

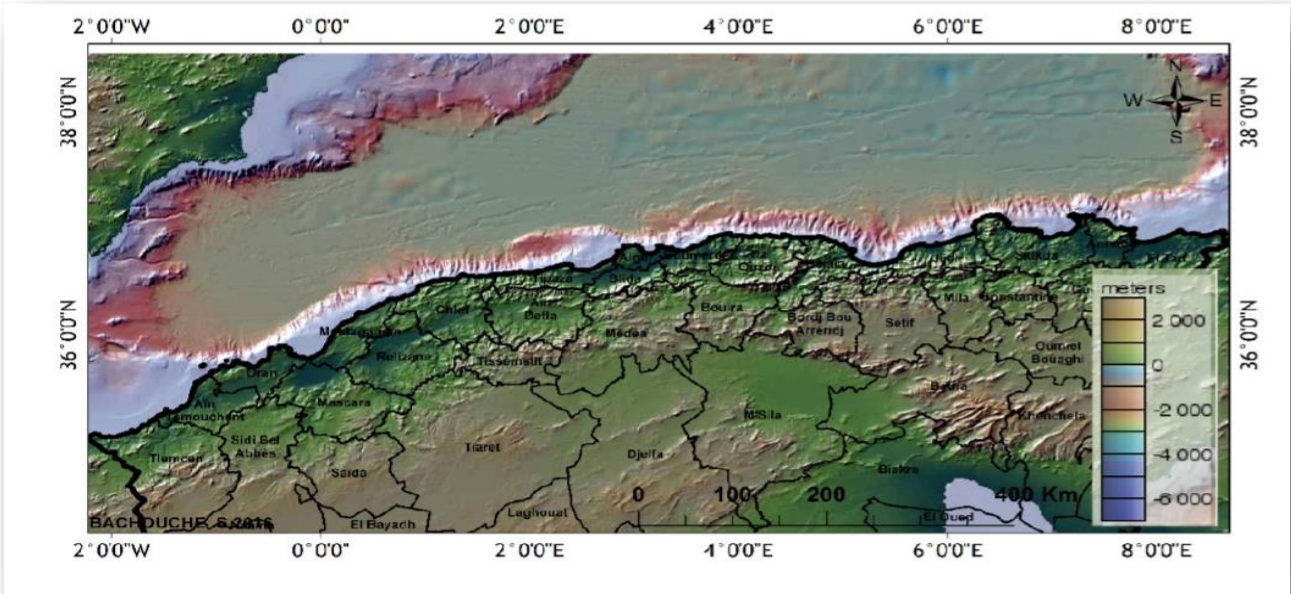


Figure 10 : structure du plateau continental de la côte algérienne (détermine la partie continentale du pays).

extrémités Est et Ouest de cette région.

Tableau 1 les caractéristiques de littoral algérien (bachouche 2017) :

Pays	Longueur de la cote (km)	Pc de 0 à 200 (km ²)	Tc de 200 à 1000 (km ²)	Surface total
Algérie	1622	14288	15150	29438

Le plateau continental est très réduit et étroit, le fond atteint 1000 mètres. De façon générale. Il est pratiquement inexistant dans les régions de Dellys et Ténès, où les gammes de

montagnes sont proches du littoral, alors qu'il atteint jusqu'à 40 kilomètres de largeur dans les baies principales. Sa rupture est comprise entre 100 et 200 m de profondeur (Bachouche, 2017).

La pente continentale est plus brutale et très accidentée, elle est en général coupée par de nombreux canyons et quelques bassins accumulés de pente. Elle s'étend de 100- 200 à 2300- 2500 m, avec une largeur très variable, généralement entre 8 et 20 kilomètres, avec des exceptions : dans la région d'Annaba, où elle atteint 35 kilomètres de largeur, dans la région centre de l'Algérie, plusieurs escarpements brusques sont probablement l'expression extérieure des structures tectoniques actives (Déverchère et al, 2005 ; Domzig et al., 2006; Kherroubi et al., 2009).

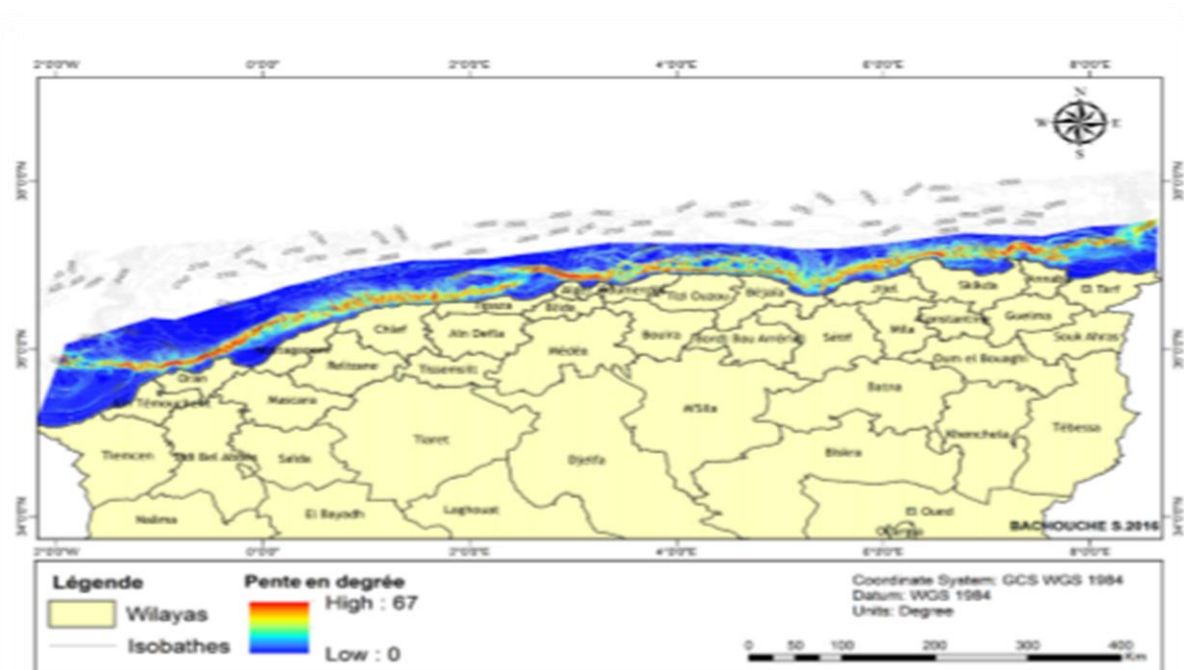


Figure 11 : la structure de la pente au niveau des bassins

Plusieurs pans des grands fonds sans pente descendante évidente sur les canyons principaux. L'interprétation de la morphologie de fond sous-marin de la pente continentale algérienne dominée par :

- Canyons submersibles étroitement alignés, petits et rectilignes.
- Canyons submersibles largement espacés et rectilignes.
- Morphologie irrégulière eaux gulfes de fond sous-marin avec les cicatrices submersibles de glissière et les canyons sont composés avec un chemin sinueux
- Morphologie douce avec le gradient bathymétrique homogène (Bachouche, 2017).

1.3.7.2 Caractéristiques géomorphologiques du littoral :

Le littoral est un milieu qui évolue constamment. Parmi les processus d'évolution du littoral, les plus influents sont l'élévation du niveau de la mer. Ainsi le dépouillement de plus d'une centaine de marégraphes installés un peu partout dans le monde, révèle que depuis un siècle, le niveau de la mer se relève à une vitesse de l'ordre de 15 mm /an, Un taux des projections raisonnables actuelles supposent une augmentation d'environ 20 cm d'ici à 2030, 40 cm d'ici à 2070 et 60 à 70 cm d'ici à la fin du 24^e siècle. Après l'élévation annoncée du niveau de la mer, des changements géomorphologiques importants sont attendus tels que la submersion des terres littorales basses, l'attaque des falaises par les vagues (Kacemi, 2004).

1.3.7.3 Géologie Régionale

D'après rapport géotechnique de mapp. L'Algérie se compose, du sud au Nord, des domaines structuraux suivants, Plate-forme du Sahara, le système d'Atlas, le système de Tell

externe, le Domaine Flysch et le domaine Kabylie de l'histoire tectonique Mésozoïque-Tertiaire du Nord de L'Algérie comprend.

Nord de l'Algérie est divisée en quatre unités paléogéographiques et structurales, Oran, Mecta, l'Atlas Saharien, la région du sud-est de Constantine, et le domaine Tellien (Benaouali et al., 2006).

1.3.8 L'urbanisation :

1.3.8.1 L'urbanisation dans le monde :

À l'échelle mondiale : On estime que le taux d'urbanisation atteindra près de 70 % d'ici à 2050 à l'échelle mondiale, alors qu'il était de 54 % en 2014 et 30 % en 1950. Ce processus d'urbanisation s'accompagne généralement d'une combinaison de densification des zones urbaines existantes et de développement des zones périurbaines, ce qui entraîne une expansion rapide des zones construites et la disparition de la végétation naturelle des milieux dans lesquels elles sont implantées (Waselin et al. 2020).

Dans le monde arabe : Entre 1980 et 2005, l'Algérie et le Maroc ont enregistré des taux de croissance annuels atteignant 3,4 %, tandis que la Tunisie a enregistré un taux de 2,4 % (Kasdallah, s.d.).

L'urbanisation en Algérie est un phénomène fort ancien par ses racines : les civilisations romaines, puis arabes, furent à base citadine. Mais, c'est en même temps un phénomène très récent par son ampleur : c'est durant les quarante dernières années qu'il a pris cette allure d'explosion urbaine qui a bousculé les paysages, les mentalités et la société elle-même. (Côte, 1994).

1.3.8.2 Les habitats du littorale :

Si le littoral apparaît souvent comme une zone de populations mixtes, en particulier dans les grands ports et les villes cosmopolites, ses implantations ont tendance à être terrestres plutôt que maritimes. La présence de la mer stimule moins l'activité économique terrestre (commerce, industrie, transports, vacances et tourisme, etc.), ce qui explique la croissance



Figure 12 : Carte de la densité de population en Algérie du Nord (ONS, 2012).

des villes côtières et leur attractivité pour la population (Kasdallah, n.d.).

L'Algérie dans la période coloniale a observé un déplacement des lignes de force vers le littoral, aux dépens de l'intérieur du pays. C'est alors qu'ont prospéré les villes portuaires.(Côte, 1994). Avec une population de 35,7 millions d'habitants, 63% des Algériens vivent dans le Nord, soit sur 4 % du territoire national. Sur le littoral, la densité est donc de 281 hab/km² contre 12 hab/km² au niveau national. Cette concentration de la population sur la frange littorale conduit donc à de fortes tensions dans l'usage de la ressource hydrique (Haouchine et al., 2015).

1.3.9 Les falaises :

1.3.9.1 Définition et types de falaises :



Figure 13: Les falaises d'Etretat, en France. (Www.Techno-Science.net)

Une falaise est un escarpement rocheux créé par l'érosion le long d'une côte.

On peut distinguer

- Les falaises basses : hauteur inférieure à 2 mètres.
- Les falaises moyennes : entre 2 et 10 mètres.
- Les falaises hautes : plus de 10 mètres.

Les plus hautes falaises du monde, les Kahiwa Falls, se situent à Hawaï, sur l'île de Molokai, et font environ 610 mètres de haut. À Umilehi Point (Graphie), elles atteignent 1005 mètres au-dessus de l'océan Pacifique.

Les falaises sont formées soit par :

- L'action d'une érosion horizontale sur une rive surélevée.
- Une action verticale de creusement sur un substrat rocheux.
- Encore par une érosion différentielle sur deux types de roches, l'une y étant

plus sensible à l'autre.

Au pied des falaises se trouvent généralement les restes de leurs effondrements progressifs, sous la forme d'amas de roches. L'importance de ces amas dépend souvent de la sensibilité de la roche à l'érosion. Lorsqu'une falaise n'est plus du tout en contact avec l'eau, on parle de falaise morte. Dans le cas contraire, on parle de falaise vive.

1.3.9.2 Impact des aménagements sur l'évolution des falaises :

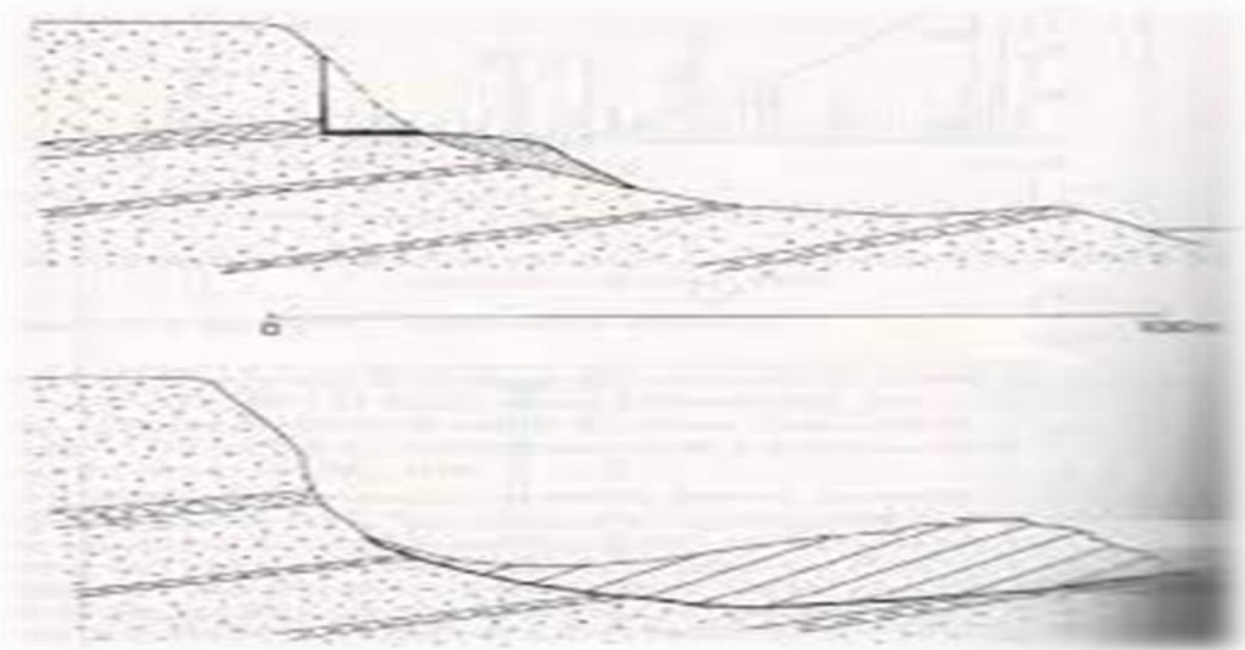


Figure 14: Glissement provoqué par la construction d'une route sur une falaise à Gammarth Tunis

Pendant longtemps les falaises sont restées à l'écart des aménagements, leur instabilité constituant une menace permanente. Seuls les phares édifiés à leur sommet, étaient périodiquement détruits par l'érosion marine, et devaient être reconstruit chaque fois en arrière de l'emplacement initial. Au XXème Siècle, avec le développement du tourisme balnéaire, les routes en corniches se sont multipliées, la recherche de la vue imprenable sur

la mer a incité à bâtir sur le bord même des falaises. L'aménagement des routes sur le front des falaises perturbe l'équilibre du versant (figure 8). Le creusement de tranchées et l'accumulation de déblais déstabilisent la pente, la circulation des véhicules provoque des ébranlements et les constructions représentent une surcharge pour les couches de terrain sous-jacentes, qui lorsque les propriétés mécaniques s'y prêtent sont mises en mouvement plus facilement qu'à l'état naturel.(BOUROUMI, n.d.).

1.3.10 L'agriculture du domaine littoral continental :

À l'approche de la côte, selon l'altitude et la proximité de la mer, il y a lieu de distinguer le domaine péri- littoral du secteur proprement littoral. Sans être étroitement situées sur le littoral ni au contact direct de la mer, certaines formes d'agriculture profitent cependant de sa proximité. Dans les régions tempérées océaniques la présence de la mer contribue à la douceur des hivers, dans les régions méditerranéennes et en zone chaude semi-aride, elle atténue la sécheresse de l'air et modère les températures estivales, en d'autres endroits, elle

apporte l'humidité de saison chaude si bénéfique à la végétation. L'agriculture en Algérie ne représente que 3,54% de la surface totale du territoire national, la majeure partie de la surface agricole utile se concentre essentiellement sur le littoral où les conditions climatiques y sont plus favorables et le sol de bonne qualité.

L'augmentation démographique généralisée en zone littorale s'accompagne du développement des activités agricoles intensives, ce qui entraîne très certainement une surexploitation des nappes côtières. De plus, l'urbanisation anarchique sur les terres à vocation agricole participe fortement à l'imperméabilisation des sols ce qui entraîne une

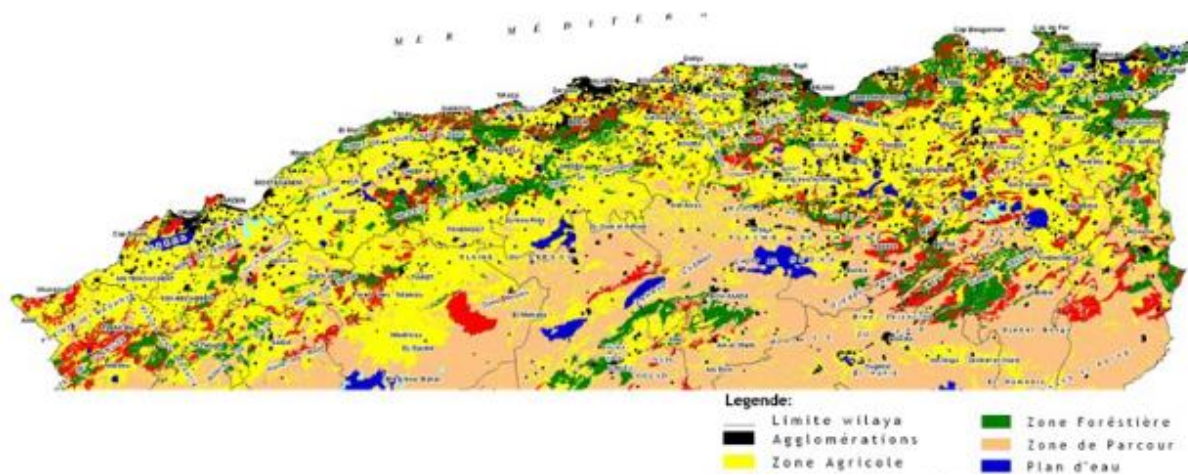


Figure 15 : Carte d'occupation du sol de l'Algérie (INSID, 2013).

réduction drastique de la recharge des nappes par infiltration des précipitations qui constituent dans la plupart des cas le mode d'alimentation essentiel (Haouchine et al., 2015).

1.3.11 L'extension de l'urbanisation des villes côtières :

Prévoir l'urbanisation du littoral et encadrer son extension nécessitent un travail

Figure 16 : les extensions d'urbanisation en bordure de mer (N.Olin « Planifier l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral », France, 2006)

d'anticipation sur les évolutions possibles, ce qui suppose une analyse de l'état existant et de sa capacité à se transformer. L'objectif est de maîtriser au mieux les modes d'urbanisation diffus, consommateurs d'espace et générateurs de coûts importants pour les collectivités et pour les habitants. L'extension de l'urbanisation dans les communes littorales doit se réaliser en continuité des agglomérations et villages existants. Le principe de continuité a été instauré pour lutter contre le mitage et gérer l'espace de manière économe. il permet une meilleure utilisation de l'espace avec des formes urbaines plus appropriées. C'est aussi une façon d'améliorer la qualité du paysage urbain et de préserver les espaces encore naturels, principaux facteurs d'attractivité du littoral (BOUROUMI, n.d.).

Chapitre 02

Diagnostic physique et interaction
de facteur

2 Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteur

- **Cas de la commune de Ain EL Turk à Oran :**

2.1 Choix de la zone Ain Turk :

Après avoir examiné l'ensemble du littoral algérien et obtenu des images satellitaires, la zone de Ain El Turk a été choisie en raison de sa pertinence pour l'étude des falaises. Des critères tels que la géologie, l'hydrodynamique, l'océanographie, l'hydrographie et le climat ont été pris en compte. Les logiciels Arc GIS et Smart GIS ont été utilisés pour mener à bien cette étude. Ain El Turk est particulièrement intéressante car elle correspond aux différents paramètres et offre ainsi un cadre idéal pour approfondir notre compréhension des falaises et de leur environnement côtier. De plus, cette zone sera également étudiée en ce qui concerne sa vulnérabilité aux risques naturels et aux changements environnementaux.

2.2 Présentation du site :

La commune de Ain EL Turk est située à l'ouest de la métropole d'Oran à environ une vingtaine de kilomètres d'une superficie de 26 Km², elle est limitée par les communes suivantes :

- Au sud-ouest par la commune de Bousfer.
- Au sud est par la commune de Misserghin.
- A l'est par la commune de Mers el kebir.
- Au nord par la mer Méditerranée.

