

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



**MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME
D'INGÉNIEUR EN SCIENCES DE LA MER**

Option : GESTION ET PROTECTION DU LITTORAL

THÈME:

Impact des infrastructures sur la dynamique du littoral de la région de Sablettes (Piquet Blanc), étude comparative des méthodes d'évolution du trait de côte.

Présenté par :

- BOUSSAHA ISLAM
- CHENOUNE ABDELHALIM

Soutenu Le 27 Septembre 2022 devant le jury suivant :

Président	Belkessa R	Professeur	ENSSMAL
Promoteur	Otmani H	MCB	ENSSMAL
Co-Promotrice	Keraghel M	MCB	ENSSMAL
Examineur	Mouhoubi NI	Docteur	LEM
Examineur	Mehdid S	MAA	ENSSMAL

Année universitaire: 2021-2022

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



**MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME
DE MASTER**

Domaine : SCIENCE DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Filière : GEOLOGIE ET AMENAGEMENT DU LITTORAL

Spécialité : GESTION ET PROTECTION DU LITTORAL

THÈME:

Impact des infrastructures sur la dynamique du littoral de la région de Sablettes (Piquet Blanc), étude comparative des méthodes d'évolution du trait de côte.

Présenté par :

- BOUSSAHA ISLAM
- CHENOUNE ABDELHALIM

Soutenu Le 27 Septembre 2022 devant le jury suivant :

Président	Belkessa R	Professeur	ENSSMAL
Promoteur	Otmani H	MCB	ENSSMAL
Co-Promotrice	Keraghel M	MCB	ENSSMAL
Examineur	Mouhoubi NI	Docteur	LEM
Examineur	Mehdid S	MAA	ENSSMAL

Année universitaire: 2021-2022

Remerciements

Ce mémoire n'est pas seulement l'aboutissement de cinq années d'études. C'est aussi la clé qui ouvre la porte à une nouvelle expérience. Grâce à tous ceux que nous avons rencontrés au fil des ans, j'espère que ce mémoire sera la meilleure préparation pour notre prochaine carrière.

Nos premiers remerciements à Dieu tout-puissant de nous avoir accordé la force, la volonté et la patience pour accomplir cet humble travail.

Nous tenons à exprimer notre grande gratitude à Mr Otmani H., le promoteur de ce mémoire, pour son suivi et ses échanges qui nous ont beaucoup apportés tout au long de la réalisation de la fin de notre projet d'études, notamment ses conseils qui vont au-delà du cadre académique sur la façon de devenir de meilleures personnes dans nos vies. Je tiens à le remercier pour la confiance et l'indépendance qu'il nous a accordées. C'est un honneur pour nous de travailler avec lui.

A Mme Keraghel M., qui nous a fait l'honneur d'accepter de participer à la supervision de ce travail, sa disponibilité durant toutes les phases de ce travail et ses notes et suggestions pertinentes ont continuellement améliorées la qualité de ce document.

Nous tenons à remercier sincèrement tous les enseignants et le personnel de notre ENSSMAL, de Mme la directrice aux agents d'accueil, ce fut un plaisir de vous rencontrer.

Nous terminons par un grand merci à nos parents qui nous ont soutenus tout au long de nos études.

Table des matières

Remerciements.....	
Table des matières.....	
Liste des figures	
Liste des tableaux.....	
Liste des abréviations	
Introduction	1
1 Chapitre 01: Cadre général	4
1.1 Contexte.....	4
1.2 Objectif du mémoire	4
1.3 La complexité de la zone côtière	5
1.4 Le littoral en Algérie	7
1.4.1 Situation du littoral en Algérie	7
1.5 Localisation et choix de la zone d'intérêt.....	8
1.5.1 La baie d'Alger.....	8
1.5.2 La zone de Sablettes.....	8
1.5.3 Piquet Blanc.....	9
1.6 Choix de la zone d'intérêt	12
2 Chapitre 02: Diagnostic physique et interaction de facteurs	14
2.1 Etude climatique	14
2.1.1 Données climatologiques	14
2.1.2 Climat général de la zone de Sablettes.....	14
2.1.3 Températures	15
2.1.4 Précipitations	19

2.1.5	Le vent.....	22
2.2	Etude hydrographique	28
2.2.1	Oued El Harrach	28
2.2.2	Oued El Hamiz	29
2.2.3	Evaluation des flux sédimentaires	29
2.3	Etude géologique et géomorphologique.....	30
2.3.1	Cadre géologique	30
2.3.2	Géomorphologie régionale	31
2.4	Etude océanographiques.....	31
2.4.1	La houle.....	31
2.4.2	Les courants.....	37
2.5	Etude sédimentologique	41
2.5.1	Le transport sédimentaire en zone littorale	41
2.5.2	Processus de mouvement des particules	41
2.6	Etude Hydro-sédimentaire.....	45
2.6.1	Les houles de direction Nord Nord-Ouest (340°N).....	45
2.6.2	Les houles de direction Nord (360°N)	47
2.6.3	Les houles de direction Nord Nord-Est (20°N).....	49
2.7	Objectif de l'étude sédimentologique et hydro-sédimentaire	51
2.8	Etude anthropique	52
2.8.1	Évolution de l'urbanisation côtière	52
2.8.2	Les impacts de l'urbanisation et ses conséquences sur le trait de côte.....	54
2.9	Interactions des facteurs	55
3	Chapitre 03: Etude des risques et les différentes méthodes d'évaluation de trait de côte	58
3.1	Introduction	58
3.1.1	Qu'est-ce que le trait de côte?.....	58

3.1.2	Gestion du trait de côte	59
3.2	Les risques côtiers.....	59
3.2.1	L'érosion marine.....	59
3.2.2	Submersion marine	61
3.3	Matériel et méthodes.....	63
3.3.1	Les méthodes d'acquisition et de suivi du trait de côte	63
3.3.2	Les modes d'acquisition des levés de trait de côte dans notre zone d'étude.....	64
3.3.3	Approche méthodologique	66
3.4	Description des méthodes d'analyse du trait de côte	67
3.4.1	Méthode 01: Système d'analyse numérique du littoral (DSAS).....	67
3.4.2	Méthode 02: La méthode des polygones.....	70
3.5	Tableau de comparaison.....	72
3.6	Conclusion.....	74
4	Chapitre 04: Résultats d'évolution spatiotemporelle du trait de côte et Analyse d'impact	76
4.1	Etude de l'évolution de trait de côte par la méthode du DSAS.....	76
4.1.1	Analyse du Net Shoreline Movement (NSM) :	77
4.1.2	Analyse de la méthode End Point Rate (ERP) :	80
4.1.3	Analyse de la méthode Shoreline Change Envelope (SCE) :.....	83
4.1.4	Conclusion sur la méthode de DSAS.....	85
4.2	Etude de l'évolution de trait de côte par la méthode du polygone	86
4.2.1	Evolution du trait côte entre 1959 -1972 :.....	86
4.2.2	Evolution du trait de côte entre 1972 -1980 :.....	87
4.2.3	Evolution du trait de côte entre 1980 - 1999 :.....	88
4.2.4	Evolution du trait de côte entre 1999 -2014 :.....	89
4.2.5	Evolution du trait de côte entre 2014 -2015 :.....	90

4.2.6	Evolution total du trait de côte de chaque processus	91
4.2.7	Evolution totale du trait de côte entre 1959-2015	93
4.2.8	Conclusion sur la méthode des polygones	97
4.3	Conclusion sur l'évolution spatiotemporelle et l'Analyse d'impact	98
	Conclusion générale	100
	Références bibliographiques.....	103
	Annexes	I

Liste des figures

Figure 1: Densité de la population, (Algérie Du Nord), 2015	7
Figure 2: Localisation de la baie d'Alger par rapport à l'Algérie, l'Afrique Du Nord et la mer Méditerranée (Google Earth), 2022	8
Figure 3: Localisation de la zone d'étude par rapport à la baie d'Alger (Google Earth Pro), 2022.....	9
Figure 4: L'emplacement de la zone d'étude par rapport à la Sablettes (Google Earth Pro), 2022.....	10
Figure 5: Le début de la formation de plage avec l'avancement du projet (Google Earth Pro), 11/2013	11
Figure 6: La zone de Piquet Blanc, (Google Earth pro) 2022	11
Figure 7: Courbe de la différence entre les températures les plus élevées et les plus basses dans la station de Dar Al-Beida entre 2011 - 2021 en degrés Celsius	17
Figure 8: Courbe de la température mensuelle moyenne de Dar Al-Baida entre 2011-2021 en degrés Celsius	17
Figure 9: Courbe des températures moyennes mensuelles en mer près de la baie d'Alger entre 2017-2022 en degrés Celsius (Puertos.Es, 2022)	18
Figure 10: Histogramme des taux de précipitation par mois au niveau de la baie d'Alger entre 2011 -2021 (Météo Algérie, 2022)	20
Figure 11: Rose de précipitation par mois au niveau de la baie d'Alger entre 2011 -2021.....	20
Figure 12: Taux de précipitation par saison au niveau de la baie d'Alger (Météo Algérie, 2022).....	21
Figure 13: Position géographique du Simart Point (Google Earth 2022)	23
Figure 14: Rose des vents annuelle par Excel de la période de 2011 à 2021 (Météo Algérie, 2022)	24
Figure 15: Vitesse moyenne du vent pour chaque saison par m/s à Alger 2011 -2021	25
Figure 16 : Rose des vents pour la zone d'étude pour les mois d'hiver, exprimée en mètres par seconde entre 2011-2021 ("Puertos.es," 2022a).....	25