La baie de Ain EL Turk s'ouvre sur une longueur de 8 km environ, entre Cap Falcon au nord-ouest et la pointe de Saint-Roch au sud-est. Le contact entre mer et terre est assuré par une ligne discontinue de plages sableuses, peu profondes, couvrant un substratum rocheux, au pied de modestes talus qui ne s'élèvent guère au-dessus de 15 mètres. Ces talus forment la bordure d'une grande carapace sablo calcaire, plus ou moins encroûtée qui couvre un plateau qui s'étire au sud jusqu'aux formations schisteuses du versant nord du Djebel Murdjadjo. (Ghodbani and Semmoud, 2010)



Figure 17 : Situation géographique de Ain El Turk (Arc Gis,2023).

2.3 Étude climatique :

Les zones côtières sont dans un état de mouvement perpétuel, avec des variations liées à des origines différentes (vents, précipitations...), où les taux d'érosion et d'accrétion seront plus prononcés, conséquences des frottements liés aux événements climatiques orageux et aux forçages hydrodynamiques. Le cadre étude sera basé sur une composante hydro-

climatique, comprenant les vents du continent et du large, ainsi que les températures et les taux de précipitations, qui seront liés au réseau hydrologique de Ain El Turk Oran.

Le climat oranais est un climat semi-aride tributaire des conditions climatiques qui règnent sur la majeure partie sud de la Méditerranée avec des hivers froids et pluvieux et les étés chauds et secs, activés à la fois par les effets continentaux et marins. (SAHABI ABED SALAH, 2012)

Les températures dans la région d'Oran varient en moyenne entre 5 et 15°C en hiver et de 15 à 30°C en été et les précipitations y sont irrégulières et atteindront 450 mm par an en moyenne (SAHABI ABED SALAH, 2012).

2.3.1 Précipitation

Le climat de cette région n'est caractérisé par un fort contraste entre l'été et l'hiver, surtout pour les précipitations et le cycle hydrologique à la surface. Le bilan des précipitations à Ain El Turk enregistrées pendant 10 ans (2013-2023), fait ressortir le maximum et le minimum de pluie au cours de l'année, on observe un taux de précipitation considérable durant la période hivernale (humide), contrairement à la période estivale (sèche) où le taux est faible (weatheronline.co.uk, 2023).

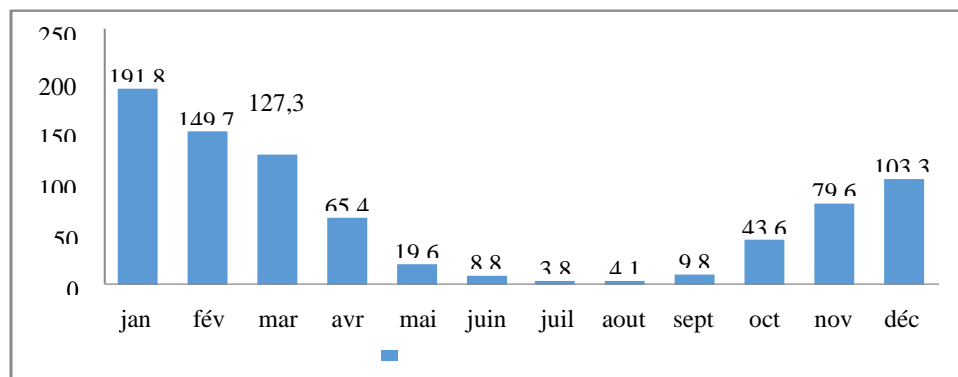


Figure 18 : Cumuls mensuels des précipitations de la station Oran aéro période 2013-2023 (weatheronline.co.uk, 2023).

Les précipitations se concentrent de mois de (octobre jusqu'en avril), avec un maximum hivernal de **191.8 mm** en janvier, celles-ci diminuent progressivement du mois de mai pour devenir faibles de (juin jusqu'en septembre) avec un minimum de **3.8 mm** en juillet.

2.3.2 Le vent :

Afin d'étudier le climat passé et actuel de la région d'Oran, nous nous sommes basés sur les données enregistrées à la station d'Oran Es-Senia.

Pour notre zone, il est important de connaître les régimes des vents, qui jouent un rôle important dans la dynamique des eaux marines superficielles. Ils sont générateurs des houles et des courants superficiels. Ainsi, ils jouent un rôle important dans l'évolution géomorphologique, montre que les vents du secteur ouest sont les plus efficaces. Et d'autre part, dans l'évolution des forçages hydrométéorologiques responsables de la mobilité des sédiments le long de la côte ([Aimé and Penven, 1982](#)).

Deux directions de vent présentent une fréquence élevée sur le littoral oranais : ouest, sud-ouest et nord, nord-est

Les premiers (ouest, sud-ouest) : souvent les plus violents, présentent une fréquence élevée durant toute l'année, avec cependant un maximum de saison pluvieuse

Les seconds (Est, nord, est) : n'acquièrent une fréquence relativement dominante que durant la période estivale ([Aimé and Penven, 1982](#)).

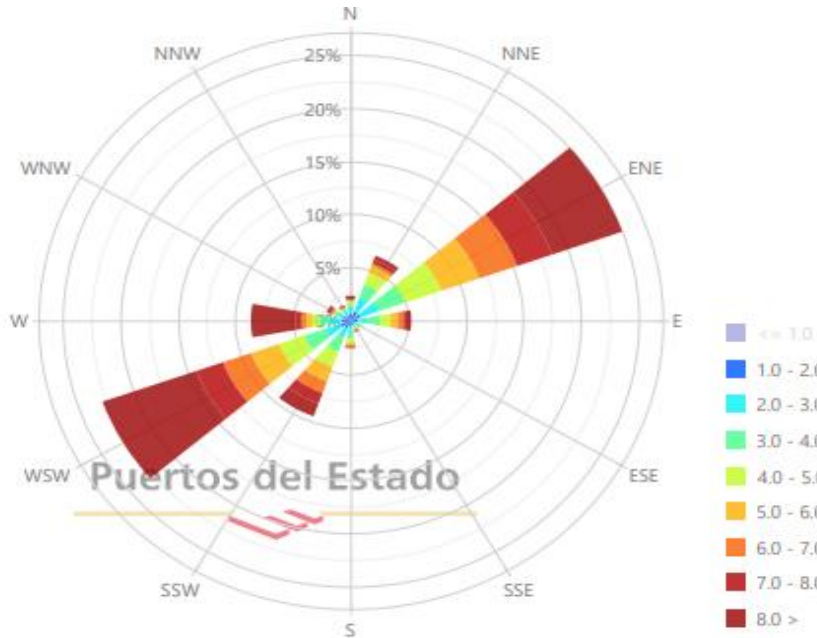


Figure 19 : Rose des vents annuels réalisés par le site « Puerto Del Estado » Période 2013-2023.

La Rose des Vents annuels pour Oran montre combien d'heures par an le vent souffle dans la direction indiquée. Les données comprises entre la période de 2013 à 2023 ont montré l'existence de deux directions de dominance annuelle : **E-NE**, **W-SW**. Les vents de direction **E-NE et W-SW** sont les plus fréquents (25%, 22.5%), tandis que les vents des autres secteurs ont des fréquences d'apparition inférieure à 9 %. Les périodes de calme représentent moins de 5%. Les vents au proviennent du **E-NE** sont les plus susceptibles d'engendrer les houles les plus violents dans ce secteur.

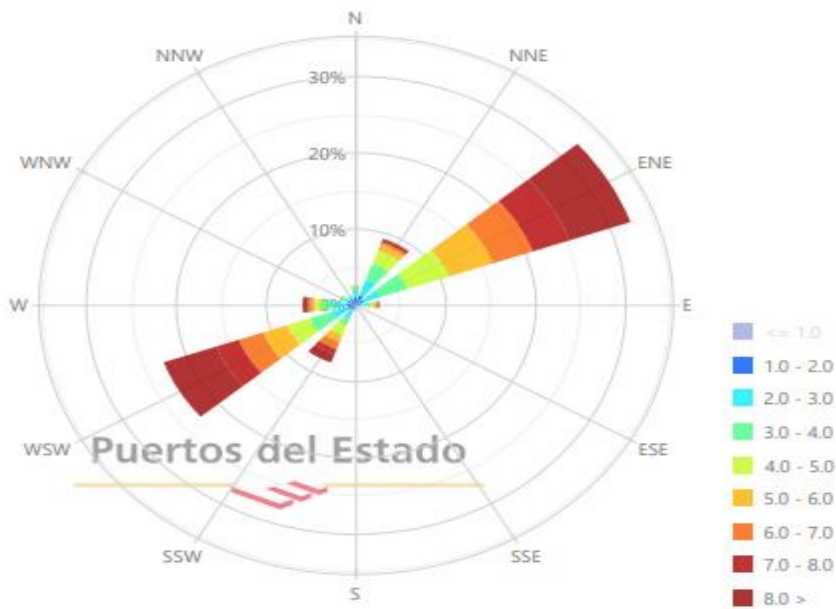


Figure 20 : Rose des vents d'été réalisé par le site « Puerto Del Estado » Période 2013-2023.

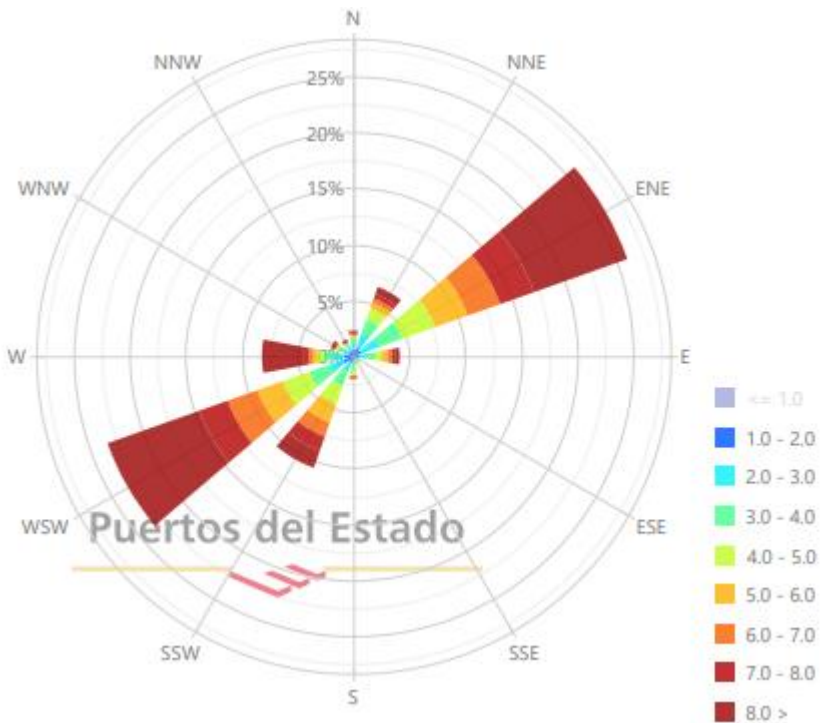


Figure 21 : Rose des vents d'hiver réalisé par le site « Puerto Del Estado »

Par rapport aux roses des vents saisonnières :

Période hivernale : Les vents qui proviennent de secteur W-SW avec une fréquence d'apparition 24% et les autres directions sont moins fréquents avec des fréquences relativement faibles.

Période estivale : Les vents les plus dominants sont ceux de la direction E-NE Avec une Fréquence d'apparition très marquante de 35%

2.4 Étude océanographique :

L'importance de comprendre les phénomènes océanographiques tels que les vagues, les courants et les variations saisonnières du niveau de la mer pour comprendre les processus de remaniement des sédiments. C'est en effet un aspect crucial de la recherche océanographique. Ainsi, ces facteurs peuvent avoir un impact significatif sur l'évolution des côtes, des fonds marins et des écosystèmes côtiers (Otmani, 2014).

2.4.1 Les houles et les vagues :

La connaissance des caractéristiques de la houle, telles que la direction, l'amplitude et la réfraction est essentielle. Elle permet de comprendre comment la houle se propage et interagit avec la côte, ce qui est crucial pour concevoir des structures capables de résister aux forces exercées par les vagues.

Les statistiques des houles dans la région de Ain El Turk font apparaître deux régimes : Les houles les plus fortes sont hivernales, de direction dominante N-NE avec les plus grandes Amplitudes (entre 1 et 3m) engendrant une dérive littorale de l'est vers le sud-ouest

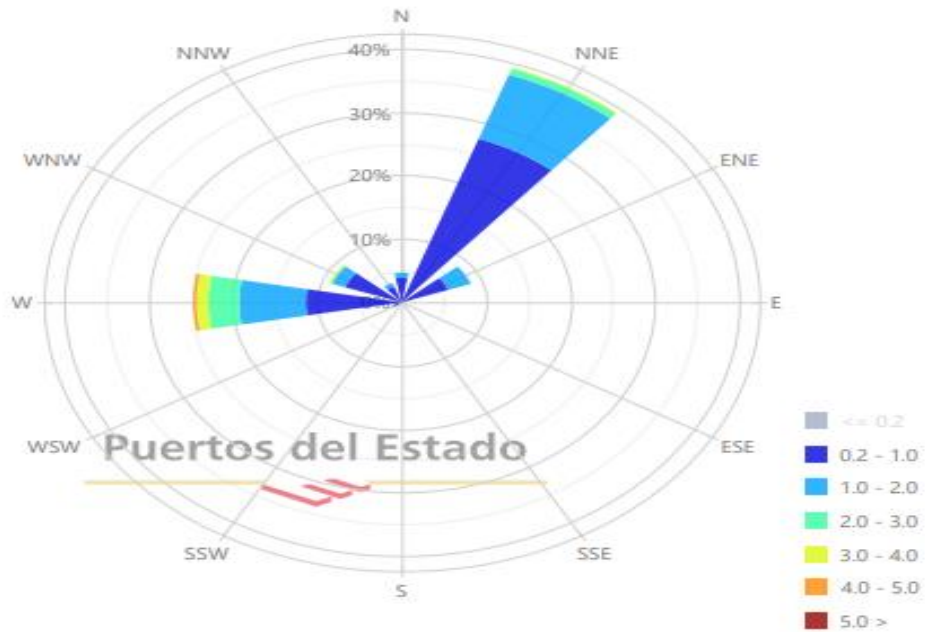


Figure 22 : Rose des vagues d'automne par (m) du site Puerto Del estado Période (2013-2023).

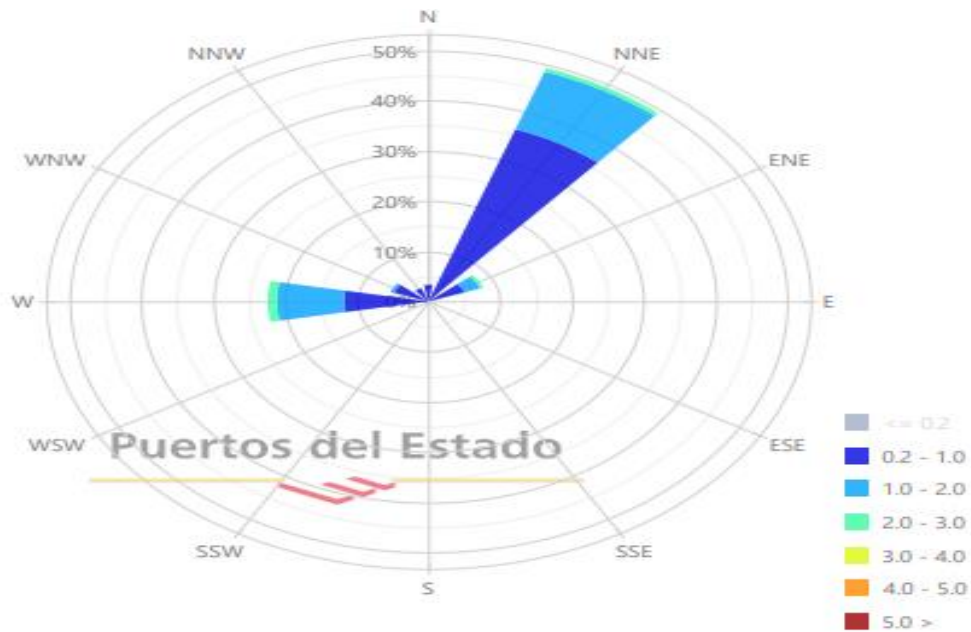


Figure 23 : Rose des vagues d'été par (m) du site Puerto Del estado Période 2013-2023.

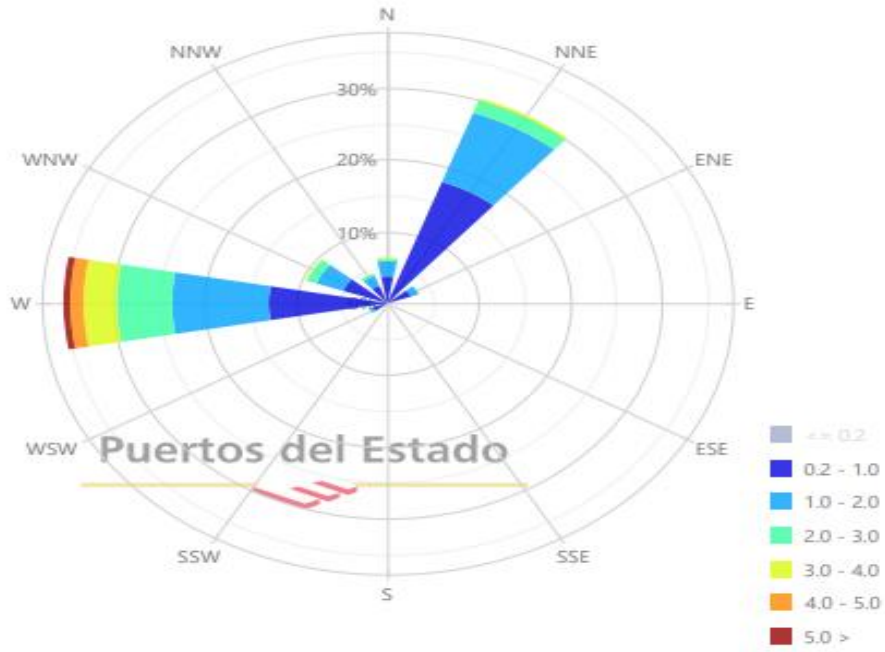


Figure 24 : Rose des vagues d'hiver par (m) du site Puerto Del estadou Période 2013-2023.

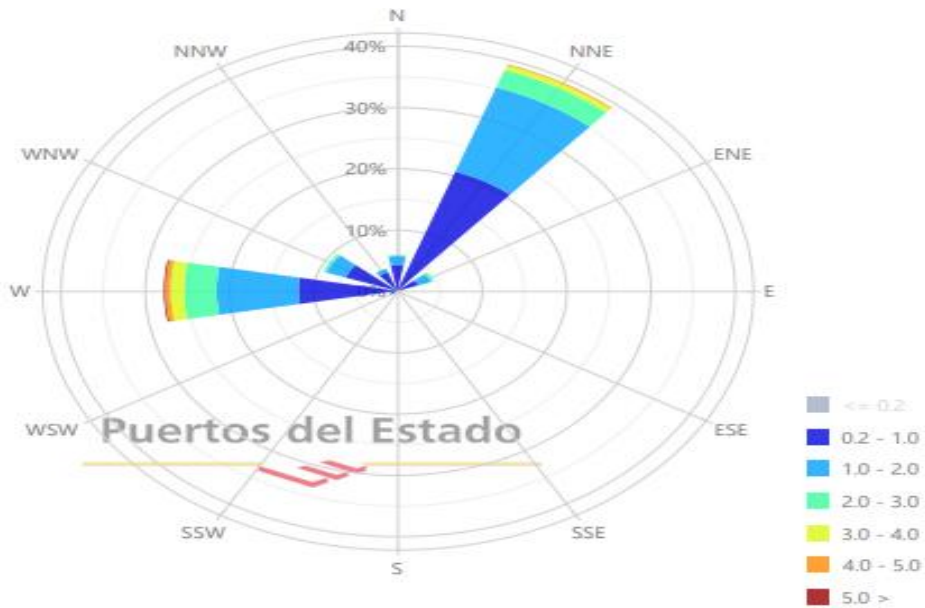


Figure 25 : Rose des vagues de printemps par (m) du site Puerto Del estadou Période (2013-2023).