Figure 17: Rose des vents pour la zone d'étude pour les mois de printemps, exprimée en mètres par seconde entre 2011-2021 ("Puertos.es," 2022a).....	26
Figure 18 : Rose des vents pour la zone d'étude pour les mois d'été, exprimée en mètres par seconde entre 2011-2021 ("Puertos.es," 2022a).....	26
Figure 19 :Rose des vents pour la zone d'étude pour les mois d'automne, exprimée en mètres par seconde entre 2011-2021 ("Puertos.es," 2022a).....	27
Figure 20: Vitesses mensuelles moyennes du vent au cours des dix dernières années 2011-2021, en mètres par seconde ("Puertos.es," 2022a).....	27
Figure 21: Localisation de Oued El Harrach et Oued El Hamiz par rapport à la zone d'étude (Google Earth 2022).....	28
Figure 22: Carte géologique de la baie d'Alger (JICA 2006)	30
Figure 23: Caractéristiques de la houle (Culture Maritime, 2022)	32
Figure 24: Grandeurs caractéristiques des houles (Culture Maritime, 2022).....	33
Figure 25: Rose des hauteurs significatives au large par direction 2011-2021 (Puertos.es)..	35
Figure 26: Histogramme des hauteurs significatives au large par direction de 2011-2021	35
Figure 27: Rose de la houle dans la zone d'étude 2011-2021 (Puertos.es)	36
Figure 28: Histogramme de la direction et l'amplitude des houles dans la zone d'étude.....	36
Figure 29: Bilan des courants et dynamique sédimentaire dans la baie d'Alger (LEM, 2014a)	38
Figure 30: Schématisation du courant de retour sur une plage homogène (Castelle, 2004) ...	39
Figure 31: Schématisation de courant de dérive (LEYVA, 2005).....	39
Figure 32: Schématisation de courant sagittal et de transport sédimentaire (MEZOUAR, 2009)	40
Figure 36: Processus de mouvement du particules (Boulvain, 2021b).....	42
Figure 37: Représentation schématique des modes de transport (Universalis, 2022).	42
Figure 38: La dérive littorale (Universalis, 2022)	43
Figure 39: Répartition des sédiments superficiels dans la baie d'Alger (LEM 2009)	44

Figure 37: Carte de répartition du champ de réfraction de la houle, MWD=340° ; H=1.39 ; T=8s dans le secteur Nord Nord-Ouest (2019).....	45
Figure 38: Carte de répartition du champ des courants, MWD=340° ; H=1.39 ; T=8s dans le secteur Nord Nord-Ouest (2019)	46
Figure 39: Carte de répartition du flux sédimentaire, MWD=340° ; H=1.39m ; T=8s dans le secteur Nord Nord-Ouest (2019)	46
Figure 40: Carte de répartition du champ de réfraction de la houle, MWD=360° ; H=2.47 ; T=8s dans le secteur Nord	47
Figure 41: Carte de répartition du champ des courants, MWD=360° ; H=2.47 ; T=8s, dans le secteur Nord.....	47
Figure 42 : Carte de répartition du flux sédimentaire, MWD=360° ; H=2.47m ; T=8s, dans le secteur Nord.....	48
Figure 43: Carte de répartition du champ de réfraction de la houle, MWD=20° ; H=2.20 ; T=8s, dans le secteur Nord Nord-Est	49
Figure 44: Carte de répartition du champ des courants, MWD=20° ; H=2.20 ; T=8s, dans le secteur Nord Nord-Est.....	49
Figure 45: Carte de répartition du flux sédimentaire, MWD=20° ; H=2,20 ; T=8s, dans le secteur Nord Nord-Est.....	50
Figure 46: Taux d'urbanisation côtière (Rabehi et al., 2018).....	52
Figure 47: Densité de population par commune (Rabehi et al., 2018)	53
Figure 48: Indice de vulnérabilité côtière IVC par commune (Rabehi et al., 2018).....	53
Figure 49: Diagramme d'interactions des facteurs	55
Figure 50 : Profil de plage standard (France Nature Environnement, 2014)	58
Figure 51: Explication des trois modes de submersions marines (ORRM, 2022).....	62
Figure 52: Les trois modes de submersions marines (ORRM, 2022).....	62
Figure 53: Les méthodes d'acquisition et de suivi du trait de côte (BRGM, 2012)	63
Figure 54: La méthodologie de suivi du trait de côte de (BRGM, 2012)	66
Figure 55: Méthodes numériques d'évaluation de trait de côte	67

Figure 56:La méthodologie de suivi du trait de côte avec l'application de DSAS (Otmani et al., 2019).....	69
Figure 57 : Méthodologie de surveillance côtière avec l'application de la méthode des polygones (ESRI, 2015)	71
Figure 58: Carte des transects issus de l'application du DSAS sur la zone du Piquet Blanc numérotés d'Ouest en Est.	76
Figure 59: Illustration du rythme d'évolution du trait de côte NSM en m entre 1959_2015..	77
Figure 60: Représentation graphique des changements moyens de la position de la ligne de rivage de la zone d'étude durant la période 1959_2015 par (m).	77
Figure 61: La distance entre le trait de côte le plus ancien et le plus récent 1959-2015 par mètre montré sur une carte de Google Earth 2022	78
Figure 62: La distance entre les deux traits de côte 1999 et 2015 en mètre.....	79
Figure 63: Illustration du rythme d'évolution du trait de côte EPR en m/an entre 1959_2015.	80
Figure 64: Représentation graphique des variations des paramètres d'évolution de trait de côte EPR en m/an.....	80
Figure 65: Taux de variation entre 1959-2015 exprimé par mètre / an montré sur une carte de Google Earth 2022	81
Figure 66: Taux de variation entre 1999-2015 exprimé par mètre / an	82
Figure 67: Illustration du rythme d'évolution du trait de côte EPR en m/an entre 1959_2015	83
Figure 68:Histogramme de la plus grande distance entre tous les traits de côtes par mètre entre 1959-2015	83
Figure 69: La plus grande distance entre tous les traits de côtes par mètre entre 1959-2015. 84	
Figure 70: Evolution du trait de côte entre 1959 -1972 illustrée sur une carte de (Google Earth 2022)	86
Figure 71: Evolution du trait de côte entre 1972 -1980 illustrée sur une carte de (Google Earth 2022)	87

Figure 72 : Evolution du trait de côte entre 1980-1999 illustrée sur une carte de (Google Earth 2022)	88
Figure 73: Evolution du trait de côte entre 1999 -2014 illustrée sur une carte de (Google Earth 2022)	89
Figure 74: Evolution de trait de côte entre 2014 -2015 illustrée sur une carte de (Google Earth 2022)	90
Figure 75: L'accumulation totale 1959-2015 selon la méthode de polygone illustrée sur une carte de (Google Earth 2022).....	91
Figure 76: L'érosion totale entre 1959-2015 selon la méthode des polygones illustrée sur une carte de (Google Earth 2022).....	92
Figure 77: Evolution totale du trait de côte entre 1959-2015 illustrée sur une carte de (Google Earth 2022)	93
Figure 78: Histogramme de comparaison entre les surfaces d'accumulation et d'érosion dans la zone d'étude entre 1959 et 2015	94
Figure 79: Courbe d'intégration de la surface d'accumulation annuelle entre 1959 et 2015 avec une représentation du coefficient de variation linéaire R^2	94
Figure 80: Evolution totale du trait de côte entre 1959-2015.....	94
Figure 81: Traçage des processus d'érosion et d'accumulation au cours des années de 1959 à 2015 dans le Piquet Blanc	95
Figure 82: Les paramètres statistiques SNA, ACR, SLA extraits de la méthode de polygone	96
Figure 83: Digitalisation du trait de côte de l'année 1959 avec la ligne de base	VIII
Figure 84: Digitalisation du trait de côte de l'année 1972 avec la ligne de base	VIII
Figure 85: Superposition des deux polygones et extraction de la différence de surface	IX
Figure 86: Evolution du trait de côte entre 1959-2022 (Google Earth 2022)	X