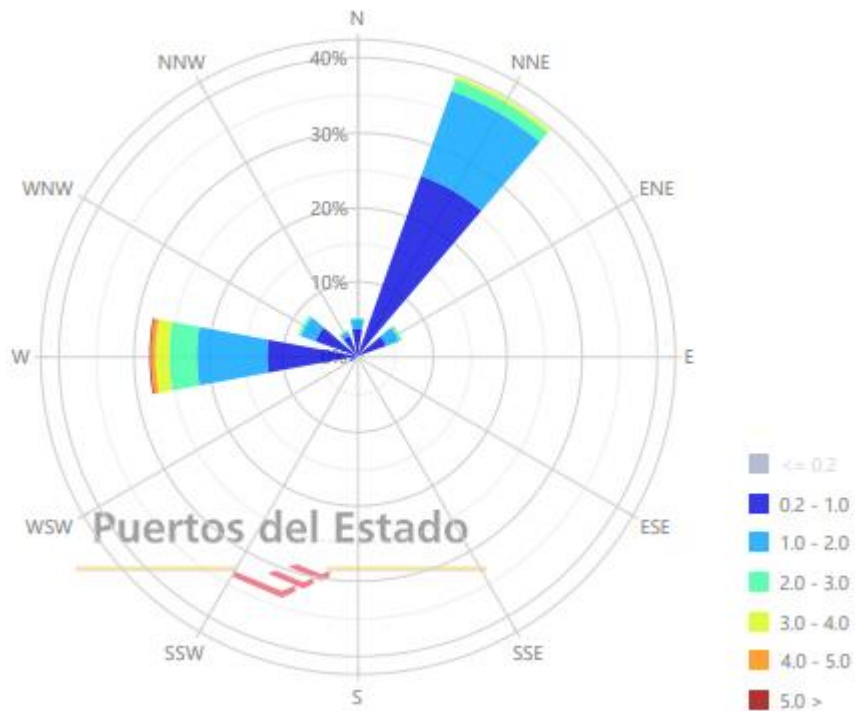


Figure 26 : Rose des vagues annuel par (m) du site Puerto Del estado Période (2013-2023).

Les statistiques des houles dans la région de Ain El Turk font apparaître deux régimes : N-NE et W :

a) Par rapport au rose de Houle annuelle :

La prédominance des houles issues des Secteurs N-NE avec une fréquence d'apparition de 40 % et W avec un pourcentage de fréquence de 27.5 % avec les plus grandes amplitudes (0.2 à 1 m).

b) Par rapport aux roses des Houles saisonnières :

Période printanière et automnale : nous observons que les houles qui proviennent de secteurs N-NE avec une fréquence d'apparition de 40 % et secteur W de 25 % de fréquence d'apparition qui prédominent.

Période hivernale : La dominance des houles qui viennent de secteur W avec une fréquence d'apparition plus de 40%.

Période estivale : Les houles du N-NE prédominent avec une fréquence d'apparition de 50 % avec les plus grandes amplitudes (0.2 à 1 m).

2.4.2 Les courants :

Les courants marins par définition : induits par la houle au large ou près de la côte sont effectivement les principaux facteurs actifs de la sédimentation. Lorsque la houle arrive obliquement à la côte, un courant de houle se forme et se déplace parallèlement à la ligne côtière. Ce courant peut transporter de grandes quantités de sédiments en suspension ou par charriage depuis la zone de déferlement ([yousfi abir and zouaghi sabrine, 2015](#)).

Les courants de houle générés par l'action de la houle oblique sont les principaux moteurs de la sédimentation côtière. Leur direction et leur intensité dépendent de l'amplitude et de l'incidence de la houle par rapport à la côte, ainsi que de la topographie sous-marine et de la granulométrie des sédiments ([yousfi abir et zouaghi sabrine, 2015](#)). La dérive littorale

imposante, de direction sud-est nord-ouest, peut influencer le transport des sédiments le long de la côte dans cette direction (Ghodbani and Semmoud, 2010)

La baie est exposée aux influences marines du nord-ouest, ce qui se traduit par de fortes houles pouvant atteindre une amplitude de deux mètres. Les vents soufflent également dans la même direction que les houles, avec des vitesses variantes parfois entre 18 et 22 nœuds

En ce qui concerne la courantologie, il y a un passage alterné de deux dérives littorales. La première dérive est imposante et se dirige du sud-est vers le nord-ouest, tandis que la seconde dérive, de faible importance, se déplace dans le sens opposé. (Ghodbani and Semmoud, 2010)

2.5 Hydrographie :

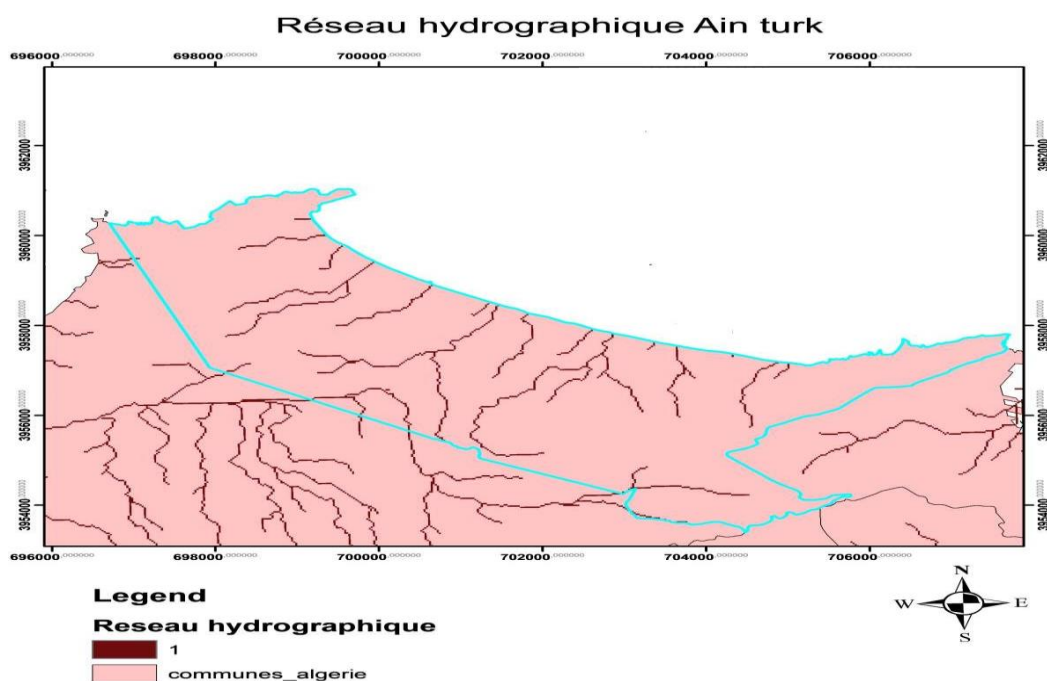


Figure 27 : carte d'hydrographie Ain El Turk.

2.5.1 La sebkha d'Oran :

La question de l'approvisionnement en eau a toujours joué un rôle capital, car les eaux dont la ville dispose ont toujours été de quantité insuffisante, et sont souvent très chargées de sel. En raison du faible taux de précipitations, les ressources souterraines n'offrent pas à la ville un moyen d'approvisionnement suffisant. En 2002, la wilaya d'Oran est parmi celles d'Algérie qui comptent le moins de forages. Seuls 18 forages en exploitation sont

inventoriés.

Oran est alimentée en eau par plusieurs barrages notamment ceux du bassin hydrographique de l'Oued Tafna, situé à environ 80 km à l'ouest de la ville et sur le fleuve Cheliff à environ 200 km à l'est de la ville. Ce nouvel ouvrage, entré en fonctionnement en 2009, doit fournir annuellement 110 millions de m³ d'eau pour la wilaya d'Oran.

La wilaya d'Oran est également équipée de plusieurs usines de dessalement et cap blanc la construction d'une unité à la Mactaa d'une capacité de 500 000 m³ /jour.

La grande Sebkhia au sud d'Oran, dans le bassin hydrographique d'Oranie Chott Chergui, est soumise à la Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau. Elle est alimentée par un réseau hydrographique complexe venant du Murdjajo au nord et du Tessala au sud. Ce réseau hydrographique fait l'objet de tractations entre les partisans du développement des riches plaines agricoles environnantes d'une part et les défenseurs de l'écosystème d'autre part. La partie septentrionale de la Sebkhia a tiré profit de l'expansion et du développement de la ville d'Oran et de son activité industrielle. Celle-ci est maintenant la source d'une pollution importante qui accentue la salinisation de la Sebkhia. La partie méridionale est au contraire faiblement exploitée et les infrastructures y sont peu développées.

B-Barrages :

Cette wilaya comprend les barrages suivants : Barrage de Béni Bahdel, Barrage de Sidi Abdelli. Ces barrages font partie des 65 barrages opérationnels en Algérie alors que 30 autres sont en cours de réalisation en 2015.

2.6 L'urbanisation :

La ville d'Oran compte 609 014 habitants et l'agglomération oranaise en 2008. En 1995, la population de la wilaya était de 1 127 000 habitants, elle a donc connu un croît de population d'environ 326 000 âmes. (Bellal et al, 2015).

Au début de l'année 2015, la population d'Oran était estimée à 1 064 400 habitants. La commune d'Oran a connu une décroissance démographique, principalement en raison de la saturation des tissus urbains anciens. Parallèlement, les communes périphériques ont connu une croissance démographique soutenue, résultant à la fois de la forte migration en provenance

de la commune d'Oran et d'autres régions. Ces facteurs ont contribué à remodeler la répartition de la population dans la région. (Kadri and Madani, 2015)

La grande Baie d'Oran comporte trois parties : la côte de Ain EL Turk, le fond de la baie occupée par Mers el Kébir et Oran et la côte de Canastel à la Pointe de l'Aiguille (Canastel-Kristel). La côte de Ain El Turk est de tracer rectiligne, à falaises (10 à 50 m de haut) avec des plages continues.

L'occupation de cette baie est relativement récente, elle s'est traduite par la construction de nombreuses cités résidentielles, de centres de vacances et d'hôtels, privilégiant les parties proches de la mer. La plus grande phase d'extension du tissu urbain a réellement commencé à partir des années 1980. L'extension s'est faite de manière linéaire du centre de Ain EL Turk en direction de St-Roch, puis de Cap Falcon. Cet étalement urbain bidirectionnel s'explique en partie par les contraintes physiques, agricoles et militaires du site qui entravent toute extension de la ville vers le sud.

2.7 Cadre géologique :

La zone de Ain Turk présente une lithostratigraphie composée de deux ensembles principaux : le substratum primaire et la couverture sédimentaire. Ces deux ensembles jouent un rôle crucial dans la morphologie et la genèse des eaux souterraines de la région. Le substratum primaire, qui se trouve à la base, est constitué de schistes et de quartzites du Permo-Carbonifère. Au-dessus, on trouve des calcaires dolomitiques marmoréens du Lias, qui sont fortement diaclasés. Ces formations sont ensuite surmontées par un ensemble schisto-quartzeux, qui est à son tour chevauché par les formations carbonatées du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur.

La couverture sédimentaire, disposée en cycles, est composée de différentes couches géologiques qui vont du miocène marneux au pléistocène-holocène. Cette couverture est bien développée le long du littoral (Foukrache, n.d.).

2.8 Les caractéristiques morphologiques du littoral oranais, zone d'étude :

Le littoral oranais est constitué d'une alternance de falaises et de plages : 70% de falaises abruptes entrecoupées de promontoires rocheux avec des saillies et des caps, et 30 % de plages

sablonneuses bordées de cordons dunaires. Dans la zone infralittorale, le calcaire est le constituant majeur des sédiments, sous la forme d'un tapis de sables graveleux recouvrant tout le plateau continental, en revanche, les sédiments siliceux sont faiblement représentés. Les vases calcaréo-siliceuses, qui couvrent une importante superficie du littoral, sont très riches en débris de roches et en coquilles fraîches et transparentes ([yousfi and Zouaghi, 2015](#))

La côte de Ain El Turk est de tracer rectiligne, à falaises (10 à 50 m de haut) avec des plages continues. ([smahi, 2019](#)).

Chapitre 3

Matériels et Méthodes

3 Chapitre 3 : Matériels et Méthodes

Ce chapitre vise à décrire les méthodes utilisées pour télécharger les images satellites. Deux aspects principaux sont abordés :

Dans la première partie, nous avons trouvé le meilleur moyen de télécharger des images depuis Google Earth. À cette fin, nous avons exploré une méthode directement via Google Earth grâce à un logiciel Smart GIS.

Dans un second temps, nous décrivons et expliquons les différentes techniques SIG appliquées d'une part, pour traiter les images téléchargées à l'aide des outils de gestion de données du logiciel Arc GIS. D'autre part, l'extraction du littoral et le calcul numérique des données sont effectués dans Arc GIS via l'intégration DSAS.

3.1 Méthode de téléchargement des images satellitaires :

3.1.1 Choix des images satellitaires :

Plusieurs sources d'images satellitaires peuvent être exploitées pour extraire la ligne de rivage, à savoir : les images Landsat, Quickbird de Google Earth.

Pour cette étude, notre choix s'appuie sur les images de Google Earth Pro C'est un logiciel open accès offrant un historique sur quinze (15) ans environ des images satellitaires d'haute définition.

3.1.2 Précautions de téléchargement :

Au départ, nous avons fixé les principes de téléchargement suivant :

- Pour chaque zone, seules deux (02) images sont sélectionnées dans l'historique. Une parmi les plus récentes et l'autre les plus anciennes.
- La sélection de l'image de l'état calme de la mer.
- Pour chaque image, on prend de préférence : celle prise en pleine période estivale (Septembre, Août ou Octobre). Période où les profils de plages sont en état d'équilibre. Si ces derniers ne sont pas disponibles, on prend celle du mois de Mai, Avril, juin et Mars (car ce sont les mois les plus stables par rapport au reste)
- Toutes les images doivent être soumises au même zoom (même résolution).

3.2 Les différentes méthodes de téléchargement :

Le téléchargement des images satellitaires de Google Earth a été fait via deux (2) méthodes, une en téléchargeant les images directement via Google Earth Pro, et l'autre méthode en utilisant le logiciel Smart GIS Map Editor 18.001.

3.2.1 Directement via Google Earth :

Google Earth est un logiciel de visualisation de la planète terre qui permet de parcourir des images en hautes résolutions. Il dispose également d'une fonction d'imageries historiques qui permet aux utilisateurs de visualiser des images de la planète terre à différentes époques.

À partir d'un document importé, les utilisateurs peuvent facilement naviguer vers les zones d'intérêt. Les images peuvent être téléchargées pour une utilisation ultérieure dans d'autres applications.

Cette méthode repose sur l'enregistrement des images satellitaires à partir de la fenêtre de Google Earth. L'outil "Save image" (Enregistrer l'image) permet d'enregistrer l'image affichée en format "JPEG" et en haut résolution.

3.2.2 Via le logiciel Smart GIS Map Editor :

Smart GIS est un logiciel de cartographie et de géo-analyse qui permet de visualiser et d'analyser des données géospatiales. Il dispose d'une interface conviviale qui permet aux utilisateurs de créer des cartes personnalisées à partir de données existantes ou de sources en ligne. En utilisant Smart GIS, les utilisateurs peuvent facilement importer des données géospatiales à partir de différentes sources, y compris des images satellitaires. Smart GIS prend également en charge la superposition de couches de données pour une analyse plus approfondie.

Cette méthode repose sur la combinaison du logiciel Smart GIS et Google Earth par synchronisation du fonctionnement, ce qui nous permet de télécharger les images de Google Earth à très haute résolution et à un temps record.

3.3 Avantages de la combinaison de Smart GIS et Google Earth :

La combinaison de Smart GIS et Google Earth présente plusieurs avantages pour les utilisateurs. Tout d'abord, cela permet une visualisation plus détaillée des données géospatiales

en superposant différentes couches de données. Deuxièmement, cela facilite le téléchargement et l'importation d'images satellitaires haute résolution pour une analyse plus approfondie.

Enfin, cette combinaison de logiciels est facile à utiliser, ce qui permet aux utilisateurs de créer rapidement des cartes personnalisées et d'analyser les données géospatiales avec précision.

Chapitre 4

Discussion et Résultats

4 Chapitre 4 : Discussion et Résultats

4.1 Trait de côte :

4.1.1 Bilan statistique et projection des cartes d'aléas :

Grâce au module DSAS, nous avons pu obtenir diverses statistiques d'évolution sous forme de tableau, qui seront jointes aux transects générés pour créer une carte synthétique. Le tableau contient plusieurs paramètres sélectionnés selon les besoins de l'utilisateur, mais c'est l'EPR (End Point Rate) et NSM (net shoreline movement) qui sera affiché sur la carte. L'EPR représente le taux de recul ou d'avancée en mètres (m) au niveau de chaque intersection des profils avec les différents traits de côte



Figure 28: Illustration du rythme d'évolution du trait de côte

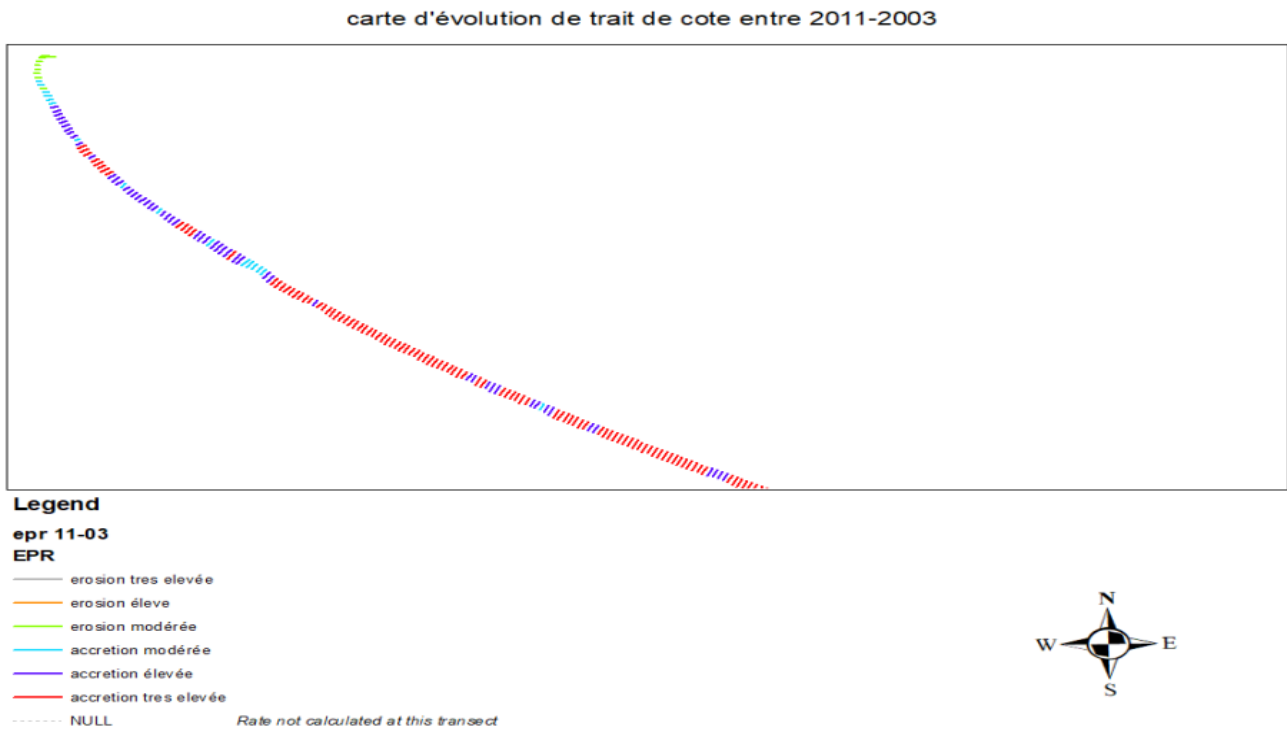


Figure 29 : Illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2003-2011 du premier segment.

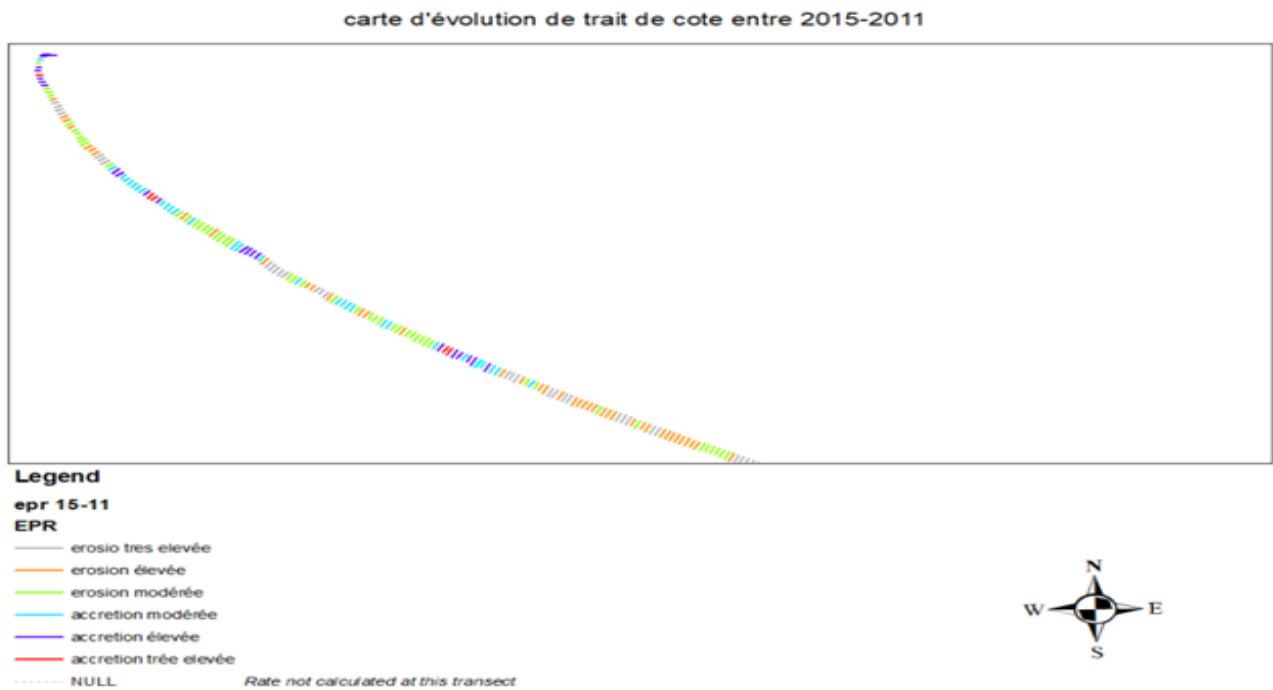


Figure 30 : Illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2011-2015 du premier segment.

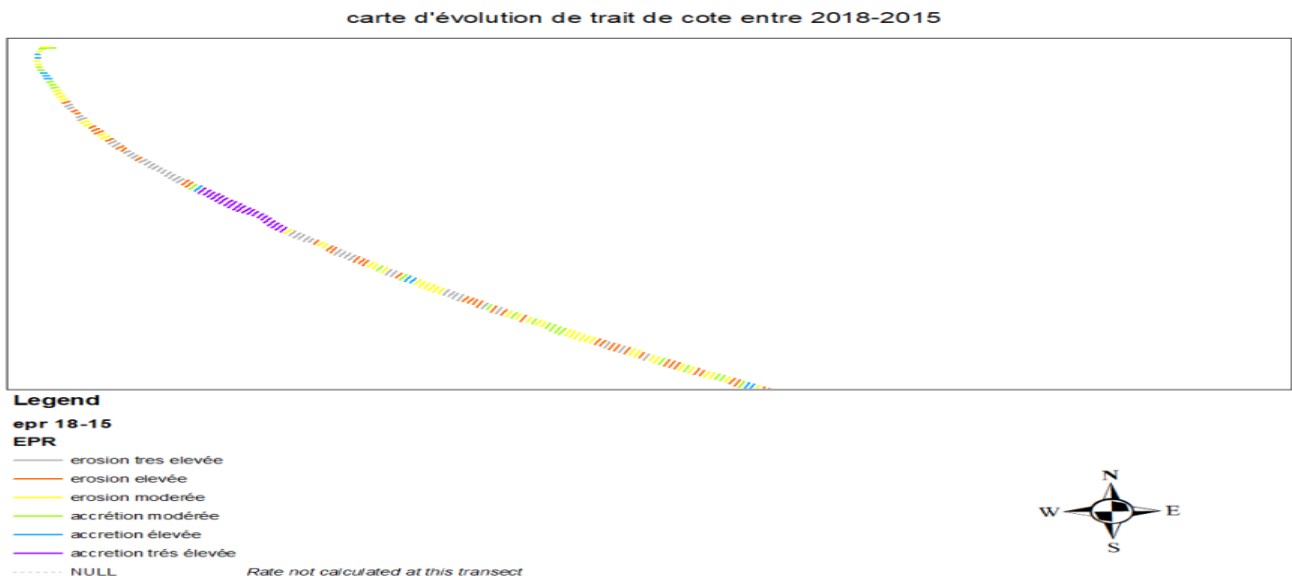


Figure 31 : illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2015-2018 du premier segment.

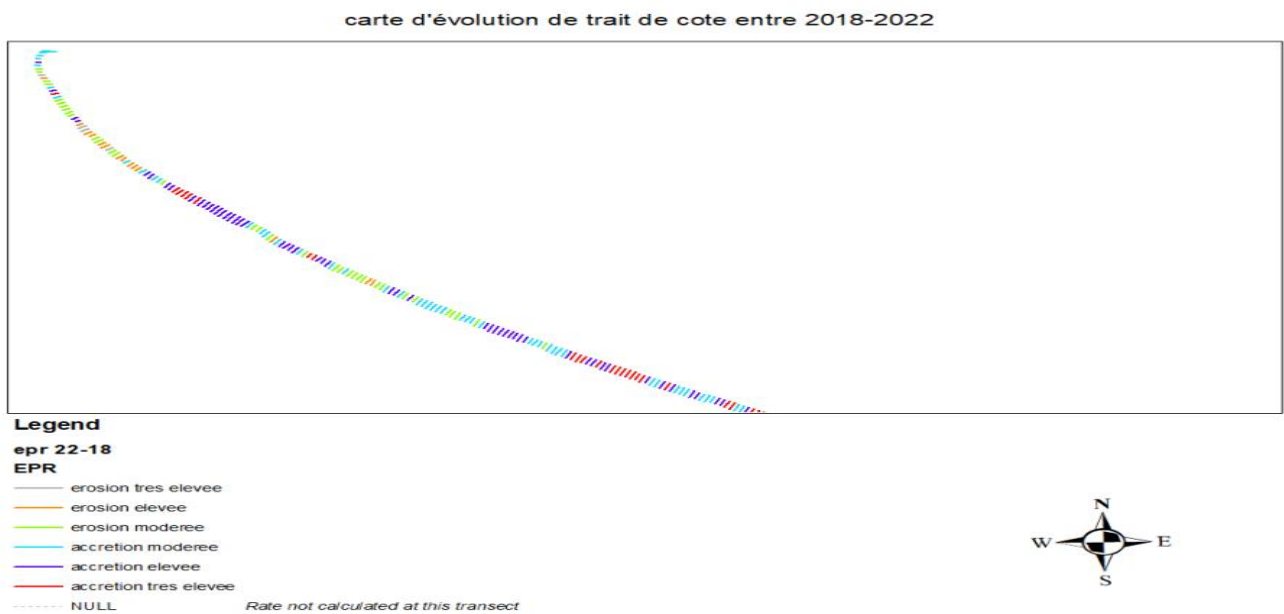


Figure 32 : illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2018-2022 du premier segment.

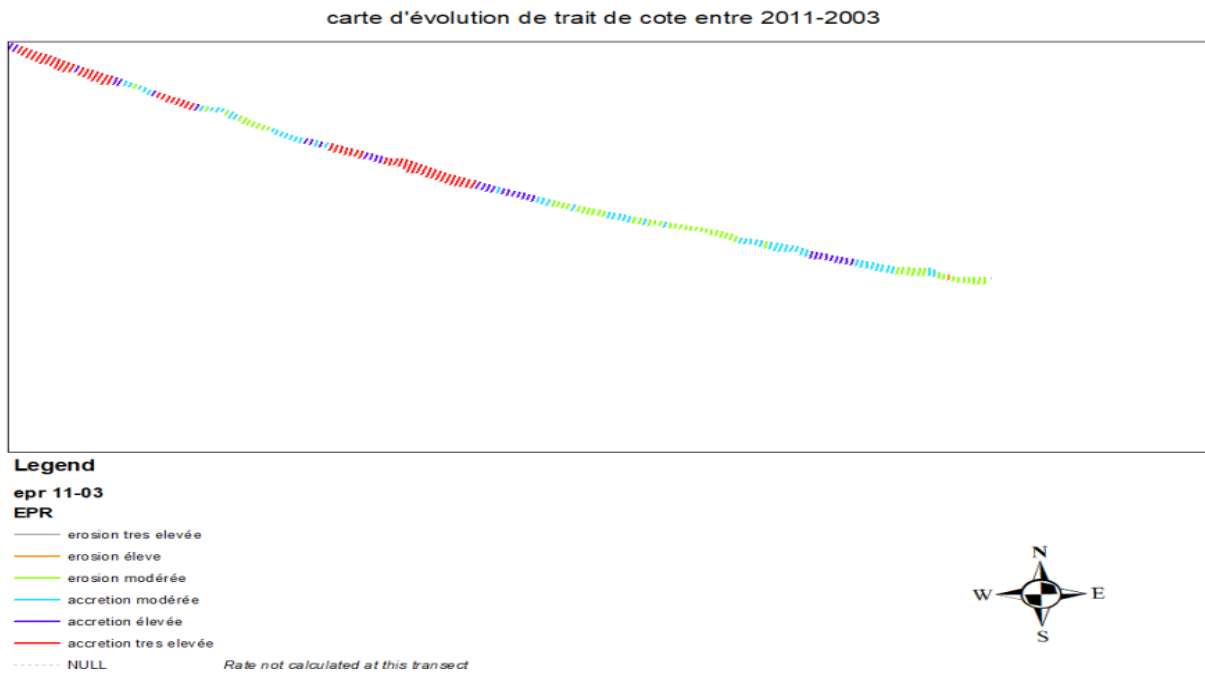


Figure 33 : Illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2003-2011 du deuxième segment.

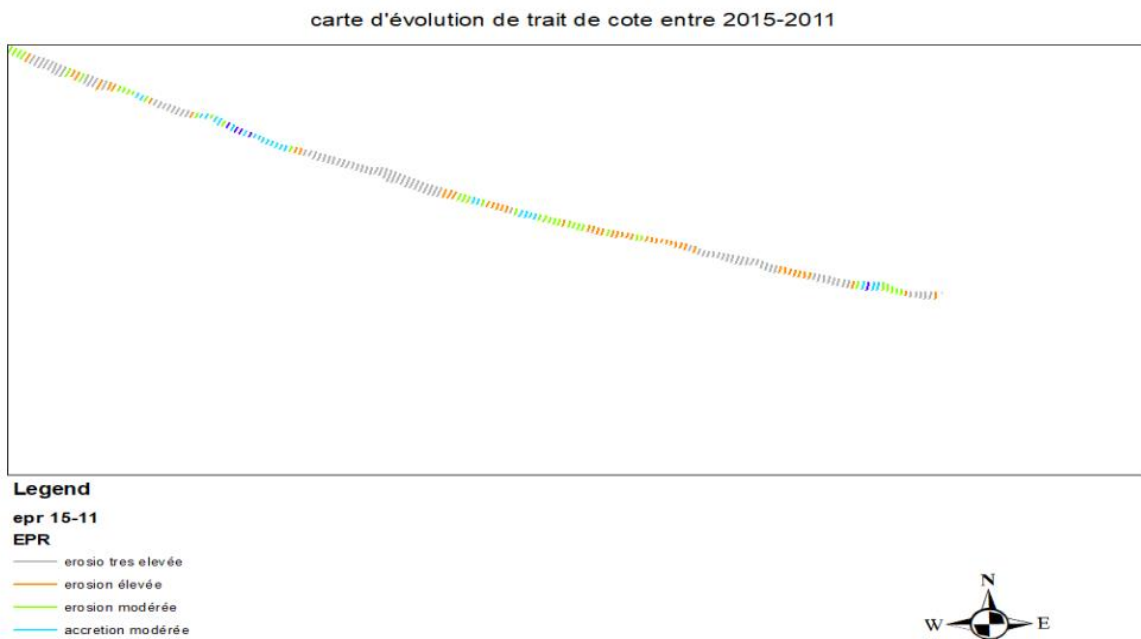


Figure 34 : Illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2011-2015 du deuxième segment.

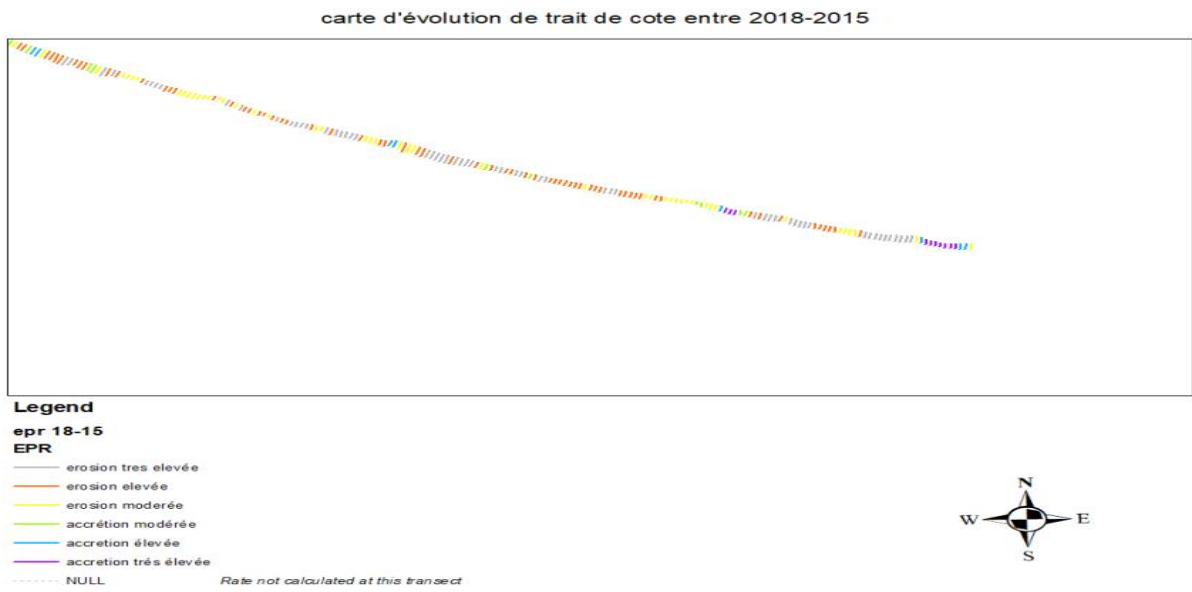


Figure 36 : illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2015-2018 du deuxième segment.

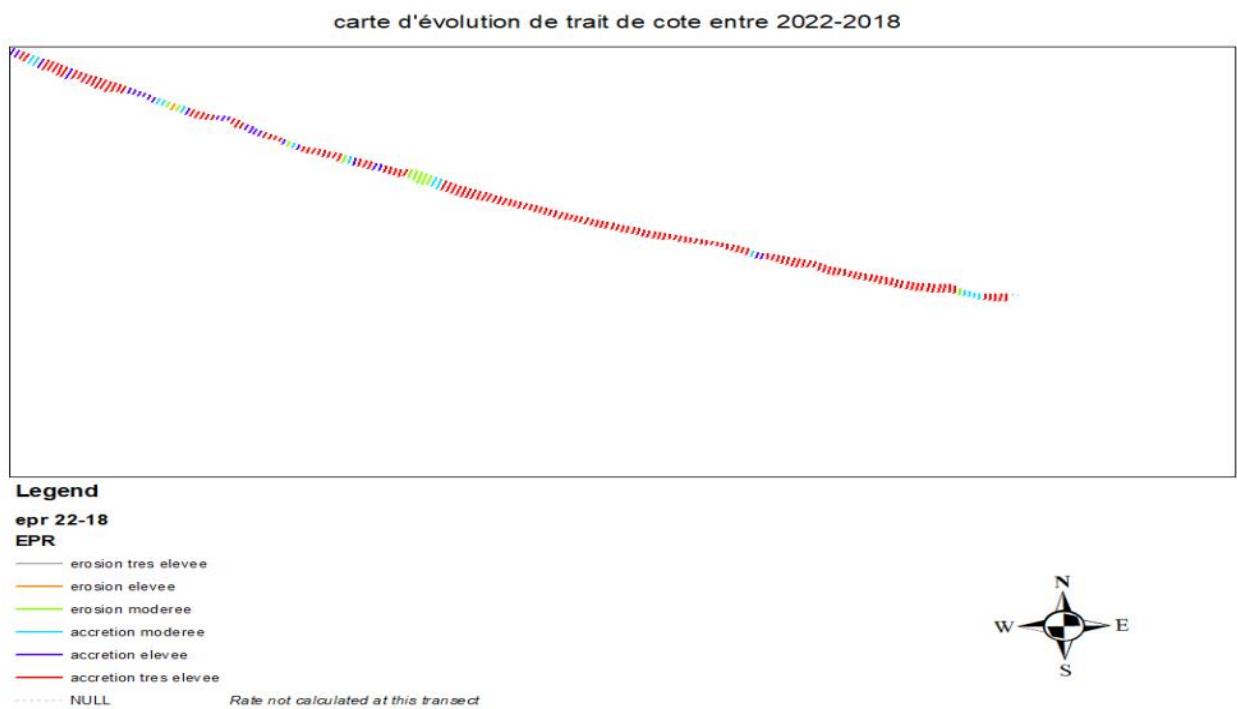


Figure 35 : illustration du rythme d'évolution du trait de côte entre 2018-2022 du deuxième segment.

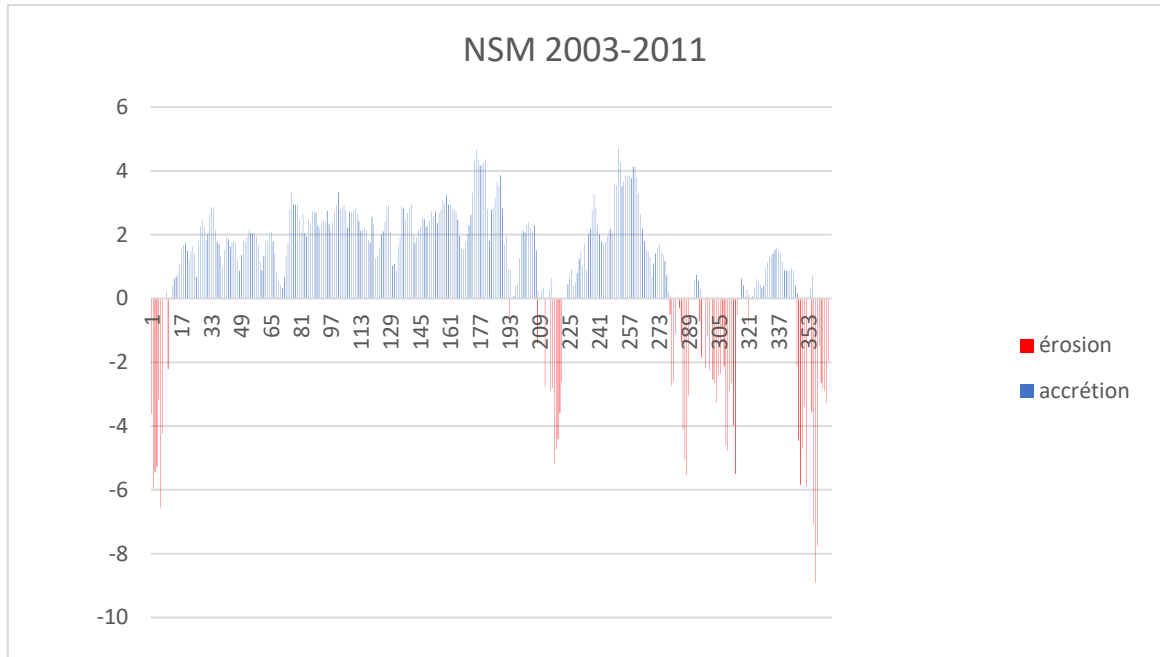


Figure 37 : NSM 2003-2011.

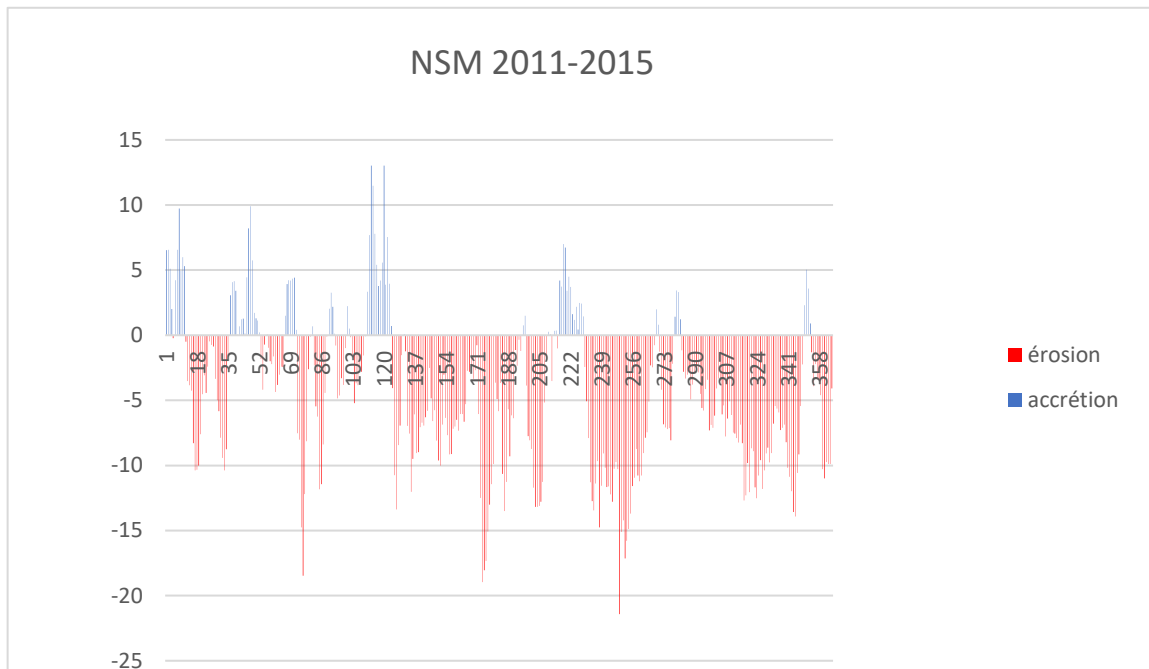


Figure 38 : NSM 2011-2015.