Liste des tableaux

Tableau 1: Distribution des températures moyennes mensuelles pour la période entre 2011-2021 (Dar-El-Beida, 2022).....	16
Tableau 2: La distribution des moyennes mensuelles des précipitations au niveau de la station de Dar El Beida (2011-2021).....	19
Tableau 3: Les coordonnées de SIMAR Point n°2120082.....	22
Tableau 4: Caractéristique générales d'Oued El-Harrach et EL Hamiz (Calvert and Dosseur, 1974)	29
Tableau 5: Caractéristiques de la houle annuelle et ciquantennale au large (LEM, 2016)	34
Tableau 6: Caractéristique de la houle annuelle de période T=8s (BOUDAB and HADJ DJILANI, 2019).....	45
Tableau 7: Causes naturelles et anthropiques de l'érosion côtière (MSP Québec, 2022).....	60
Tableau 8: Années et échelles de la photo aérienne PROJET AMIS 2004 (BOUKHDICHE, 2017)	64
Tableau 9: Les erreurs du DGPS (BOUKHDICHE, 2017).....	65
Tableau 10: Tableau de comparaison entre les deux méthodes DSAS et polygone (Koubzili and Boumessaoud, 2017)	72

Liste des abréviations

SSMO: Summary of Synoptic Meteorological Observation
ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques
DSAS: Digital Shoreline Analysis System
GPS: Global Positioning System
DGPS: Deferential Global Positioning System
NSM: Net Shoreline Movement
EPR: End Point Rate
SCE: Shoreline Change Envelope
LRR: Linear Regression Rate
LSM: Least Square Method
SIG: System d'Information Géographique
UTM: Universel Transverse Mercator
ULM: Ultra Léger Motorisé
WGS: World Geodesic System
US: United States
USGS: U.S. Geological Survey
MNT : Modèle Numérique de Terrain
NGA : Nivèlement Général Algérie
Esri: Environmental System Research Institute
UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
FEMA: Federal Emergency Management Agency
NOS: National Ocean Service
LEM : Laboratoire des Etudes Maritimes
O.N.M : Office National de Météorologie
ONT : Office National du Tourisme
ORRM : Observatoire Régional des Risques Majeurs
BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
GIANT: General Integrated Analytical Triangulation Program
GIZC : Gestion Intégrée des Zones Côtières
O.N.S.M : Office National de Signalisation Maritime

IVC : indice de vulnérabilité côtière

Q : le débit volumique

Hm³ : Hectomètre cube

H : Hauteur de la houle au large

L : Longueur d'onde

Hs : Hauteur significatif de la houle

Tp : Période de pique

m : mètre.

m² : mètre carré.

D : dimension caractéristique

m³ : mètre cube

mm : millimètre

s : seconde

Km²: kilomètre carré

Km : kilomètre

R² : La régression linéaire

Hab. /Km² : habitat par kilomètre carrée

N : Nord

E : Est

S : Sud

O : Ouest

°C : degré Celsius

dpi : Dots per inch

etc. : et cetera

Introduction

Introduction

Le système côtier comprend une série de sous-systèmes interdépendants caractérisés par des paramètres et des processus variés à l'interface entre une unité morphologique et un agent dynamique. L'état particulier d'un système peut être défini par des paramètres clefs telles que la morphologie et la forme. Un des exemples les plus clairs d'une telle approche morpho-dynamique appliquée aux études littorales a été la reconnaissance d'états des plages qui peuvent être définis en fonction de la forme du littoral, de la composition de la plage ou de l'impact des infrastructures sur d'autres paramètres (Wright et Short, 1984).

L'érosion côtière est un facteur de plus en plus important dans la gestion des zones côtières à l'échelle planétaire. La synthèse des résultats sur l'aménagement du littoral à l'échelle nationale, continentale, voire mondiale fait un constat similaire: les modifications anthropiques des paysages littoraux ont un impact direct sur les milieux côtiers.

Les submersions marines sont la conséquence de fortes tempêtes et peuvent aussi être influencées par le marnage de la mer ou l'océan (Hénaff and Philippe, 2014).

La côte des Sablettes de la baie d'Alger (la zone de Piquet Blanc) a connu ces dernières années un problème d'érosion et d'occupation intense de sol, ces dernières sont inévitables à toutes les échelles (locale, régionale, nationale et internationale).

Dans ce mémoire, nous répondrons à deux questions qui sont à la base de la réalisation de cette recherche :

- Quel est l'impact des infrastructures placées dans la zone côtière de Piquet Blanc sur la dynamique des sédiments ?
- Quelles sont les meilleures méthodes modernes et méthodologies globales contemporaines utilisées pour étudier et suivre l'évolution de ligne de rivage ?

- Dans le but de répondre à notre problématique, le mémoire s'organise en quatre (04) chapitres:

Le premier chapitre est consacré à la synthèse des connaissances nécessaires pour traiter ce sujet. Il nous présente également la zone d'étude, Piquet Blanc, quant à sa localisation en Méditerranée et dans la baie d'Alger, ainsi que les zones qui lui sont adjacentes, afin de dresser un état de l'art en matière de théorie des concepts et des outils permettant de comprendre et d'expliquer la localisation et le positionnement du système étudié.

Introduction

Le deuxième chapitre fait l'objet d'une description de notre zone d'étude, en traitant différents aspects de la zone: météorologique, hydrographique, sédimentologique, géographique, géomorphologique, océanographiques, et Anthropique.

Le troisième chapitre traite d'abord le concept de trait de côte et de sa gestion, puis présente les dangers dans les zones côtières qui affectent le développement du littoral, qui sont représentés par la submersion marine et l'érosion côtier, puis il enchaîne par mentionner les différents moyens d'extraction du trait de côte.

Ensuite, il nous présente, de manière comparative, deux approches d'étude des côtes : l'utilisation de l'approche extension DSAS 3.4 pour Arc GIS 10.4 et l'approche polygone pour le même programme, en mettant en évidence les avantages et les inconvénients de chacune des approches.

Le quatrième chapitre est consacré à l'application de l'approche des transects et l'approche par polygones respectivement dans la zone d'étude Piquet Blanc entre les années 1959 - 2015 où il décrit l'approche systématique utilisée pour l'expérimentation sur site par les deux techniques de traitement et d'analyse de données utilisant le logiciel (ArcGIS 10.4), avec la représentation et l'interprétation des résultats afin que nous puissions voir les deux phénomènes (érosion et accumulation) et leur impact sur le trait de côte de la zone d'étude au cours des 56 dernières années.

Cadre général

1 Chapitre 01: Cadre général

1.1 Contexte

Cette étude est considérée comme une vérification pratique et une évaluation des effets du plan stratégique de l'état d'Alger représenté dans le développement de la façade côtière de la baie d'Alger dans le cadre de la mise en place du corridor écologique.

A travers cette recherche, les travaux de protection et d'aménagement de la bande littorale dans la région de la « Sablettes » seront évalués pour montrer les effets des infrastructures sur la dynamique côtière dans l'axe de recherche « **Piquet Blanc** », en plus de présenter une étude de l'aménagement du littoral dans la région concernée en utilisant les dernières technologies représentées dans le système d'information géographique et cela se fait en appliquant différentes méthodes d'analyse côtière avec une indication des différences entre les méthodes appliquées, ainsi que les avantages et les inconvénients de chaque méthode pour arriver à la meilleure façon d'analyser notre zone.

1.2 Objectif du mémoire

Ce travail comprend une synthèse des caractéristiques côtières de la région de Sablettes dans la baie d'Alger à travers l'application des méthodes d'analyse (elle sera détaillée plus tard) côtière sur la zone d'étude « **Piquet Blanc** », Afin d'identifier les effets des infrastructures et de comparer les dynamiques côtières de la région à l'aide des méthodes d'aménagement de la bande côtière (LEM, 2014a).

Ce mémoire décrit l'impact croissant des infrastructures contre les régions côtières avec les mesures dans laquelle la côte peut répondre aux pressions externes sans perdre ses fonctions réelles ou potentielles.

La résilience côtière a des composantes morphologiques, écologiques et économiques, chacune représentant un autre aspect de la capacité d'adaptation du système côtier aux perturbations. L'amélioration de la résilience côtière est de plus en plus considérée comme un moyen rentable de se préparer à des changements futurs incertains tout en préservant les opportunités de développement côtier (Berezowska-Azzag et al., 2014).

1.3 La complexité de la zone côtière

La côte est la confluence de l'interface atmosphérique, la biosphère, la lithosphère et l'hydrosphère.

Ce système sensible est soumis à trois facteurs :

- L'influence continentale à travers : les caractéristiques de la structure géologique (Topographie des zones côtières, classification des roches et de leurs types),
- Influence marine par : influence des facteurs hydrodynamiques (**houle et vagues, niveau de la mer**),
- Ainsi que l'influence de l'atmosphère : (**les processus d'érosion**), qui contribuent à l'altération des terres côtières et intérieures.

A ces trois influences, il faut aussi ajouter les actions et interventions humaines de ces dernières années, qui ont la même importance et le même effet (HATTABI and KADDOUR, 2018).

L'évolution du littoral est le résultat des dites influences, qui varie selon des caractéristiques spatio-temporelles (c'est-à-dire qu'elle est soumise aux conditions de temps, telles que les changements climatiques, les périodes géologiques mineures et majeures, et les changements spatiaux comme la modification de la forme de concentration de la population et de la localisation des tremblements de terre et des événements géologiques). La compréhension de cet environnement dynamique et en constante évolution nécessite une approche systématique imbriquées (**interdisciplinaire, arborescente**) afin d'étudier les milieux côtiers et de mieux comprendre les règles de leur dynamique et les influences qui conduisent à leur dysfonctionnement.

Une approche systématique de "L'analyse spatiotemporelle" est adoptée pour appliquer l'étude, cette approche fait appel à trois idées principales :

- La complexité
- Le rôle premier des interactions,
- L'organisation de l'espace (**homogénéité ou hétérogénéité spatiale**).

Pour l'étude et l'analyse des environnements côtiers, la théorie des systèmes complexes est fréquemment appliquée (La théorie des systèmes complexes est une théorie qui vise à étudier un ensemble constitué d'un grand nombre d'entités en interaction dont l'intégration permet

Chapitre 01: Cadre général

d'atteindre un objectif commun. Les systèmes complexes sont caractérisés par des propriétés émergentes qui n'existent qu'au niveau du système et ne peuvent être observées au niveau de ses composants. (Mermet et al., 2005)

Dans le cas de notre étude, les études est appliquée aux milieux côtiers et leurs entités en interaction représentent les trois effets mentionnés ci-dessus.

Cette perception et cette perspective sont à l'origine du développement d'approches dynamiques géomorphologiques et hydrologiques sédimentaires, qui aident grandement à étudier le comportement des changements périodiques des milieux côtiers et des zones côtières, en particulier l'impact des infrastructures sur le littoral. (HATTABI et KADDOUR, 2018)

1.4 Le littoral en Algérie

1.4.1 Situation du littoral en Algérie

Le littoral algérien est un écosystème sensible et fragile qui subit en permanence des dégradations dues à l'augmentation de la population et à la pression des activités économiques et des infrastructures le long de la bande côtière estimée à plus de 1622 km de long (Figure 1).

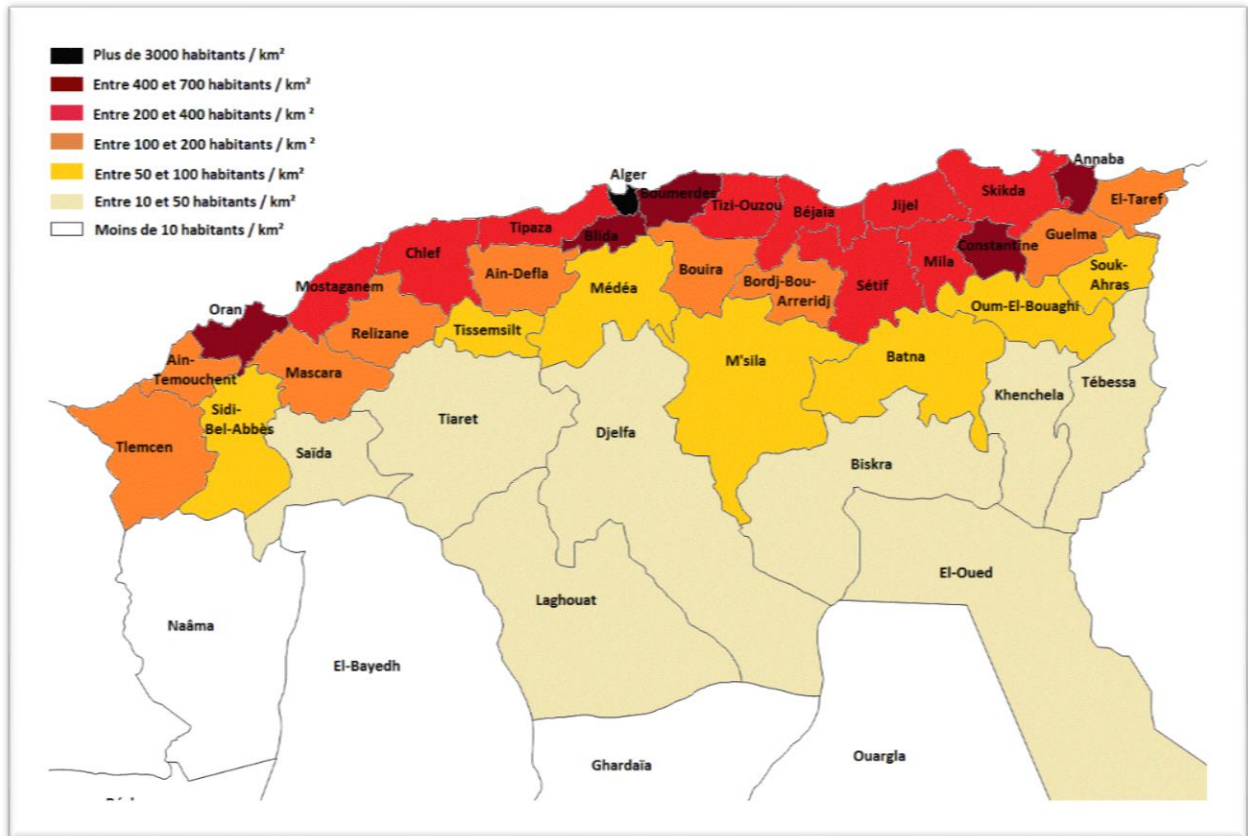


Figure 1: Densité de la population, (Algérie Du Nord), 2015

Le problème est encore compliqué en Algérie par la répartition déséquilibrée sur le territoire national, où près des 66% de la population algérienne est concentrée sur le littoral, qui ne représente que 4% du territoire, alors que 8% de la population est dispersée à travers le Sahara qui couvre 87% de la territoire national (Douibi and Ferdi, 2020).

La compréhension du problème de forte concentration de population permet d'appréhender les problèmes d'occupation du sol qui se poseront après la réalisation de l'infrastructure, elle-même perçue comme un facteur négatif dans la dynamique sédimentaire.

1.5 Localisation et choix de la zone d'intérêt

1.5.1 La baie d'Alger

La baie d'Alger se trouve dans la partie centrale de la côte algérienne. De forme courbe de 180 km², elle est délimitée par le Cap **Matifou (El Marsa)** à l'est et la **Pointe-Pescade (Rais Hamidou)** à l'ouest (Figure 2).

Localisation de la baie d'Alger par rapport à l'Algérie et la mer Méditerranée

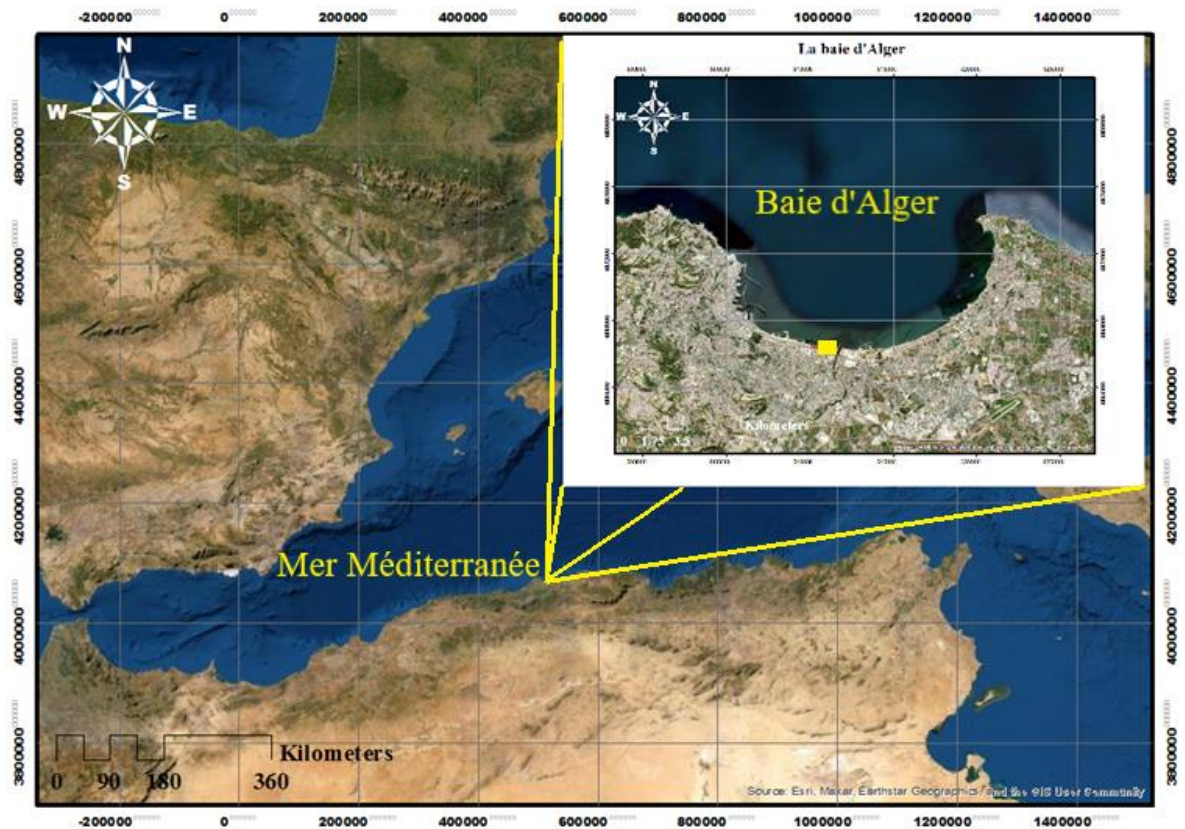


Figure 2: Localisation de la baie d'Alger par rapport à l'Algérie, l'Afrique Du Nord et la mer Méditerranée (Google Earth), 2022

1.5.2 La zone de Sablettes

Le site de notre étude « Piquet Blanc » est situé dans la zone "Sablettes" (Figure 3), il est donc nécessaire de connaître la localisation et les caractéristiques de la zone de Sablettes avant d'aborder le site à étudier en particulier.