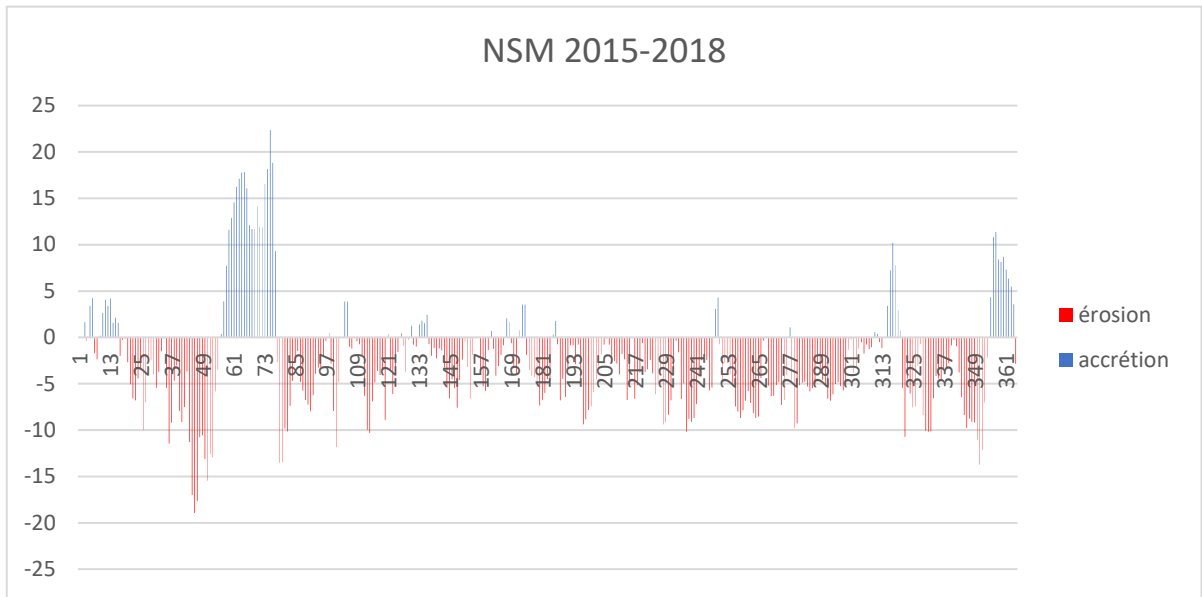


Figure 39 : NSM 2015-2018.

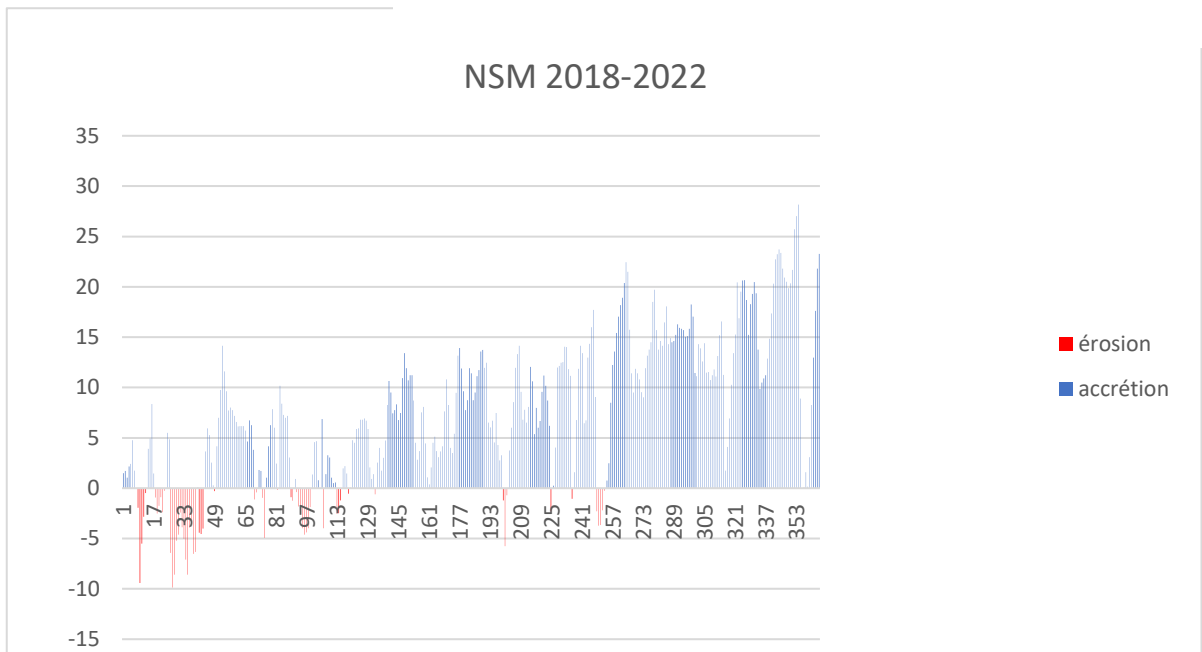


Figure 40 : NSM 2018-2022.

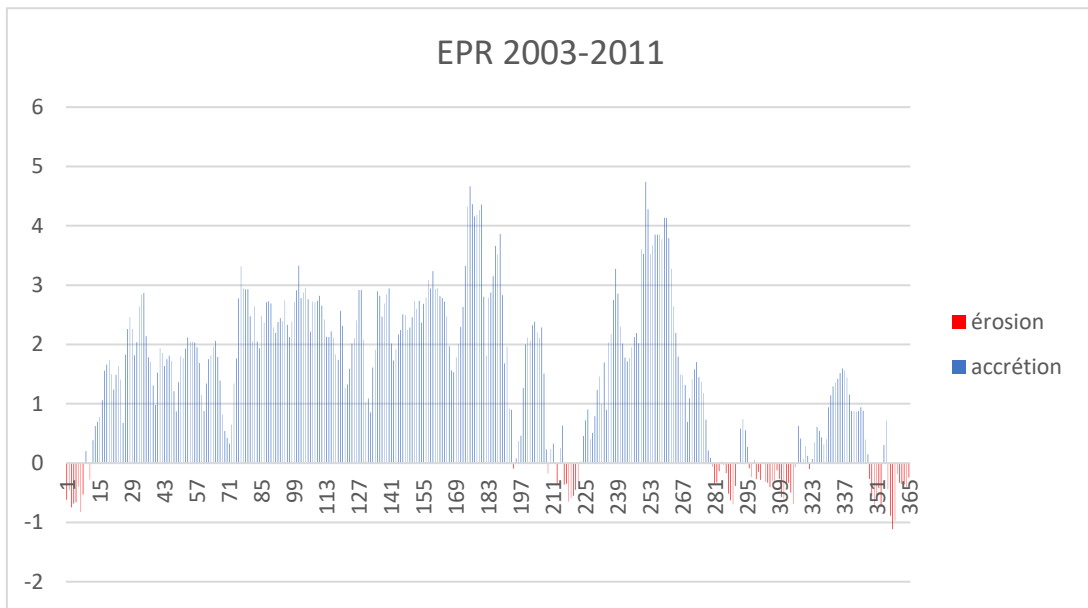


Figure 41 : EPR 2003-2011.

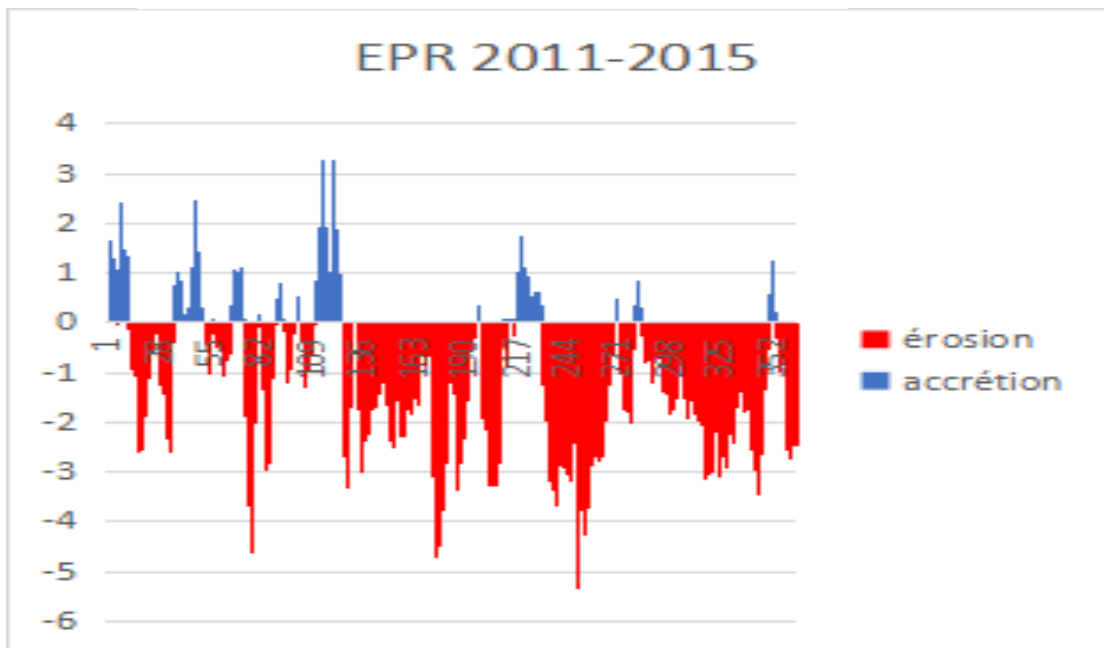


Figure 42 : EPR 2011-2015.

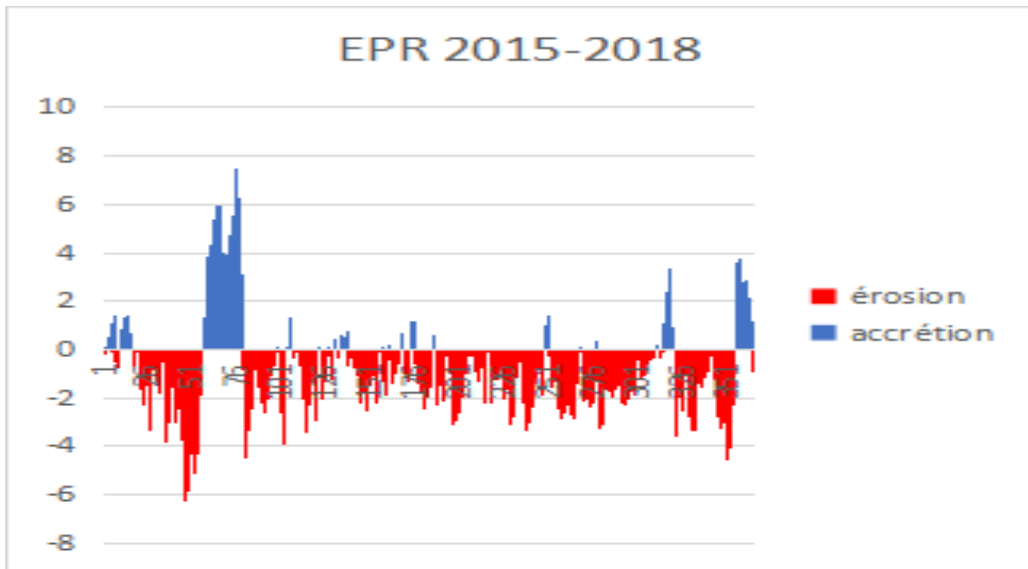


Figure 43 : EPR 2015-2018.

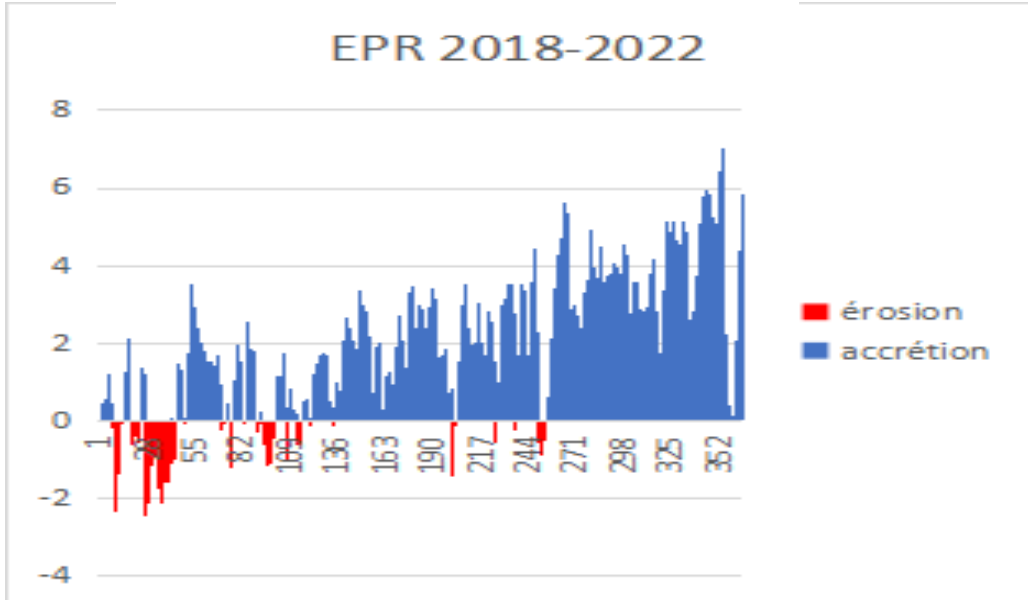


Figure 44 : ERP 2018-2022.

Interprétation des résultats :

Le DSAS mesure les distances entre les points d'intersection des transects et des traits de côte, calcule les taux d'évolution le long de chaque transect et restitue les résultats sous forme de tables.

○ **2003-2011** : une accrétion remarquable et approuvée par les images satellitaires dû à l'augmentation de l'apport solide Cette interruption de l'alimentation sédimentaire des plages n'est pas propre à la zone terrestre, elle affecte également la zone marine. Les ouvrages de défense réalisés dans le but de casser la force des vagues perturbent le transit des matériaux entre les différents segments de la baie. Les épis bloquent la mobilité latérale des sédiments sur toute la longueur de l'avant-côte.

Il en est ainsi de part et d'autre des épis construits. Ici, malgré le léger engraissement constaté à l'est des épis, dans le sens de la dérive, les plages subissent un démaigrissement accéléré

○ **2011- 2015 et 2015-2018** : Durant cette période, L'érosion très sensible de l'estran qui s'est déroulée simultanément avec l'urbanisation qui affecte sous des formes diverses (habitat traditionnel, villa, cabanon, hôtel), la partie haute de la baie. Cette érosion tient principalement au blocage des échanges transversaux entre les différentes parties du rivage, engendré par l'urbanisation intense et entière des plages.

De plus, l'occupation des dunes bordières par les récents aménagements touristiques prive la côte d'une appréciable source de matériaux, et ensuite aggraver la situation, ainsi le Prolongement des épis qui a diminué la quantité des sédiments qui alimentent la zone d'intérêt.

○ **2018-2022** : il y a une accrétion énorme grâce a l'implantation de brise lame qui bloque la mobilité latérale des sédiments sur toute la longueur de l'avant-côte en plus les épis.

4.2 Les plages :

La baie de Ain EL Turk s'étend entre Cap Falcon au nord-ouest et la pointe de Saint-Roch au sud-est. La transition entre la mer et la terre se fait le long d'une série de plages sablonneuses, peu profondes, qui reposent sur un substrat rocheux. Ces plages sont bordées par de modestes talus d'une hauteur maximale de 15 mètres. Au-delà de ces talus se trouve une grande formation calcaire sablonneuse, parfois recouverte d'une croûte, qui s'étend vers le sud jusqu'aux formations schisteuses du versant nord du Djebel Murdjadjo.



Figure 45: Les plages de la baie de Ain el Turk

Chapitre 4 : Discussion et Résultats

Tableau 2 : Évolution des surfaces des plages de Ain El Turk en mètres carrés par année (2003-2022)

	2003	Surface	2011	Surface	2015	Surface	2018	Surface	2022	Surface
Dunes	P1=1820.83	16961.28	P=3099.40	30998.40	P1=2495.97	28683.87	P1=4967.35	25097.86	P1=821.53	24373.4
	P2=3139.73				P2=3699.67		P2=7250.01		P2=1242.65	
	P3=12000.72				P3=22488.23		P3=986.27		P3=1660.33	
					P4=9912.73	P4=124.71				
				P5=1981.5	P5=13639.71					
								P6=6884.46		
Ain turk	P1=341.78	5193.96	P1=24676.4	72195.91	P1=5359.44	52016.61	P1=26.03.77	45415.69	P1=594.72	39684.31
	P2=4852.2		P2=3776.71		P2=9870.07		P2=6674.86		P2=2847.12	
		P3=43472.8	P3=1922.83		P3=2095.38		P3=1622.19			
			P4=6199.27		P4=5995.71		P4=1177.79			
			P5=30565.002		P5=26112.60		P5=3485.05			
					P6=1718.95		P6=3367.28			
					P7=214.42		P7=23599.72			
							P8=2990.44			
Saint germain	P=3732.76	3732.76	P=8058.55	8058.55	P=6211.96	6211.96	P=5117.31	5117.31	P1=1077.79	4273.36
								P2=3195.57		
Bouissville	P1=693.20	15375.73	P=50147.1	50147.1	P1=1514.55	43238.20	P1=544.13	35994.45	P1=120.62	43748.348
	P2=1131.48				P2=41723.66		P2=30811.60		P2=1041.33	
	P3=6350.18						P3=4638.72		P3=42586.4	
	P4=7200.87									
Trouville	P=12825.3	12825.3	P=22789.8	22789.8	P=20553.29	20553.29	P=18177.8	18177.8	P=22688.64	22688.64
Saint roche	P=5864.20	5864.20	P=4311.53	4311.53	P=4361.23	4361.23	P=5153.85	5153.85	P=5583.01	5583.01
Totale	59953.26		188501.29		155065.18		134956.97		140351.066	

Les dunes :

C'est une plage qui se situe entre cap falcon et Ain El turk

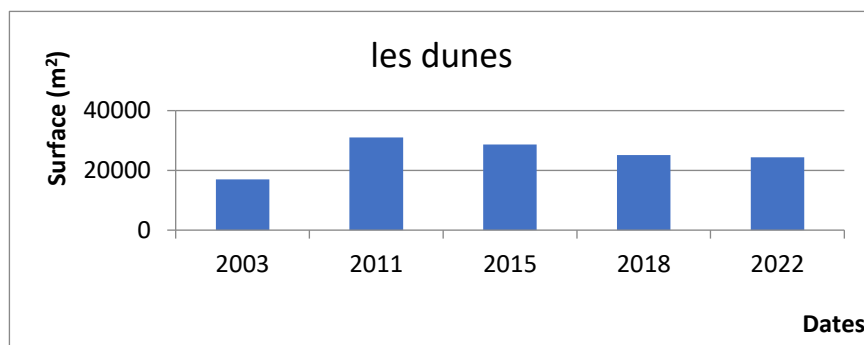


Figure 46 : La surface de la plage Dune.

En 2003 : les dunes étaient caractérisées par trois unités distinctes d'une superficie totale de 16 961,28 mètres carrés et une largeur approximative de 15 à 30 mètres.

En 2011 : la superficie des dunes a augmenté de manière significative pour atteindre 30 998,40 mètres carrés dans une seule unité, tout en conservant à peu près la même largeur.

En 2015 : la plage a été divisée en trois unités distinctes avec une superficie totale de 28 683,87378 mètres carrés et une largeur variant de 10 à 35 mètres

En 2018 : la plage a été divisée en cinq unités distinctes avec une superficie totale de 25 097,86 mètres carrés. La largeur maximale était de 85 mètres, à proximité de l'ouvrage de protection, et la largeur minimale était de 10 mètres.

En 2022 : la plage a été divisée en six unités distinctes avec une superficie totale de 24 373,4 mètres carrés. La largeur variait entre 15 et 90 mètres. Les plages situées à côté de Cap Falcon ont presque disparu, ne mesurant que de 5 à 10 mètres, ce qui a entraîné l'accumulation de sable et la création d'un tombolo à côté de brise-lame.

Ain El Turk :

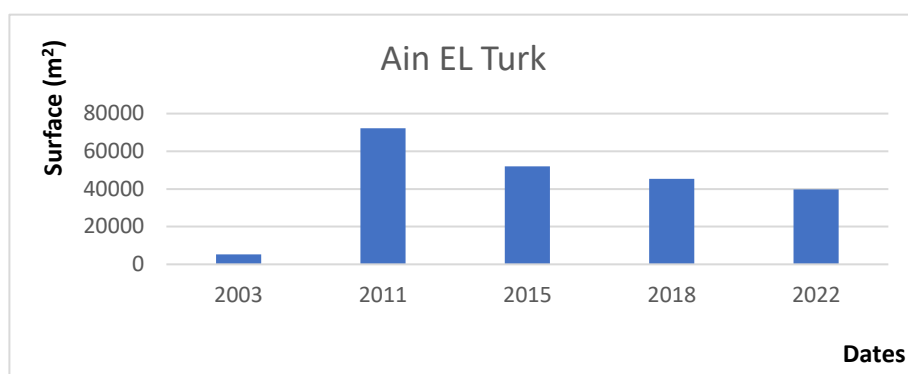


Figure 47 : La surface de la plage Ain EL Turk.

En 2003, la plage de Ain EL Turk était caractérisée par une superficie totale de 5193,975419 m², répartie en deux unités distinctes, avec une largeur comprise entre 10 et 15 mètres.

En 2011, la superficie de la plage a fortement augmenté pour atteindre 72195,91113 m², répartie en trois unités distinctes. La largeur de la plage était estimée entre 12 et 40 mètres.

En 2015, la plage a été divisée en cinq unités distinctes avec une superficie totale de 52016,61316 m². La largeur de la plage variait entre 5 et 25 mètres.

En 2018, la plage de Ain EL Turk a été divisée en sept unités distinctes, avec une superficie totale de 45415,69328 m² et une largeur comprise entre 10 et 25 mètres.

En 2022, la plage a été divisée en huit unités distinctes, avec une superficie totale de 39684,31482 m² et une largeur comprise entre 10 et 40 mètres.

Saint germain :

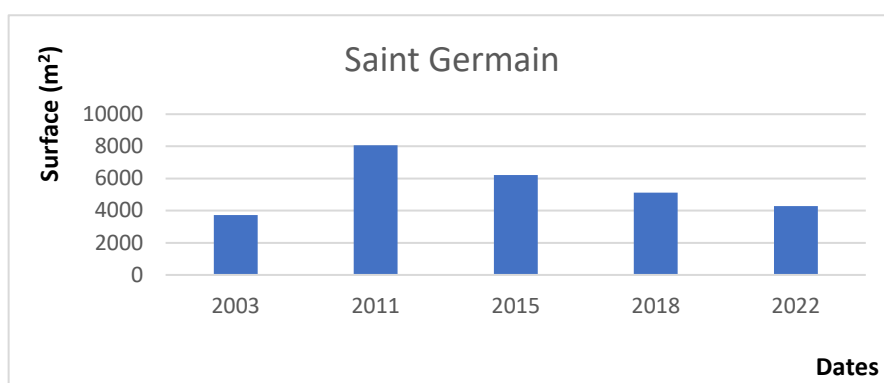


Figure 48 : La surface de la plage Saint Germain.

La plage de Saint germain existe depuis 2003 jusqu'à 2022 et présente une largeur moyenne comprise entre 20 et 30 mètres. Sa superficie moyenne est d'environ 6000 m².

Bouissance :

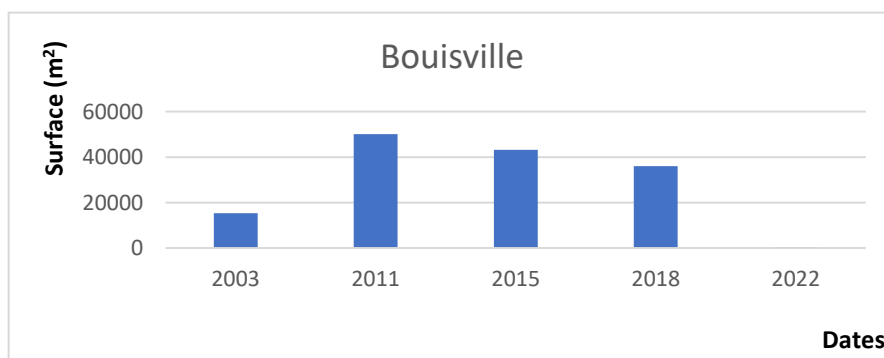


Figure 49 : La surface de la plage Bouissance.

En 2003, la plage de Bouissance était divisée en quatre unités distinctes, avec une superficie totale de 15 375,73 m² et une largeur de plage comprise entre 10 et 20 mètres.

À partir de 2011 et jusqu'en 2022, la plage représente une seule unité, la superficie de la plage a connu une expansion significative, atteignant une superficie d'environ 400 000 m², tout en maintenant une largeur de plage allant de 10 à 40 mètres

Trouville :

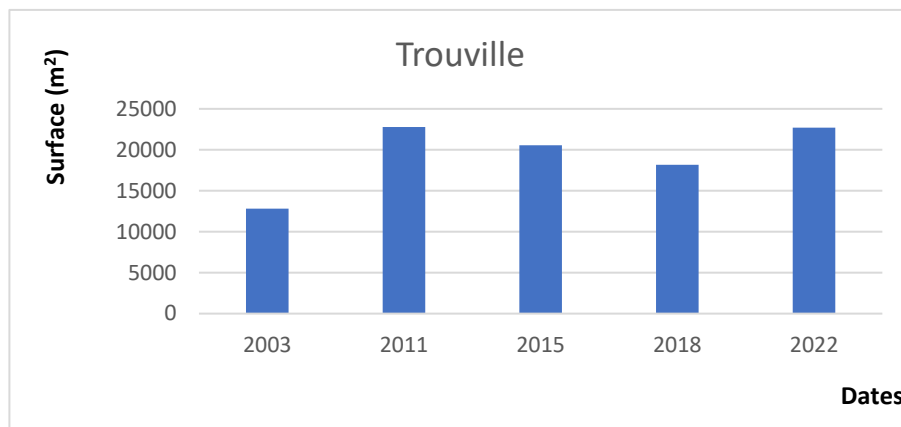


Figure 50 : La surface de la plage Trouville.

Elle est caractérisée par une seule unité depuis 2003 jusqu'à 2022. La superficie de la plage en 2003 était de 12 825,3015 m². À partir de 2011, la superficie de la plage est restée relativement stable, atteignant près de 20 000 m², avec une largeur variant de 10 à 40 mètres.

Saint Roch :

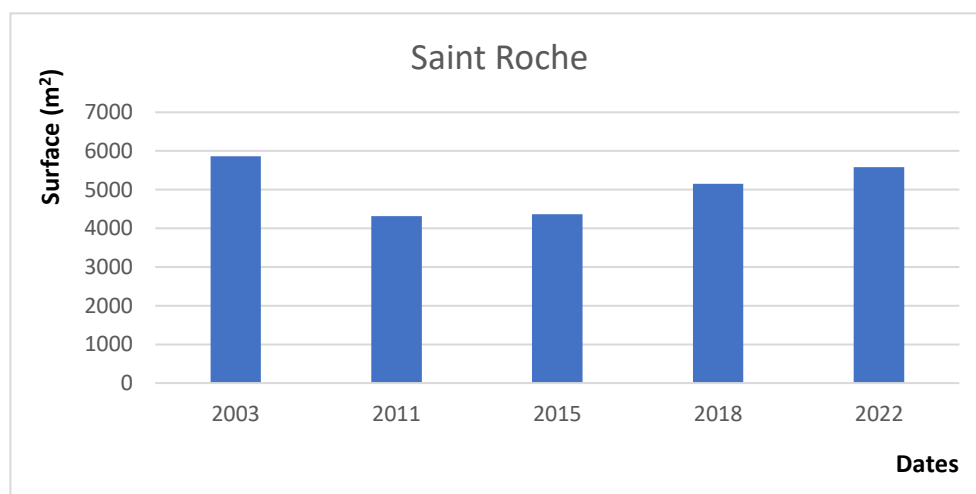


Figure 51 : La surface de la plage Saint Roche.

La plage de Saint-Roch est caractérisée par une seule unité depuis 2003 jusqu'à 2022. En 2003, la superficie de la plage était de 5 864,20 m². Cependant, il est noté qu'il y a eu une érosion importante sur cette plage au fil du temps.

À partir de 2011, la plage de Saint-Roch est devenue plus stable, avec une superficie d'environ 5000 m². La largeur de la plage est estimée entre 10 et 25 mètres.

Conclusion :

L'évolution de la ligne de rivage et des plages est effectivement un processus complexe et dynamique qui peut être influencé par divers facteurs naturels et humains. Le changement climatique, y compris les tempêtes, joue un rôle significatif dans cette évolution.

Parallèlement, les activités humaines peuvent également avoir un impact sur l'évolution de la ligne de rivage. Les constructions côtières telles que les digues, les barrages ou les remblais peuvent perturber les processus naturels d'apport et de transport des sédiments, ce qui peut entraîner des modifications du trait de côte et des plages.

De plus, l'extraction de sable ou de gravier des plages peuvent aussi contribuer à l'érosion côtière.

Il est essentiel de mener des études approfondies sur l'évolution de la ligne de rivage en prenant en compte tous ces facteurs. Cela permet de mieux comprendre les changements en cours, de prédire les tendances futures et d'élaborer des stratégies de gestion côtière adaptées.

4.3 L'urbanisation

La zone littorale de Ain EL Turk est confrontée à de nombreux conflits, résultant principalement de l'urbanisation incontrôlée des falaises et de l'érosion de la bande côtière. Malgré l'intégration du rivage dans le domaine public maritime pour protéger son équilibre naturel, l'inefficacité des pouvoirs publics dans le contrôle de l'urbanisation et les conflits d'usages ont conduit à une urbanisation non maîtrisée, détériorant ainsi l'image de la zone côtière.

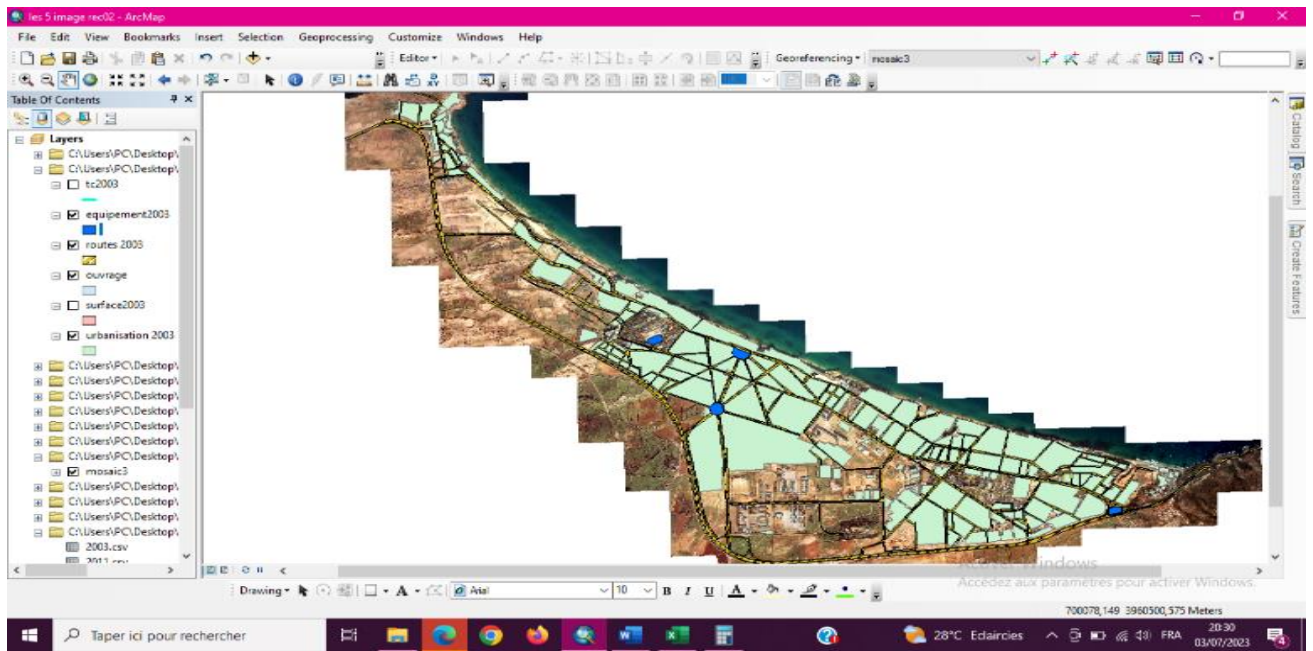


Figure 52 : l'urbanisation en 2003.

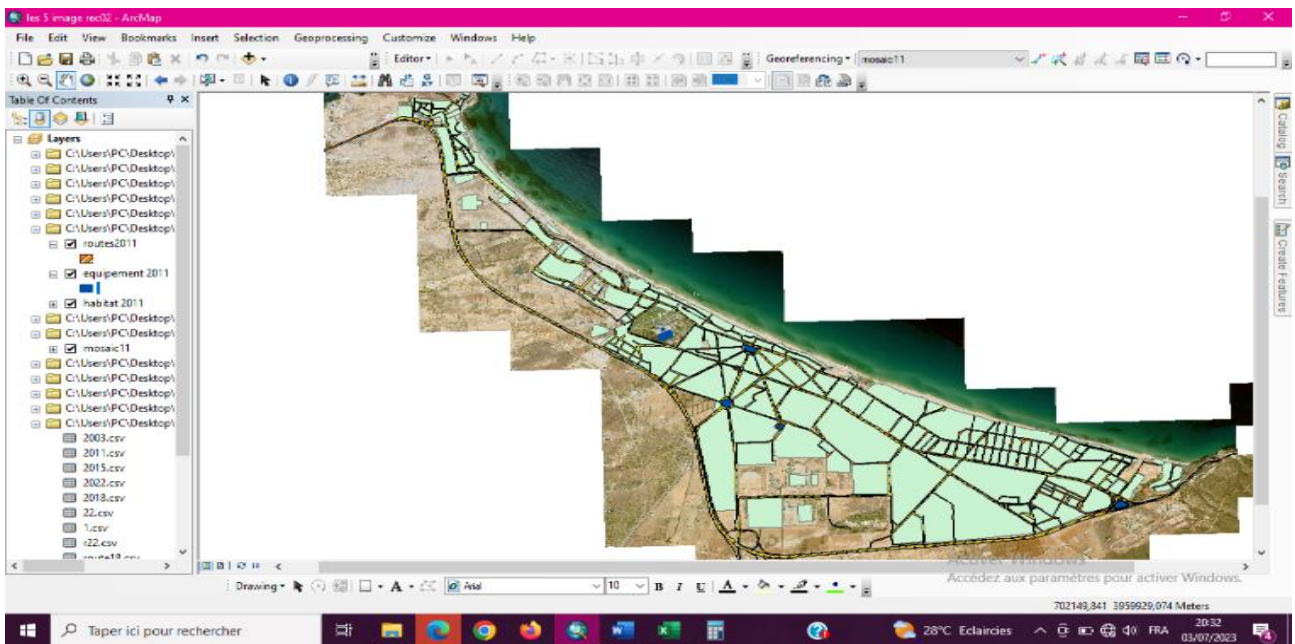


Figure 53 : l'urbanisation en 2011.

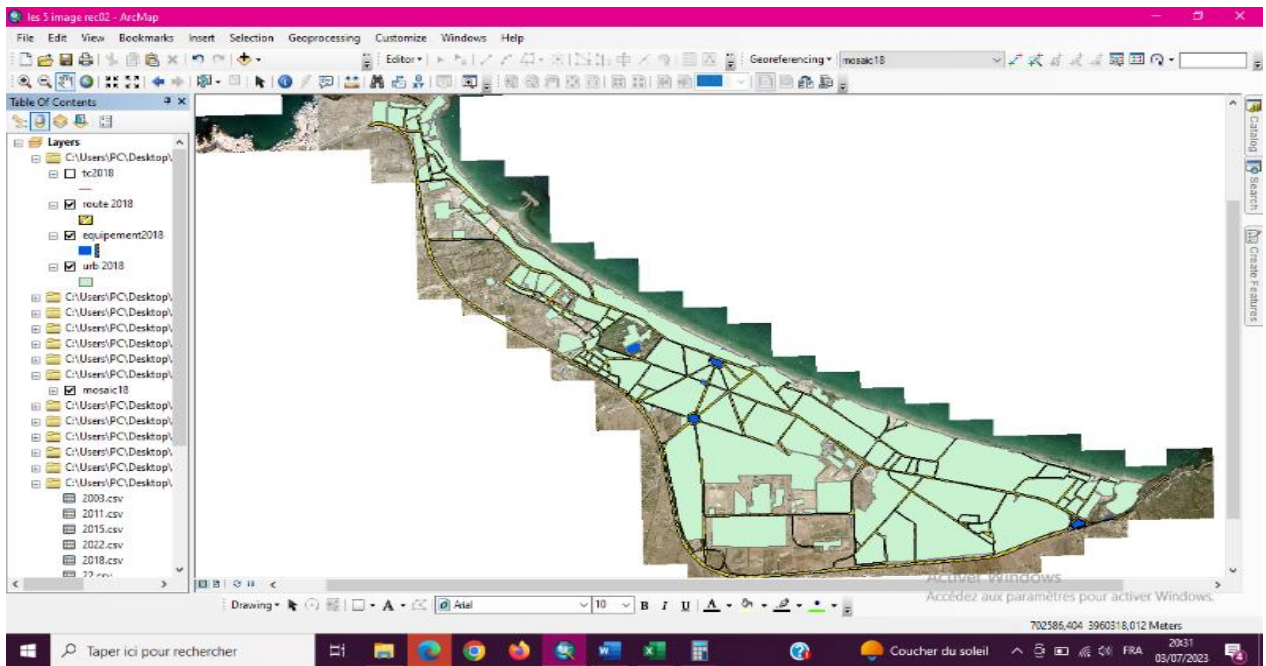


Figure 54 : l'urbanisation en 2018.

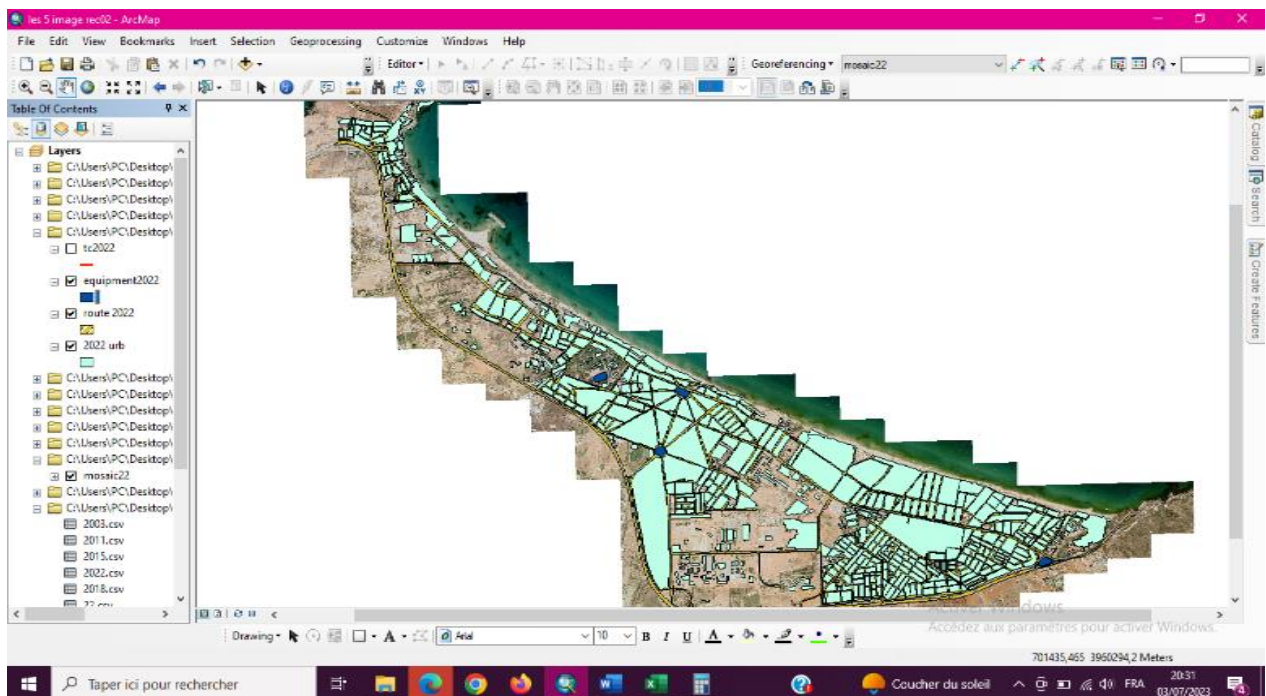


Figure 55 : l'urbanisation en 2022.

- La superficie totale de notre zone égale **8,104047647 Km²**.

Tableau 3: Taux d'urbanisation durant la période 2002-2022.