Premièrement, la zone de Sablettes fait partie du projet de développement de Oued El Harrach, cette bande côtière s'étend sur **4,5 km**, de l'embouchure de l'Oued El Harrach

(commune de Mohammedia) à l'Est jusqu'à la station de dessalement des eaux d'El Hamma (Commune de Sidi M'Hamed).



Figure 3: Localisation de la zone d'étude par rapport à la baie d'Alger (Google Earth Pro), 2022

1.5.3 Piquet Blanc

Le Piquet Blanc (Figure 4) est située à l'extrême est de la zone de Sablettes, adjacent à Oued El Harrach,

Les travaux d'aménagement de Piquet Blanc, notre zone d'étude, ont débuté en 2013, devenant l'une des 80 plages agréées de la capitale.

- Juin 2013 : Implantation d'un épi en face de la première passerelle projetée de Caroubier (23-04-2013).

- longueur de l'épi 395 m.
- longueur du quai 80m.
- tirant d'eau communiqué (4 à 5 m).
- distance entre axe de la passerelle et l'épi 15m.

L'emplacement de La Zone d'étude Par Rapport à La Sablettes



Figure 4: L'emplacement de la zone d'étude par rapport à la Sablettes (Google Earth Pro), 2022

De manière générale un transport préférentiel s'effectue dans la zone d'implantation de la jetée d'Est en Ouest. Il a été confirmé aussi lors de l'avancement des travaux qu'au niveau du premier tronçon, la formation d'une plage en poche (plage de Piquet Blanc) (Figure 5) au droit de l'épi n°1 dès l'avancement des travaux (LEM, 2014b).

Chapitre 01: Cadre général



Figure 5: Le début de la formation de plage avec l'avancement du projet (Google Earth Pro), 11/2013

Coordonnées géographiques

Ses coordonnées géographiques sont : lat. **36° 44.64' N**, et long. **3° 07.04 E** (Figure 6).



Figure 6: La zone de Piquet Blanc, (Google Earth pro) 2022

1.6 Choix de la zone d'intérêt

Nos recherches sont menées dans la zone de Piquet Blanc dans la commune d'Hussein Day située sur le front de Sablettes dans la wilaya d'Alger.

Plusieurs raisons ont été identifiées pour choisir Piquet Blanc comme lieu d'étude :

- I. La zone d'étude se situe dans la baie d'Alger, qui a déjà fait l'objet de nombreuses études dans le domaine
- II. La région est soumise à une forte pression démographique et infrastructurelle, puisqu'elle est considérée comme une destination touristique côtière, ce qui signifie qu'elle est dans une dynamique permanente et face à une porte ouverte de projets côtiers, Elle est une zone appropriée pour déterminer et mieux comprendre les impacts des infrastructures.
- III. Un domaine nouvellement accompli, avec des normes contemporaines, qui facilite le processus d'étude en utilisant des méthodes d'étude techniques modernes.
- IV. Une zone stratégique pour l'étude de la dynamique côtière, de par sa localisation à proximité de diverses sources sédimentaires (Oued El Harrach, Oued El Hamiz ...).
- V. Le support technique est assuré par LEM, la société chargée du suivi du projet de la zone d'étude, ce qui nous a ouvert la porte pour partager avec nous les données du projet.
- VI. La proximité de la zone d'étude, qui permis de faire des visites de terrain dans les meilleures conditions, ainsi que des entretiens avec les responsables de la mise en œuvre du projet dans la société LEM, l'échanger d'informations avec les ingénieurs, et d'examiner les documents liés au projet.
- VII. La possibilité d'appliquer les méthodes d'étude de la bande côtière dans la région.

Diagnostic physique et interaction de facteurs

2 Chapitre 02: Diagnostic physique et interaction de facteurs

2.1 Etude climatique

2.1.1 Données climatologiques

La détermination du caractère de climat est très importante pour mieux apprécier les régimes hydrodynamiques se déployant dans notre zone d'étude et qui sont responsables de toute transformation morpho-sédimentaire.

Le secteur Est algérois est caractérisée par un étage bioclimatique subhumide avec un hiver doux et relativement pluvieux. Le climat de cette région est de type méditerranéen caractérisé par une saison humide de huit mois et une période sèche de quatre mois correspondant à la saison estivale.

Cette étude présente l'analyse des trois paramètres les plus importants à savoir : les températures, les vents et les précipitations, cette évaluation s'est effectuée à la base des données disponibles au niveau de la station de Dar El Beida allant de 2011 à 2021.

2.1.2 Climat général de la zone de Sablettes

La zone d'étude connaît un climat méditerranéen avec une saison pluvieuse s'étalant de septembre à mai et un été sec, considéré toutefois comme un climat tempéré dû à l'action modératrice de la mer. L'amplitude diurne au cours d'une année est inférieure à 10°C. En bordure de la côte, les gelées et la neige y sont pratiquement inconnues ("LEM," 2018).

Le climat est typiquement méditerranéen, avec des hivers doux et pluvieux et des étés chauds et ensoleillés.

Les précipitations sont abondantes dans le centre, où elles varient entre 600 et 1000 millimètres, avec une grande partie des précipitations se produisant entre Octobre et Avril, alors que l'été est ensoleillé, l'air est humide, mais il y a aussi la brise de la mer ("Clima," 2022).

2.1.3 Températures

En général, les températures dans les régions côtières connaissent un adoucissement dû à la proximité de la mer, c'est le cas de notre zone d'étude.

La bande côtière des Sablettes bénéficie d'un climat méditerranéen tempéré dû à l'action modératrice de la mer, on assiste à une saison des pluies qui s'étend de moins de septembre à mai, et à un été sec, cela pourrait expliquer pourquoi le long de la côte algéroise, la neige et le gel sont inconnus. Cette côte connaît alors un taux d'humidité élevé tout au long de l'année. (LEM, 2014a)

L'étude de la variation de température est basée sur le traitement des résultats d'analyses mensuelles de température calculées à partir des enregistrements effectués régulièrement à la station de Dar El Beida couvrant une période de 10 ans, les résultats figurant dans le Tableau 1 et (Figure 7, Figure 8 et Figure 9) montrent deux périodes distinctes :

- Une période hivernale relativement froide qui s'étend sur une période de 6 mois de Novembre à Avril avec un minimum moyen de $-0,7\text{ C}^\circ$ est enregistrée en Février.
- Une période estivale relativement chaude qui s'étend sur une période de 6 mois, notant que des pics de température pouvant atteindre $42,2\text{ C}^\circ$ sont enregistrés au mois de Juin.

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

Tableau 1: Distribution des températures moyennes mensuelles pour la période entre 2011-2021 (Dar-El-Beida, 2022)

STATION DAR EL BEIDA	MAX MOYENNES MENSUELS °C	MIN MOYENNES MENSUELS °C	MOYENNES MENSUELLES °C
JAN	23.8	-0.3	10.9
FEV	26.3	-0.7	11.2
MAR	33.2	0.1	13.6
AVR	31.2	4.4	16
MAI	39.2	4.6	18.9
JUN	42.2	8.5	22.8
JUL	40.8	14.2	26.2
AOU	41.5	15.2	26.6
SEP	40	11.5	23.9
OCT	38	5	20.3
NOV	32.3	3.2	15.3
DEC	26.9	-0.5	12
MOYENNE ANNUELLE	34.6	5.4	18.1