	Urbanisations (Km²)	Routes (Km²)	Equipements (Km²)	Total (Km²)
2003	3,473279296 42,85%	0,68070142 8,39%	0,03499864 0,43%	4,18897936 51,69%
2011	4,55790952 56,24%	0,76661663 9,46%	0,03166543 0,39%	5,35619157 66,09%
2015	4,81235911 59,38%	0,74392575 9,18%	0,02674283 0,33%	5,583027683 69,73%
2018	4,91436913 60,64%	0,74392575 9,18%	0,02674283 0,33%	5,6850377 70,15%
2022	4,9295116 60,83%	1,11568017 13,77%	0,02473104 0,31%	5,469922808 74,89%

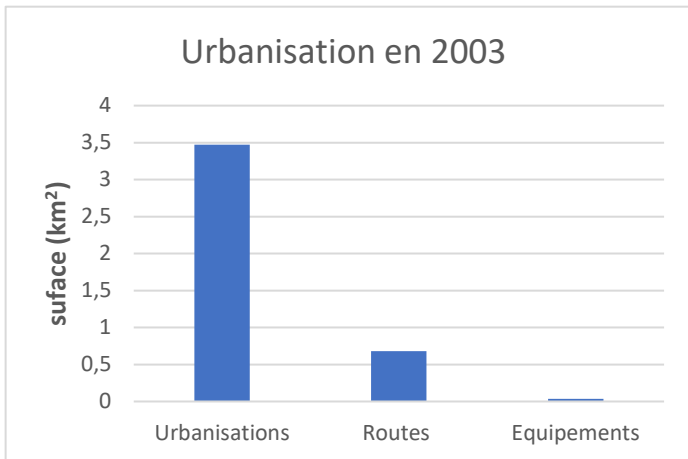


Figure 59 : L'urbanisation en 2003.

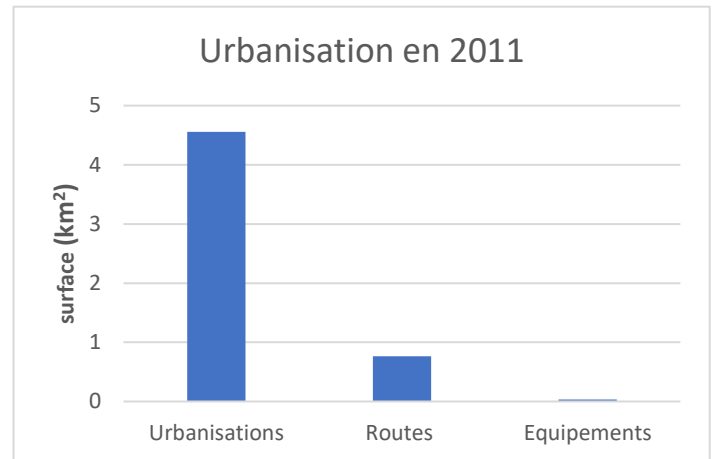


Figure 58 : L'urbanisation en 2011.

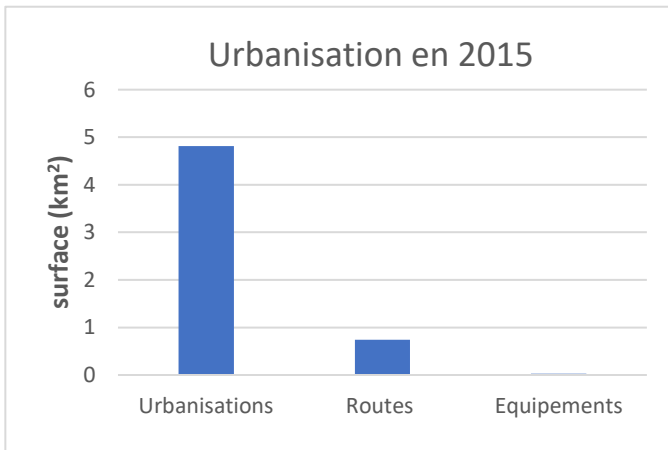


Figure 60 : L'urbanisation en 2015.

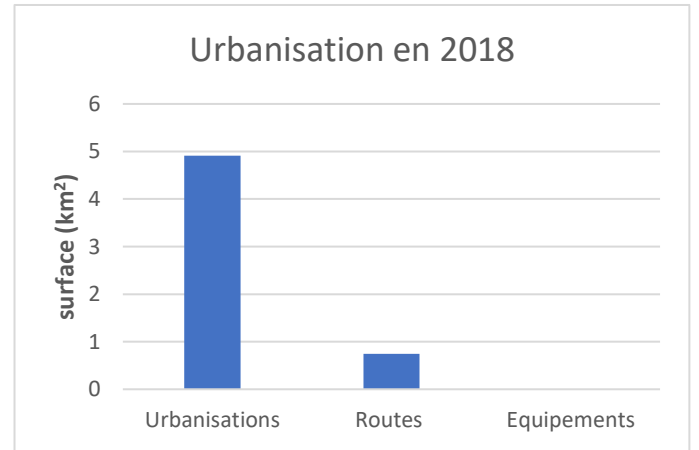


Figure 56 : L'urbanisation en 2018.

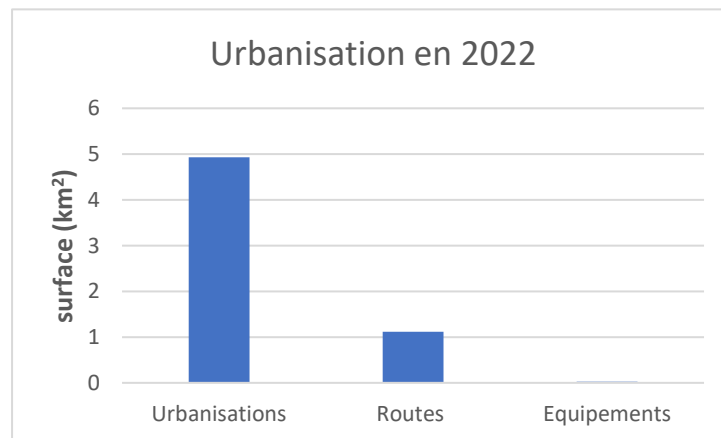


Figure 57 : L'urbanisation en 2022.

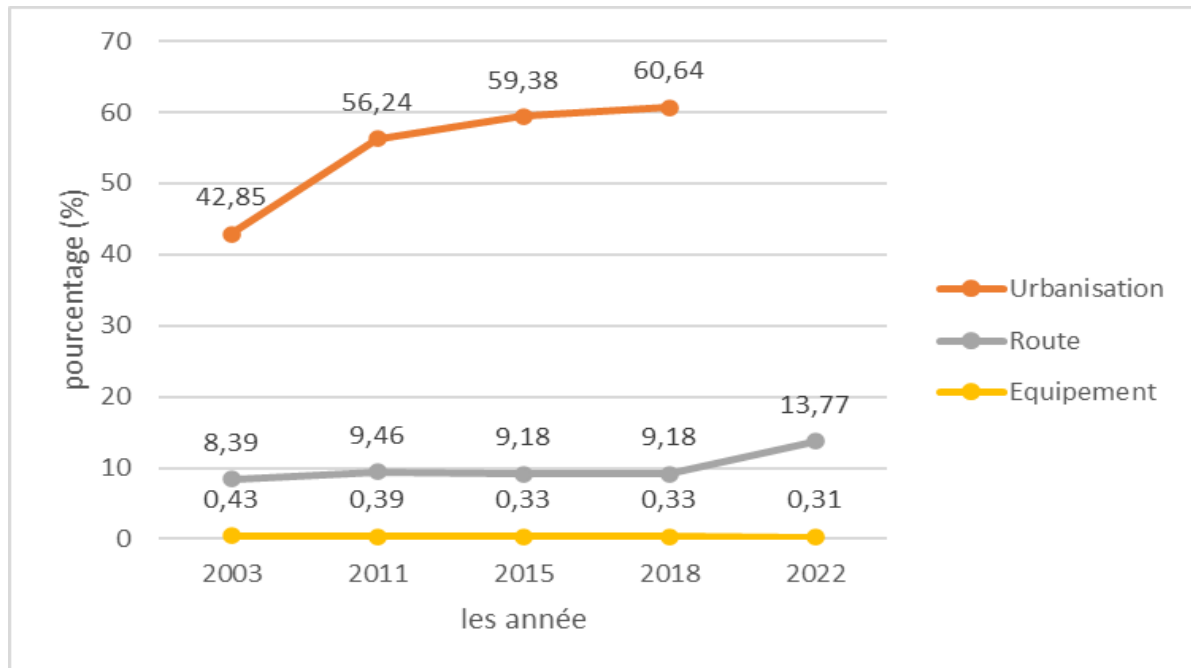


Figure 61 : graphe présentatif le taux d'urbanisation (2003-2022).

Les tentatives de récupération des falaises pour promouvoir le tourisme semblent peu réalistes, et les orientations régionales visant à faire de Ain EL Turk un pôle touristique national échouent.

Les modes d'occupation actuels ne feront qu'aggraver la fragilité des équilibres dynamiques. Pour parvenir à un compromis entre une approche radicale d'aménagement et le maintien d'un statu quo peu favorable au développement durable, il est essentiel de mettre en place une véritable stratégie de gestion intégrée de la zone côtière en Algérie.

L'extension s'est faite de manière linéaire du centre de Ain EL Turk en direction de St-Roch, puis de Cap Falcon. Cet étalement urbain bidirectionnel s'explique en partie par les contraintes physiques, agricoles et militaires du site qui entravent toute extension de la ville vers le sud sur une hauteur de falaise entre 20 à 40 m ouest environ 15 à 20 cotés centres et du 5 jusqu'à 15 m à l'est.

- Selon notre étude en 2003 : urbanisation $4,18897936 \text{ km}^2 = 51,69\%$.
- En 2011 : urbanisation $5,35619157 \text{ km}^2 = 66,09\%$.
- En 2018 : urbanisation $5,6850377 \text{ km}^2 = 70,15\%$.
- En 2022 : urbanisation $5,469922808 \text{ km}^2 = 74,89\%$.

Conclusion :

L'occupation actuelle se trouve bloquée à l'Est par le massif de Santon, au Nord par la mer et à l'Ouest et au Sud par les terres agricoles. Jusqu'à présent, l'extension s'est opérée dans la partie Sud et ouest, sur les terrains libres de l'assiette de la ville et elle a été facilitée par l'absence de contraintes topographiques et de servitudes majeures pouvant bloquer cette extension.

L'urbanisation à Ain El Turk, a été caractérisée par une croissance incontrôlée et non planifiée, ce qui a entraîné de multiples problèmes et conflits dans la zone littorale. Au cours de cette période, les plages ont été affectées par une urbanisation rapide, entraînant une dégradation des falaises côtières.

Malheureusement, les autorités publiques n'ont pas réussi à mettre en place des mesures efficaces pour contrôler l'urbanisation et préserver l'équilibre naturel de la zone. L'absence

d'instruments adéquats et l'inefficacité des pouvoirs publics ont contribué à cette urbanisation non maîtrisée, qui a eu des conséquences néfastes sur l'image et la qualité de la zone côtière.

En conséquence, la zone littorale de Ain El Turk a subi une détérioration significative au cours de cette période, avec une urbanisation excessive alimenté par un réseau d'assainissement complexe, il y'a Huit stations de relevage ont été installées dans huit zones différentes, leurs emplacement est fonction du débit d'eau dans les réseaux et des impacts sur l'érosion de la bande côtière.(BOUROUMI, n.d.)

Les tentatives de récupération des falaises pour promouvoir le tourisme n'ont pas été réalisables, et les orientations visant à faire de la baie de Ain El Turk un pôle touristique national ont échoué.

Il est clair qu'une approche plus équilibrée et durable aurait été nécessaire pour gérer l'urbanisation à Ain El Turk au cours de ces deux décennies. Une gestion intégrée de la zone côtière, avec une planification adéquate, une réglementation stricte et la participation de toutes les parties prenantes, aurait pu contribuer à préserver les équilibres dynamiques et à promouvoir un développement plus durable de la zone.

4.4 INTERACTION ET IMPACT DES FACTEURS URBANISATION-GEOMETRIE- EROSION SUR LA FRAGELITE DES FALAISES :

L'interaction entre les facteurs d'urbanisation, de géométrie et d'érosion peut avoir un impact significatif sur la fragilité des falaises à Ain El Turk, Oran. L'urbanisation dans la région peut entraîner des modifications importantes de l'environnement côtier, notamment la construction de bâtiments, d'infrastructures et d'aménagements le long des falaises. Ces activités peuvent perturber les processus naturels d'érosion et de stabilité des falaises.

Les modifications de la géométrie côtière, telles que les remblais ou les excavations, peuvent également influencer la fragilité des falaises. Des changements dans la répartition des contraintes et des forces exercées sur les falaises peuvent compromettre leur stabilité et augmenter les risques d'effondrement ou d'éboulement.

En outre, l'érosion côtière, qui est naturellement présente le long du littoral, peut être exacerbée par les effets de l'urbanisation et des modifications géométriques. Les infrastructures et les aménagements côtiers (les épis et le brise lame) peuvent agir comme des obstacles aux processus d'érosion naturelle, ce qui peut entraîner des perturbations et une accélération de l'érosion des falaises.

Il est donc crucial de prendre en compte ces interactions et ces impacts lors de la planification urbaine et de la gestion côtière à Ain El Turk, Oran. Des mesures appropriées, telles que la mise en œuvre de techniques de stabilisation des falaises, la gestion de l'érosion côtière et la surveillance régulière, doivent être envisagées pour minimiser les risques liés à la fragilité des falaises et assurer la sécurité des habitations et des infrastructures situées à proximité.

Les interactions entre l'urbanisation, la géométrie et l'érosion peuvent être complexes et varier selon les sites :

Urbanisation : L'urbanisation à Ain El Turk peut avoir un impact sur la fragilité des falaises. La construction de bâtiments, d'infrastructures et d'aménagements côtiers peut perturber les processus naturels d'érosion et de stabilité des falaises. Par exemple, l'ajout de structures en haut des falaises peut exercer une pression supplémentaire sur les parties inférieures, ce qui peut compromettre leur stabilité. De plus, les activités humaines peuvent modifier le ruissellement des eaux de pluie, l'écoulement des eaux de surface et les apports en eau souterraine, ce qui peut également affecter la fragilité des falaises.

Géométrie : La géométrie côtière, notamment la largeur des plages et la hauteur des falaises, est un facteur important dans l'évaluation de la fragilité des falaises à Ain El Turk. Les falaises avec des plages étroites ont une zone tampon limitée entre les vagues et la base de la falaise, ce qui peut augmenter les risques d'érosion et d'instabilité. De plus, les falaises de grande hauteur peuvent être plus sujettes aux processus d'érosion, en particulier si elles sont composées de matériaux meubles ou sensibles aux effets des vagues et des courants.

Les falaises les plus menacées :

D'après nos observations, la zone de Ain El Turk est divisée en trois secteurs : ouest, est et centre. Parmi ces secteurs, les falaises du secteur est sont les plus menacées. Cela est principalement dû à une urbanisation intense, ce qui a fragilisé ces falaises. De plus, ces falaises sont les plus élevées, mesurant entre 5 et 15 mètres de hauteur.

En revanche, les falaises des secteurs ouest et centre d'une hauteur d'environ 20 à 40 m sont relativement plus stables par rapport aux falaises du secteur est. Cela peut s'expliquer par le fait que ces secteurs présentent une plus grande superficie d'espaces verts et une urbanisation moins intense. La présence d'espaces verts peut contribuer à la stabilité des falaises en fournissant une couverture végétale qui aide à retenir les sols et à prévenir l'érosion. De plus, une urbanisation moins importante dans ces secteurs peut réduire les perturbations causées par les activités humaines, préservant ainsi l'intégrité des falaises.

Cependant, il est important de noter que même si les falaises des secteurs ouest et centre sont relativement plus stables, elles ne sont pas à l'abri des risques d'érosion et d'instabilité. Des facteurs tels que l'érosion côtière, les conditions géologiques et les processus naturels peuvent toujours affecter leur stabilité à long terme.

Conclusion

Conclusion :

L'utilisation des Systèmes d'Information Géographiques (SIG) pour la caractérisation des falaises algériennes ont apporté plusieurs résultats majeurs :

Dans la zone de Ain El Turk le SIG a permis de cartographier et d'analyser de manière précise et efficace les caractéristiques des falaises algériennes en intégrant des paramètres géologiques, hydrodynamiques, océanographiques, hydrologiques et climatiques.

Dans notre zone d'étude, la baie de Ain El Turk, une évolution significative s'est produite entre 2011 et 2018. Au cours de cette période, deux phénomènes majeurs ont été observés : une érosion notable de l'estran, avec un recul atteignant jusqu'à 8 mètres, et une urbanisation croissante qui a affecté environ 18,46 % de la partie supérieure de la baie. Cependant, une analyse des images satellitaires entre 2018 et 2022 a révélé un scénario différent le long de la côte de Ain El Turk. Pendant cette période, une remarquable accrétion moyenne de 15 mètres a été constatée, principalement grâce à la mise en place de brise-lames et d'épis. Ces interventions ont contribué à la stabilisation de la côte et à l'élargissement des plages. Ces résultats démontrent l'efficacité des mesures de protection qui ont été mises en place.

Les interventions humaines, notamment l'urbanisation intense, ont un impact significatif sur la fragilité des falaises. L'occupation des dunes bordières par les aménagements touristiques et le blocage des échanges transversaux entre les différentes parties du rivage ont contribué à une érosion accrue dans certaines zones.

Cette étude a souligné l'importance de la préservation des espaces verts le long des falaises, qui jouent un rôle essentiel dans la stabilité des sols et la prévention de l'érosion.

L'utilisation du SIG pour la caractérisation des falaises algériennes a joué un rôle essentiel dans notre compréhension des processus et des facteurs qui influencent la dynamique côtière. Ces connaissances sont cruciales pour développer des stratégies de gestion côtière durable et préserver ces formations naturelles précieuses. Grâce au SIG, nous disposons d'outils précis et actualisés qui nous permettent de surveiller les changements dans le temps, d'évaluer les risques et de prendre des décisions éclairées pour la préservation des écosystèmes côtiers fragiles. Les falaises algériennes revêtent une importance capitale sur les plans écologique, géologique et socio-économique, et il est donc primordial de mettre en place des mesures de gestion adaptées pour les protéger.

Il aurait été souhaitable de réaliser une étude exhaustive sur l'ensemble du littoral algérien ainsi qu'une étude approfondie de la bathymétrie. Malheureusement, en raison de contraintes de temps et de ressources, il peut être difficile de couvrir toutes les zones et d'approfondir tous les aspects souhaités.

Dans de telles situations, il est courant de se concentrer sur des zones spécifiques qui présentent des caractéristiques intéressantes ou des enjeux importants. Cela permet de maximiser les résultats obtenus et de se focaliser sur des aspects spécifiques qui ont le potentiel d'apporter une contribution significative

Bibliographie

- Abir, Yousfi, Sabrina, Zouaghi (2015).** Aménagement et protection du rivage de Bir El djir-Oran. Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Dely Brahim : Enssmal. P. 22
- Aimé, S., Penven, M.-J. (1982).** Le complexe dunaire du Cap Falcon (Oran). Etude morphodynamique appliquée et perspectives d'aménagement. n° 2. P.P 45, 3–13.
- Bachouche, Samir, (2017).** Modélisation hydrodynamique et qualité des eaux et sédiments de la côte centre algérienne. Thèse DOCTORAT. Dely Brahim : ENSSMAL, P.P 8-17.
- Bellal, S.A., Ghodbani, T., et al.(2017).** Ressources, usagers et gestionnaires de l'eau en zone semi-aride : Le cas de la wilaya d'Oran (ouest algérien). Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement. P.P 16
- Benaouali-Mebarek, N., Frizon de Lamotte, D et al, (2006).** Post-Cretaceous kinematics of the Atlas and Tell systems in central Algeria : Early foreland folding and subduction-related deformation. Comptes Rendus Geoscience. P.P 338, 115–125.
- BOUROUMI, M.T.** Impact de l'urbanisation sur l'évolution du littoral Cas de la commune de Ain el Turk. Architecteur : Université des sciences et de la technologie d'ORAN. P.P 32,108.
- Chern, C.J., Beutler, E., (1976).** Biochemical and electrophoretic studies of erythrocyte pyridoxine kinase in white and black Americans. Am J Hum Genet.P.P 28, 9–17.
- Claeys, C., Giuliano, J. (2017).** Une analyse interdisciplinaire des vulnérabilités socio environnementales : le cas de falaises côtières urbanisées en Méditerranée. Natures Sciences Sociétés. P.P 25, 241–254.
- Côte, M., (1994).** L'urbanisation en Algérie: idées reçues et réalités. n°85-86. P.P 85, 59–72.
- Foukrache, M.** Comportement hydrodynamique d'un système aquifère côtier en milieu semi-aride. Cas de la plaine andalouse – Ain Turck (littoral oranais, Algérie).P.P 45
- Frankle, R.T., (1976).** Nutrition education in the medical school curriculum : a proposal for action : a curriculum design. P.P 29, 105–109.
- Haouchine, A., Labadi, A., (2015).** CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET ACTIVITES ANTHROPIQUES : IMPACTS SUR LES AQUIFERES COTIERS EN ALGERIE. LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680 / E-ISSN 2521-9782. P. P 227–241.