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

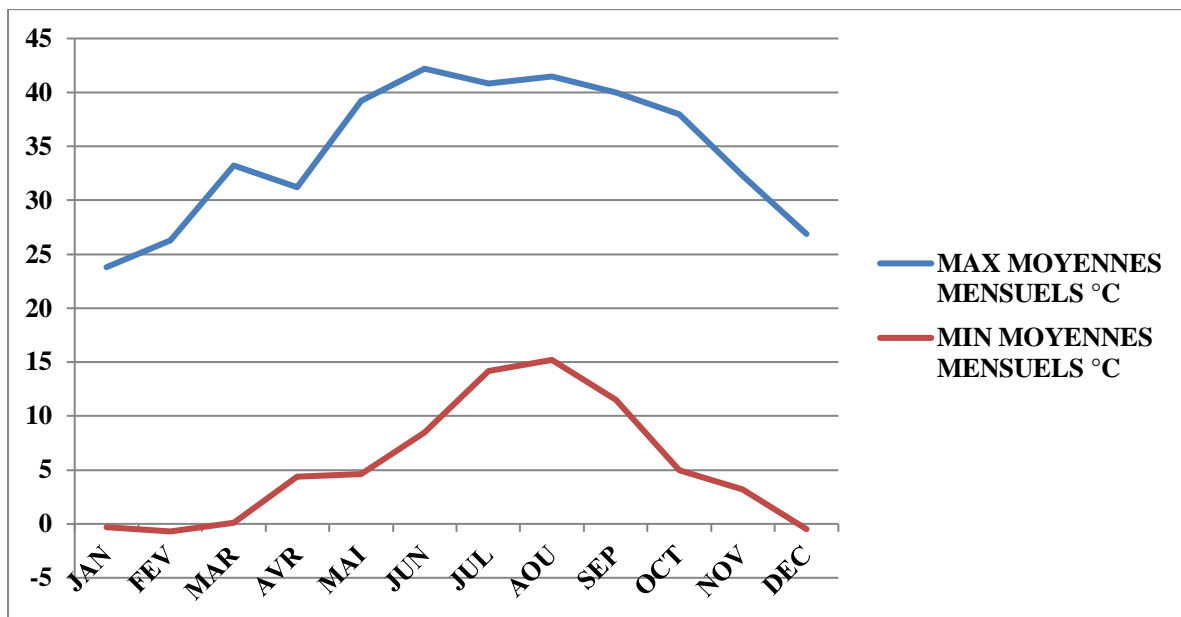


Figure 7: Courbe de la différence entre les températures les plus élevées et les plus basses dans la station de Dar Al-Beida entre 2011 - 2021 en degrés Celsius

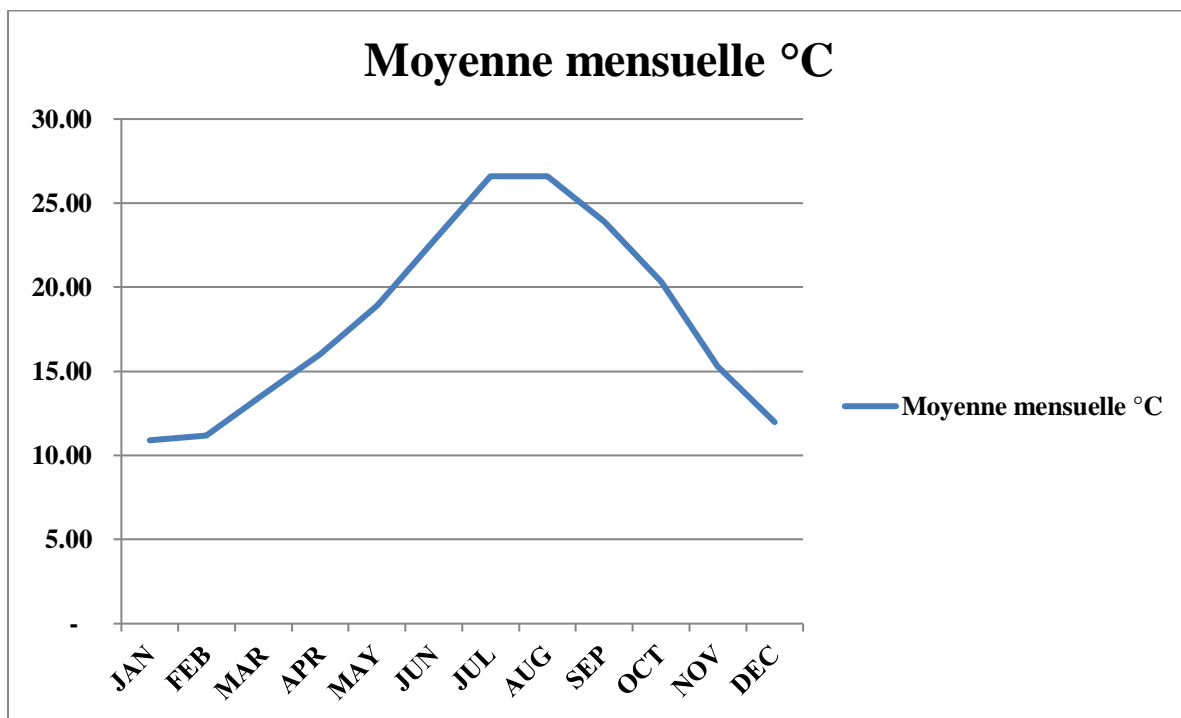


Figure 8: Courbe de la température mensuelle moyenne de Dar Al-Baida entre 2011-2021 en degrés Celsius

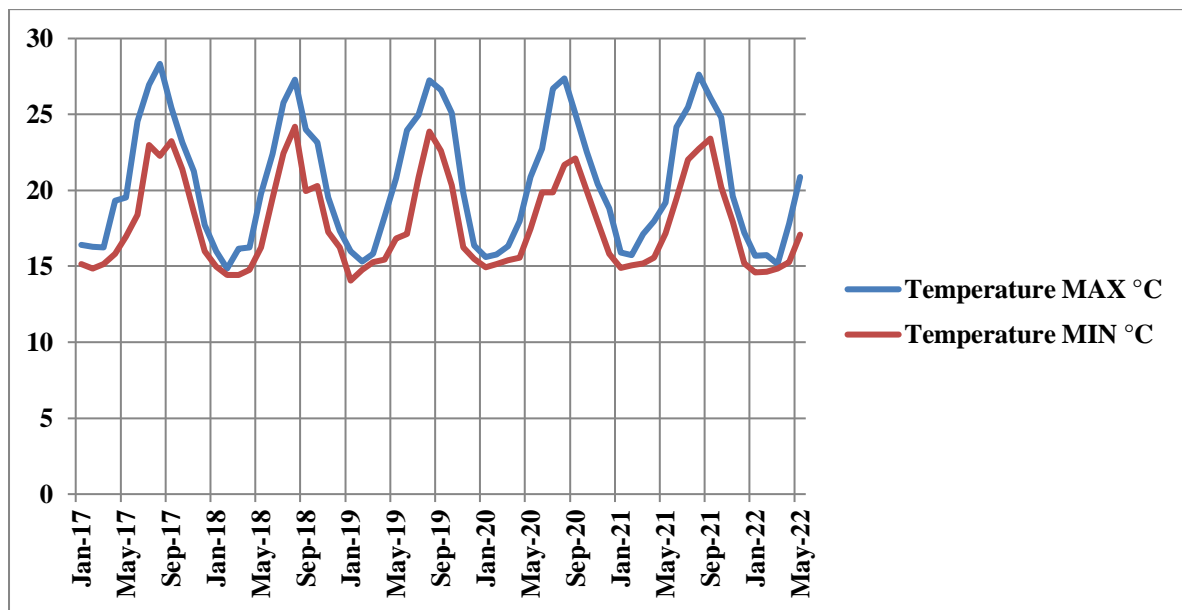


Figure 9: Courbe des températures moyennes mensuelles en mer près de la baie d'Alger entre 2017-2022 en degrés Celsius (Puertos.Es, 2022)

Discussion

L'analyse des températures moyennes mensuelles (Figure 8) du littoral présente une période estivale caractérisée par des températures qui sont relativement élevées avec 22.8°C en Juin, 26.2°C pour Juillet et 26.6°C au mois d'Août. Quant au mois le plus froid, c'est celui de Janvier avec 10.9°C.

La valeur maximale de la température est enregistrée durant le mois de Juin avec une valeur de 42.2°C, tandis que la température minimale est enregistrée durant le mois de Février et qui ne dépasse pas -0.7°C.

La Figure 9 montre les températures les plus élevées et les plus basses en mer près du baie d'Algérie, selon les données enregistrées au Centre de recherche espagnol au cours des dernières années pour montrer les changements climatiques en cours en mer Méditerranée, ainsi que la modération des températures après la pandémie de Corona virus, où l'on note une baisse d'environ deux degrés des températures enregistrées dans les périodes hivernales.

2.1.4 Précipitations

Les précipitations sur la région varient de 600 à 1000 mm et tombent en 80 jours en moyenne. Elles sont très irrégulièrement réparties à l'échelle annuelle. On observe une croissance rapide de la pluviosité de septembre à décembre puis une décroissance plus lente jusqu'en Juillet et enfin des pluies quasiment nulles en Juillet et en Août. (Climatsetvoyages, 2022)

Les traitements statistiques des données acquises au niveau de la station de Dar El Beida couvrant une période de 10 ans allant de 2011 à 2021 (Tableau 2) nous a permis de tracer l'histogramme des moyennes mensuelles des précipitations dans la zone de Sablettes (Figure 10), ces traitements montrent que la région se caractérise par deux périodes distinctes :

- Période hivernale pluvieuse dont les pluies se concentrent entre le mois de Septembre et le mois de Mai. Elles atteignent leur maximum au mois de Novembre avec 99,93mm.
- La période estivale sèche s'étale du mois Juin jusqu'à Août avec un minimum enregistré au mois d'Août avec 0.85mm.

Tableau 2: La distribution des moyennes mensuelles des précipitations au niveau de la station de Dar El Beida (2011-2021)

Les mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aôut	Sep	Oct	Nov	Déc
Moyenne mensuelle (mm)	60.6	54.6	62.5	65.4	40.5	9.7	1.4	0.8	46.8	50.7	99.9	60.3

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

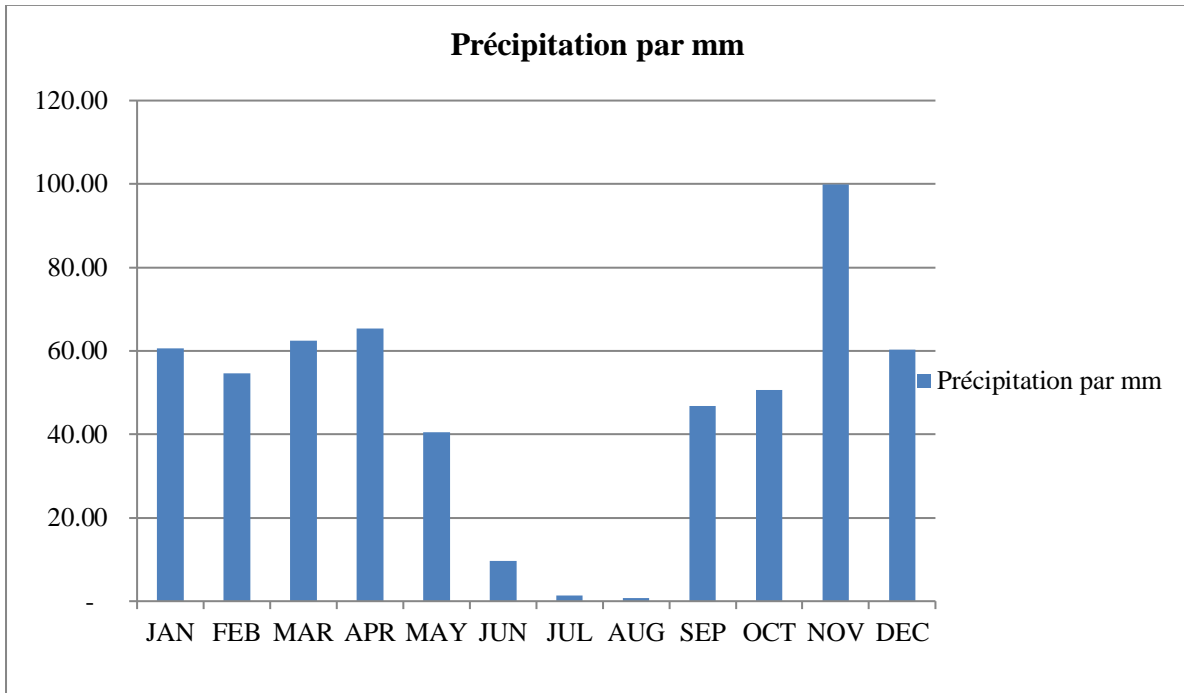


Figure 10: Histogramme des taux de précipitation par mois au niveau de la baie d'Alger entre 2011 -2021 (Météo Algérie, 2022)

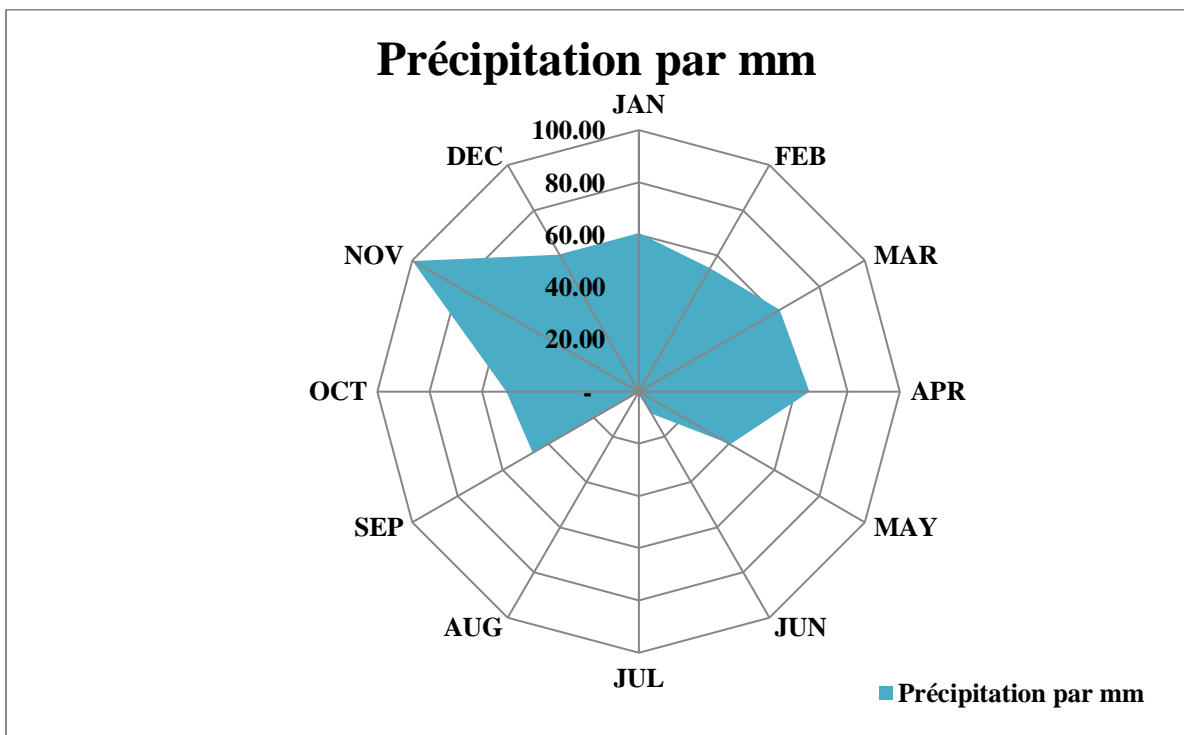


Figure 11: Rose de précipitation par mois au niveau de la baie d'Alger entre 2011 -2021

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

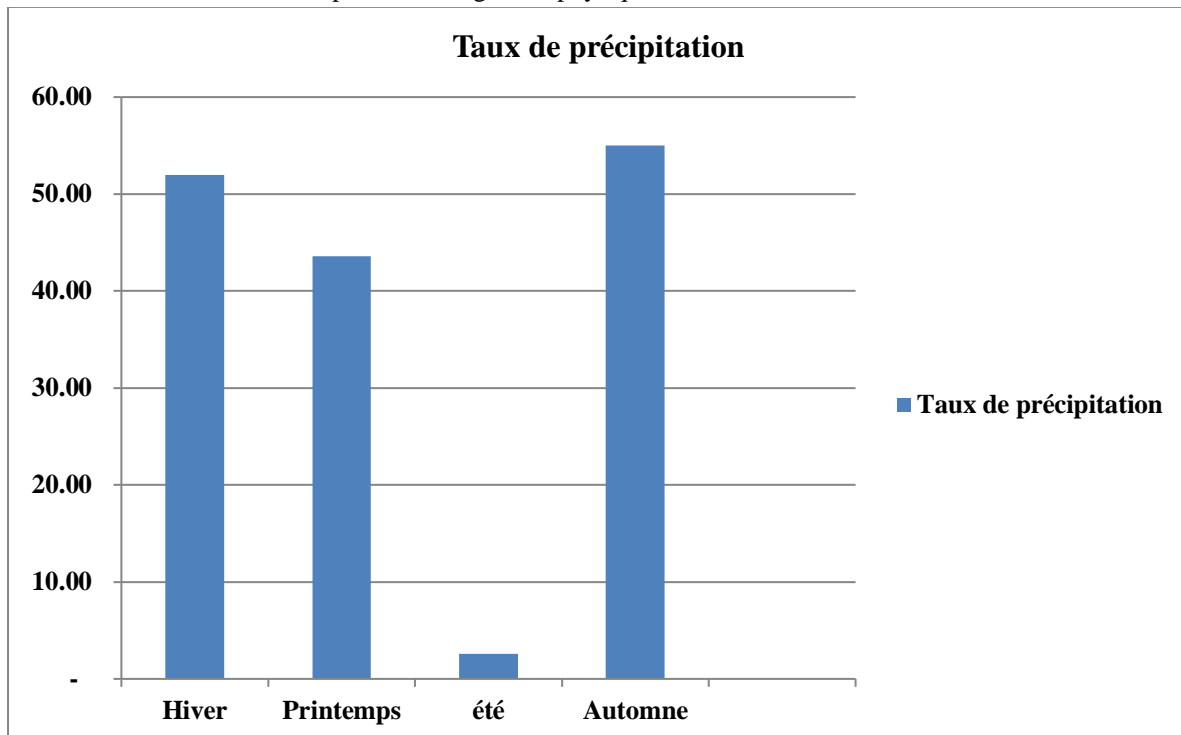


Figure 12: Taux de précipitation par saison au niveau de la baie d'Alger (Météo Algérie, 2022).