- Hapke, U., Schumann, A., (2006).** Post-traumatic stress disorder. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience* P.P 256, 299–306.
- Kacemi, M., (2013).** Protection et valorisation du littoral en Algérie : législation et instruments : Le cas des communes littorales d’Oran. *etudescaribeennes*.P 05.
- Kasdallah, N.,(2013).** Dynamiques d’urbanisation des villes intermédiaires au Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie). THÈSE DE DOCTORAT. GÉOGRAPHIE : UNIVERSITÉ DE CERGY-PONTOISE,P 7-13.
- Korelitz, B.I., Sommers, S.C., (1975).** Responses to drug therapy in ulcerative colitis. Evaluation by rectal biopsy and histopathological changes. *Am J Gastroenterol.* P.P 64, 365–370.
- Lionello, P., Malanotte-Rizzoli, P., (2006).** The Mediterranean climate: An overview of the main characteristics and issues, in: *Developments in Earth and Environmental Sciences.* P.P 1–26.
- Mulot, V., Vignerot, A.-L., (2010).** Le littoral face aux changements climatiques. Méditerranée. La gestion des risques de submersion marine. P-P 131–137.
- Otmani, H., Belkessa, R., Boukhediche, W., (2022).** Valorisation économique des terres agricoles perdues par l’érosion, cas des falaises marines de la région de Ain Taya (Alger). *Geo-Eco-Marina*.P.P 28, 147–158.
- Pinot, J.-P., (1997).** La prise en compte du recul des falaises de loess par les SMVM du nord de la Bretagne / Taking the retreat of the loess cliffs into account in the SMVM of Northern Brittany (France). n°47-48. P.P 47, 339–343.
- Poole-Wilson, P., Langer, G., (1975).** Effect of pH on ionic exchange and function in rat and rabbit myocardium. *American Journal of Physiology-Legacy Content.* P.P 229, 570–581.
- Renaud, E., (2022).** Influence des deux modes d’anthropisation du paysage, agriculture intensive et urbanisation, sur les réseaux d’interaction plantes-pollinisateurs.P 16.
- SAHABI ABED SALAH, (2012).** Climat d’Oran Algérie et ses simulations.pdf. Centre Régional Africain des Sciences et Technologies de l’Espace.
- Share, J.B., (1976).** Review of drug treatment for Down’s syndrome persons. *Am J Ment Defic.*P.P 80, 388–393.
- Taïbi, R., (1993).** Contribution à l’étude de l’écoulement des cours d’eau de l’Algérie septentrionale : essai de régionalisation.

- Tarik, G., Bouziane, S., (2010).** Urbanisation côtière en Algérie, Processus et impacts sur l'environnement : Le cas de la baie d'Aïn el Turck.P.P 2-7.
- Trigo, I.F., (2006).** Climatology and interannual variability of storm-tracks in the Euro-Atlantic sector: a comparison between ERA-40 and NCEP/NCAR reanalyses.P.P 26, 127–143.
- Waselin, S., Yannick Usen, S., (2020).** Caractrisation-de-la-dynamique-de-loccupation-du-sol-en-zone-urbaine-et-priurbaine-de-la-ville-du-Cap-Hatien-Hati.P. P 3-5.
- Yousfi, A., Zouaghi, S., (2015).** Aménagement et protection du rivage de Bir El djir-Oran.Mémoire.Aménagement du littoral.Dely Brahim : Enssmal,P.P 15-30.

ANNEXE

Annexe A : Business Modèle Canva (BMC) :

Titre du BMC : bureau d'études spécialisé dans la caractérisation des falaises à travers les SIG (Systèmes d'Information Géographique)

Introduction :

La caractérisation des falaises algériennes à l'aide des Systèmes d'Information Géographique (SIG) est un domaine crucial pour comprendre ces formations géologiques emblématiques. Cette étude explore les méthodes et les avantages de l'utilisation des SIG dans la caractérisation des falaises, mettant en évidence les différentes étapes telles que la collecte de données, l'analyse, la modélisation et la génération de rapports détaillés. Les SIG offrent des outils puissants pour intégrer différentes sources de données géospatiales, évaluer les caractéristiques géologiques, les propriétés géotechniques et les risques potentiels des falaises. Malgré les défis tels que la disponibilité de données fiables et la nécessité d'une expertise spécialisée, la caractérisation des falaises à l'aide des SIG ouvre de nouvelles perspectives pour la gestion et la protection de ces formations naturelles en Algérie.

Objectif :

L'objectif de notre bureau d'études spécialisé dans la caractérisation des falaises algériennes à l'aide des Systèmes d'Information Géographique (SIG) est de fournir des services de haute qualité et fiables à nos clients. Nous visons à offrir une caractérisation précise et approfondie des falaises, en utilisant des méthodologies avancées et des technologies SIG de pointe. Notre objectif est de fournir des informations essentielles sur les caractéristiques géologiques, les propriétés géotechniques et les risques potentiels des falaises, afin d'aider nos clients à prendre des décisions éclairées et à mettre en place des mesures appropriées de gestion et de protection. Nous nous engageons à offrir des résultats fiables, des rapports détaillés et des recommandations pertinentes, tout en veillant à la sécurité des populations et à la préservation de l'environnement. Notre objectif ultime est de satisfaire les besoins de nos clients en leur fournissant un service personnalisé, professionnel et efficace dans le domaine de la caractérisation des falaises algériennes grâce aux SIG.

Problématique :

La problématique liée à la caractérisation des falaises algériennes à l'aide des Systèmes d'Information Géographique (SIG) englobe plusieurs aspects importants. Cela inclut la

disponibilité et la qualité des données géospatiales, la complexité des modèles géologiques à créer, le besoin d'une expertise spécialisée en SIG et en géologie, l'interopérabilité des données provenant de différentes sources, ainsi que la communication et la prise de décision basées sur les résultats de la caractérisation. La résolution de ces problématiques est essentielle pour garantir une caractérisation précise et complète des falaises, ainsi que pour faciliter la gestion et la protection de ces formations naturelles en Algérie

Tableau 4 : résumé générale de notre projet de BMC.

Partenaire clés <ul style="list-style-type: none"> • Ministère des travaux publics. • Laboratoire des études maritimes (LEM). • Agence spatiale Algérienne (ASAL). • Institut national de la cartographie et la télédétection (INCT). 	Activités principales <ul style="list-style-type: none"> • Collecte et Analyse.de données géospatiales. • Assistance a la maîtrise d'ouvrage • Etude de faisabilité des projets. • Génération de cartes. • Recherches et développement. 	Valeur ajoutée <ul style="list-style-type: none"> • Actualisation des données. • innovations des nouvelles technologies. • coordinations entre les étapes de projet • améliorer les durabilités des projets. • maitrise des logiciels. 	Relations Clients <ul style="list-style-type: none"> • Segmentati on des clients. • Qualité de service. • Feedback des clients. • Établir la confiance. • Prix compétitifs 	Clients <ul style="list-style-type: none"> • Les entreprises de gestion portuaires et entreprises de technologie portuaire. • Autres bureaux d'études. • Entrepreneurs
Ressources clés <ul style="list-style-type: none"> • Personnel qualifié • Équipement de mesure. • Logiciels de modélisation et de digitalisation. • Financement partenaires clés. 		Canaux de distribution <ul style="list-style-type: none"> • Ventes directes • Publicité en ligne • Réseaux de distribution • Partenariats 		
Couts <ul style="list-style-type: none"> • Matériel de bureau 1500000 da • Logiciel et formation 1000000 da • Communication 100000 da • Travaux et aménagements 500000 da • Besoins de bureau 50000 da <p>Total : 3150000 da</p>		Revenus <ul style="list-style-type: none"> • un revenu mensuel de 1 000 000 DZD. • un chiffre d'affaires annuel d'environ 6 000 000 dinars algériens. 		

Investissements et financements

Projet : *bureau d'études spécialisé dans la caractérisation des falaises à travers les SIG
(Systèmes d'Information Géographique)*

Porteur de projet : *Manar Guesmia et Souad Hamza*

INVESTISSEMENTS	Montant € hors taxes
Immobilisations incorporelles	1 000 000,00
Frais d'établissement	
Frais d'ouverture de compteurs	
Logiciels, formations	1 000 000,00
Dépôt marque, brevet, modèle	
Droits d'entrée	
Achat fonds de commerce ou parts	
Droit au bail	
Caution ou dépôt de garantie	
Frais de dossier	
Frais de notaire ou d'avocat	
Immobilisations corporelles	2 150 000,00
Enseigne et éléments de communication	1 000 000,00
Achat immobilier	
Travaux et aménagements	500 000,00
Matériel	50 000,00
Matériel de bureau	1 500 000,00
Stock de matières et produits	
Trésorerie de départ	
TOTAL BESOINS	3 150 000,00

FINANCEMENT DES INVESTISSEMENTS				Montant € hors taxes
Apport personnel				3 150 000,00
<i>Apport personnel ou familial</i>				897 000,00
<i>Apports en nature (en valeur)</i>				2 253 000,00
Emprunt	<i>taux</i>	<i>durée mois</i>		-
<i>Prêt n°1 (nom de la banque)</i>				-
<i>Prêt n°2 (nom de la banque)</i>				-
<i>Prêt n°3 (nom de la banque)</i>				-
Subvention n°1 (libellé)				-
Subvention n°2 (libellé)				-
Autre financement (libellé)				
TOTAL RESSOURCES				3 150 000,00

Salaires et charges sociales

Projet : bureau d'études spécialisé dans la caractérisation des falaises à travers les SIG (Systèmes d'Information Géographique)

Porteur de projet : Manar Guesmia, Souad Hamza

Statut juridique : Micro-entreprise

Bénéfice de l'Acre : Oui

Statut social du (des) dirigeant(s) : Travailleur non salarié

	Année 1	Année 2	Année 3
Rémunération du (des) dirigeants	700 000,00	700 000,00	700 000,00
<i>% augmentation</i>		0%	0%
Charges sociales du (des) dirigeant(s)	528 000,00	1 267 200,00	1 520 640,00
Salaires des employés	440 000,00	440 000,00	440 000,00
<i>% augmentation</i>		0%	0%
Charges sociales employés	316 800,00	316 800,00	316 800,00

Plan de financement à trois ans
--

Projet :
Porteur de
projet :

*bureau d'études spécialisé dans la caractérisation des falaises à
travers les SIG (Systèmes d'Information Géographique)
Manar Guesmia ,
Souad Hamza*

	Année 1	Année 2	Année 3
Immobilisations	3 150 000,00		
Acquisition des stocks			
Variation du Besoin en fonds de roulement	394 520,55	78 904,11	94 684,93
Remboursement d'emprunts	-	-	-
Total des besoins	3 544 520,55	78 904,11	94 684,93
Apport personnel	3 150 000,00		
Emprunts	-		
Subventions	-		
Autres financements			
Capacité d'auto-financement	751 200,00	971 999,00	1 870 558,00
Total des ressources	3 901 200,00	971 999,00	1 870 558,00
Variation de trésorerie	356 679,45	893 094,89	1 775 873,07
Excédent de trésorerie	356 679,45	1 249 774,34	3 025 647,41

Les étapes du Business Model Canvas (BMC) pour caractériser une falaise algérienne en utilisant des SIG (Systèmes d'Information Géographique) :

Segment de clientèle (Customer Segments)

- Les différents types de clients ou d'utilisateurs intéressés par la caractérisation des falaises algériennes à l'aide de SIG sont :
 - Les entreprises de construction pour évaluer les risques naturels.
 - Les organismes gouvernementaux pour la surveillance des zones à risque.
 - Les universités et chercheurs pour mener des études géologiques précises.
 - Les professionnels de l'aménagement urbain pour prendre en compte les risques naturels dans les plans d'urbanisme

Par exemple, cela pourrait inclure des géologues, des urbanistes, des entreprises de construction, des agences gouvernementales, etc. font partie des exemples de clients ou d'utilisateurs intéressés par la caractérisation des falaises algériennes à l'aide de SIG. Ces professionnels peuvent bénéficier de l'utilisation des SIG pour obtenir des informations précises sur la géologie des falaises, évaluer les risques naturels, développer des plans d'aménagement urbain adaptés ou élaborer des stratégies de construction sécurisée. Cependant, cette liste n'est pas exhaustive et d'autres parties prenantes peuvent également être intéressées par cette caractérisation.

Proposition de valeur (Value Proposition)

1. Définissez quelles sont les valeurs que vous proposez à vos clients grâce à l'utilisation des SIG pour caractériser les falaises algériennes.
 - L'utilisation des SIG pour caractériser les falaises algériennes offre de nombreux avantages aux clients, notamment la collecte précise de données géospatiales, une évaluation complète des risques, un soutien aux décisions d'urbanisme et de développement durable, une gestion efficace des ressources, ainsi que la facilitation de la recherche scientifique. En résumé, les SIG permettent aux clients de mieux comprendre les caractéristiques géologiques des falaises algériennes, d'évaluer les risques potentiels, de créer des plans urbains résilients, de gérer les ressources de manière plus efficace et de mener des études géologiques détaillées.

Par exemple, vous pourriez offrir des données précises sur la géologie des falaises, des analyses de risques naturels, des cartes personnalisées, etc.

Canaux de distribution (Channels)

1. Identifiez les canaux ou moyens par lesquels vous allez fournir vos services de caractérisation des falaises algériennes aux clients.

- Pour atteindre nos clients cibles et fournir nos services de caractérisation des falaises algériennes à l'aide des SIG, nous utilisons plusieurs canaux de distribution adaptés à leurs préférences de communication. Ces canaux comprennent la consultation en personne, la communication téléphonique, la plateforme en ligne, le courrier électronique et les réunions virtuelles. En offrant ces options, nous nous assurons d'interagir de manière personnalisée et efficace avec nos clients, en leur fournissant les informations nécessaires, en répondant à leurs questions et en collaborant étroitement sur leurs projets de caractérisation des falaises.

Par exemple, cela pourrait inclure des rapports physiques, des présentations en personne, des plateformes en ligne, etc.

Relation client (Customer Relationships)

1. Déterminez comment vous allez interagir et entretenir des relations avec vos clients.

- Lorsque nous établissons une relation avec nos clients, nous cherchons à offrir un service personnalisé et une assistance technique adaptée à leurs besoins spécifiques dans la caractérisation des falaises algériennes. Nous assurons un suivi régulier pour fournir des mises à jour, des rapports et des conseils afin d'optimiser la sécurité des falaises. Notre objectif est de maintenir une relation de confiance à long terme en offrant un excellent support client et en répondant à leurs besoins de manière proactive.

Sources de revenus (Revenue Streams)

1. Identifiez les différentes sources de revenus pour votre activité de caractérisation des falaises algériennes.

- Pour générer des revenus grâce à notre service de caractérisation des falaises algériennes à l'aide des SIG, nous avons identifié plusieurs sources de revenus. Cela comprend la facturation de frais de consultation pour les réunions et les appels avec les clients, des frais de caractérisation basés sur la taille et la complexité des projets, des abonnements à une plateforme en ligne offrant des fonctionnalités avancées, la vente de produits complémentaires tels que des rapports détaillés, ainsi que la possibilité de conclure des contrats de services à long terme. En identifiant ces sources de revenus, nous nous assurons d'établir un modèle économique solide et équilibré pour notre service.

Par exemple, vous pourriez facturer des frais d'abonnement, des honoraires de consultation, des ventes de données géologiques, etc.

Ressources clés (Key Resources)

1. Identifiez les ressources nécessaires pour fournir vos services de caractérisation des falaises algériennes grâce aux SIG.

- Pour mener à bien la caractérisation des falaises à l'aide des SIG, plusieurs ressources clés sont nécessaires. Cela comprend des experts en SIG, des spécialistes géologiques, des logiciels SIG spécialisés, des données géospatiales précises, ainsi que des équipements et des technologies adaptés. Ces ressources sont essentielles pour collecter, analyser et interpréter les données géographiques, fournissant ainsi une caractérisation précise et fiable des falaises. En s'assurant d'avoir ces ressources clés, nous pouvons offrir des services de haute qualité et répondre aux besoins de nos clients dans le domaine de la caractérisation des falaises.

Activités clés (Key Activities)

Déterminez les activités principales que vous devez réaliser pour offrir vos services de caractérisation des falaises algériennes.

- Collecte de données géographiques : Il s'agit de rassembler les données géographiques pertinentes sur les falaises, telles que les relevés topographiques, les images satellites, les données LiDAR, etc. Cette étape est cruciale pour obtenir une base solide d'informations géospatiales.
- Analyse des données : Une fois les données collectées, une analyse approfondie est effectuée pour extraire des informations significatives sur les caractéristiques géologiques des falaises. Cela peut impliquer des techniques d'analyse spatiale, de traitement des données et de modélisation géostatistique.
- Études de faisabilité : Avant de démarrer un projet, un bureau d'études peut réaliser des études de faisabilité pour évaluer la viabilité technique, économique et environnementale du projet. Ces études permettent de déterminer la faisabilité du projet et d'identifier les contraintes et les risques potentiels.
- Génération de cartes : Une fois les données analysées et les modèles établis, des cartes géologiques et géospatiales sont générées. Ces cartes peuvent montrer les différentes couches géologiques, les propriétés géotechniques, les risques potentiels, etc. Elles fournissent une visualisation claire et concise des caractéristiques des falaises.
- Assistance à la maîtrise d'ouvrage : Les bureaux d'études peuvent apporter une assistance à la maîtrise d'ouvrage (AMO) en fournissant des conseils techniques et en accompagnant le client dans la réalisation de son projet. Ils peuvent aider

à la sélection des entreprises prestataires, à la rédaction des cahiers des charges et à la coordination des différentes étapes du projet.

- Recherche et développement : Certains bureaux d'études effectuent également des travaux de recherche et développement (R&D) pour innover et développer de nouvelles technologies, produits ou solutions techniques. Ces activités visent à améliorer les performances, l'efficacité et la durabilité des projets.

En effectuant ces activités clés, nous sommes en mesure de fournir des informations précises et complètes sur les falaises, aidant ainsi nos clients à prendre des décisions éclairées en matière de gestion, de construction ou de protection de ces formations géologiques.

Partenariats clés (Key Partnerships)

1. Identifiez les partenariats importants pour votre activité, tels que les fournisseurs de données, les universités, les institutions gouvernementales, etc.
 - Les partenaires clés jouent un rôle essentiel dans le succès de notre service de caractérisation des falaises. Nous identifions plusieurs partenaires clés, tels que des organismes de recherche, des fournisseurs de données géospatiales, des entreprises spécialisées en technologies SIG, des organismes gouvernementaux et des agences de réglementation, ainsi que des entreprises de construction et d'ingénierie. Ces partenaires contribuent à notre réussite en apportant une expertise supplémentaire, en fournissant des données de qualité, en offrant des technologies avancées, en fournissant des réglementations et des directives spécifiques, ainsi qu'en intégrant les résultats de la caractérisation des falaises dans les projets de construction et d'ingénierie. La collaboration avec ces partenaires clés renforce notre capacité à offrir des services de caractérisation des falaises de haute qualité, adaptés aux besoins de nos clients.

Structure des coûts (Cost Structure)

1. Analysez les coûts liés à l'exécution de votre activité de caractérisation des falaises algériennes grâce aux SIG.
2. Cela peut inclure les salaires des employés, les coûts des logiciels et du matériel, les frais de communication, etc.
 - Salaires des employés : Les salaires des experts en SIG et des spécialistes géologiques en Algérie peuvent varier en fonction du niveau d'expérience et

des responsabilités. Les salaires annuels peuvent aller de 3 000 000 DZD à 8 000 000 DZD pour les postes juniors, et jusqu'à 15 000 000 DZD ou plus pour les postes plus expérimentés.

- Coûts des logiciels et du matériel : Les coûts des logiciels SIG spécialisés peuvent varier en fonction des licences et des fonctionnalités requises. Les dépenses annuelles peuvent se situer entre 500 000 DZD et 2 000 000 DZD. Les coûts matériels, tels que les ordinateurs, les outils de terrain et les périphériques, peuvent représenter un investissement initial d'environ 1 000 000 DZD à 3 000 000 DZD.
- Frais de communication : Les frais de communication, y compris les frais téléphoniques et Internet, dépendent de la taille de l'entreprise et des besoins de communication. Les coûts annuels peuvent varier entre 100 000 DZD et 500 000 DZD.

Il est important de noter que ces chiffres sont des estimations et peuvent varier en fonction de divers facteurs tels que la localisation, la taille de l'entreprise et les spécificités des projets. Il est recommandé de réaliser une évaluation plus précise des coûts en tenant compte de votre situation spécifique et de consulter des experts financiers pour obtenir des chiffres plus précis et adaptés à votre entreprise en dinar algérien.