Discussion

En analysant le bilan enregistré depuis 10 ans (2011-2021), et en faisant ressortir les moyennes par saison au cours des années (Figure 12), on observe un taux considérable de précipitation durant l'hiver et l'automne (période humide), qui diminue pour atteindre son minimum en été au mois d'Août (période sèche).

Les précipitations mensuelles moyennes ont été les plus importantes au mois de novembre, c'est-à-dire à la saison hivernale, avec une valeur estimée à 99,9 mm. Quant au taux de précipitations le plus faible enregistré ces dix dernières années, il s'agit des mois de Juillet (1,8mm) et d'Août (0,8mm) (Figure 11).

2.1.5 Le vent

2.1.5.1 L'étude des vents côtiers

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. Par leur fréquence et leur force, les vents qui soufflent sur les littoraux peuvent avoir des actions morphogéniques importantes. On a déjà dit qu'un vent parallèle à un rivage est capable, suivant sa direction, de renforcer ou de ralentir la dérive littorale. (Paskoff, 2010)

Un vent marin perpendiculaire à une plage accroît la cambrure des vagues, d'où une agressivité accrue quand elles déferlent et un démaigrissement de la plage. S'il s'agit d'un vent de terre, il diminue la hauteur des vagues, réduit leur cambrure, ralentit leur avancée, d'où un engraissement de la plage. (Paskoff, 2010)

On peut constater de tels phénomènes dans la baie d'Alger où la répartition des vents est parfaitement liée au régime annuel des houles.

2.1.5.2 Le vent dans la baie d'Alger

Grâce au site de Puerto Del estado « <http://www.puertos.es/en-us> » basé sur un modèle numérique et à partir d'un point de mesure dans le large de la baie d'Alger (dite Simart Point (Figure 13)) avec les coordonnées de Longitude : 3.00° E et Latitude : 37.00° N.

Les données obtenues par le site de Puerto Del estado depuis 2011 jusqu'à 2021 d'une Station au large de la baie d'Alger dite Simart Point avec les coordonnées suivantes:

Tableau 3: Les coordonnées de SIMAR Point n°2120082

Nom	SIMAR Point : (2120082)
Longitude	3.00° E
latitude	37.00° N

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

Position géographique du Simart Point

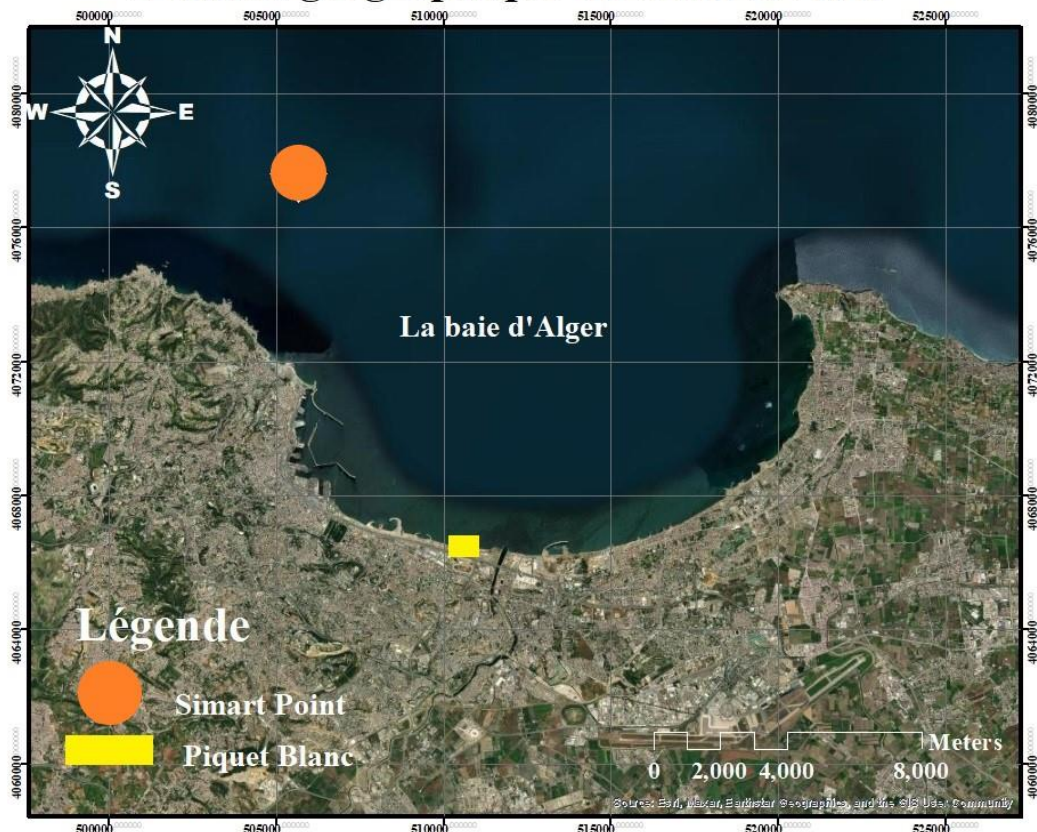


Figure 13: Position géographique du Simart Point (Google Earth 2022)

Discussion

Les résultats des données du vent de 2011 à 2021 :

La rose des vents ci-dessous (Figure 14) montre la prédominance des vents dans la direction d'Est, ENE et Ouest.

Les mesures issues de la station de Dar El Beida indiquent que les vents soufflent environ 60% du temps dans la région. Cependant, les plus importants d'entre eux, de secteur Ouest.

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

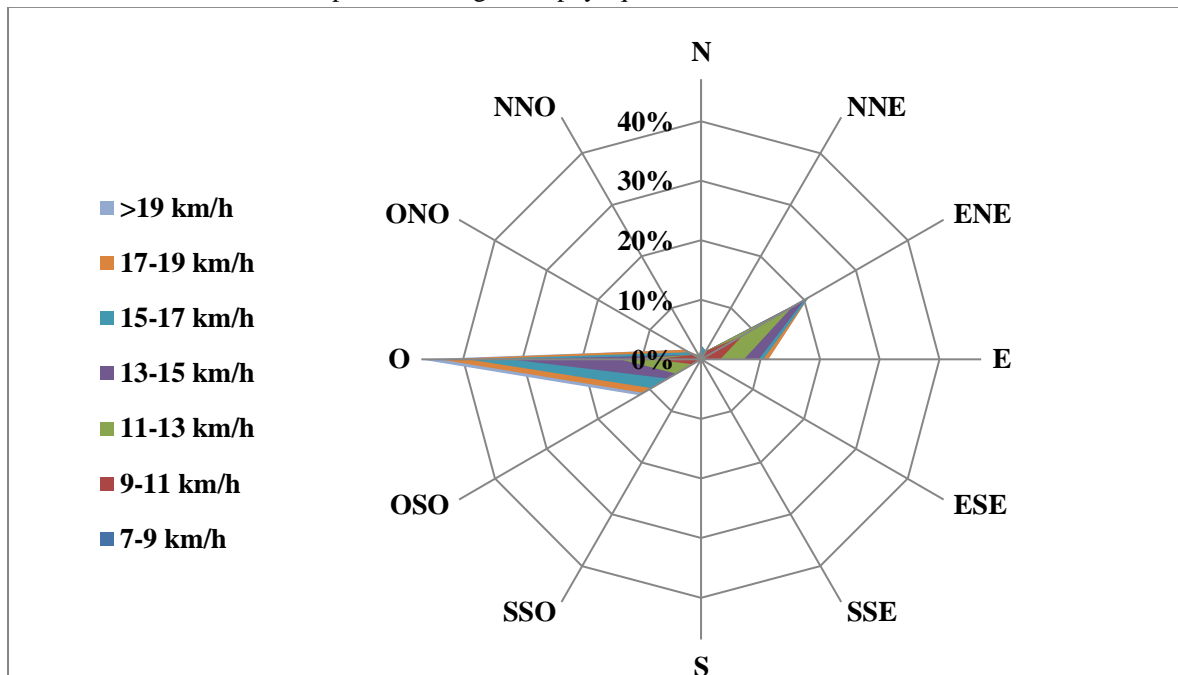


Figure 14: Rose des vents annuelle par Excel de la période de 2011 à 2021 (Météo Algérie, 2022)

Discussion

les données climatologiques de 10 ans de la station de Dar El Beida obtenues à l'aide du site de « www.rp5.ru », représentant les enregistrements des vents ainsi que leurs directions pendant 10 ans et en faisant ressortir les moyennes de vitesse des vents par mois, On constate que les vents sont plus considérables durant le mois de Février et Mars ou on enregistre des vents de 3.26m/s (période hivernale) et un pic exceptionnel de 3.3m/s est observé durant le mois de juillet.

La rose des vents réalisée par le programme Excel avec les données issue du site « Simart Point » (Figure 16, Figure 17, Figure 18, Figure 19) montrent que la majorité des vents qui soufflent dans le lieu de notre étude sont soit d'ouest soit d'est et de « Est-Nord-Est » selon les 12 directions.

Cette étude montre que la plupart des vents observés au cours des dix dernières années sont à une vitesse de 9 à 14 kilomètres par heure, soit environ 3 à 4 mètres par seconde (Figure 20).

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

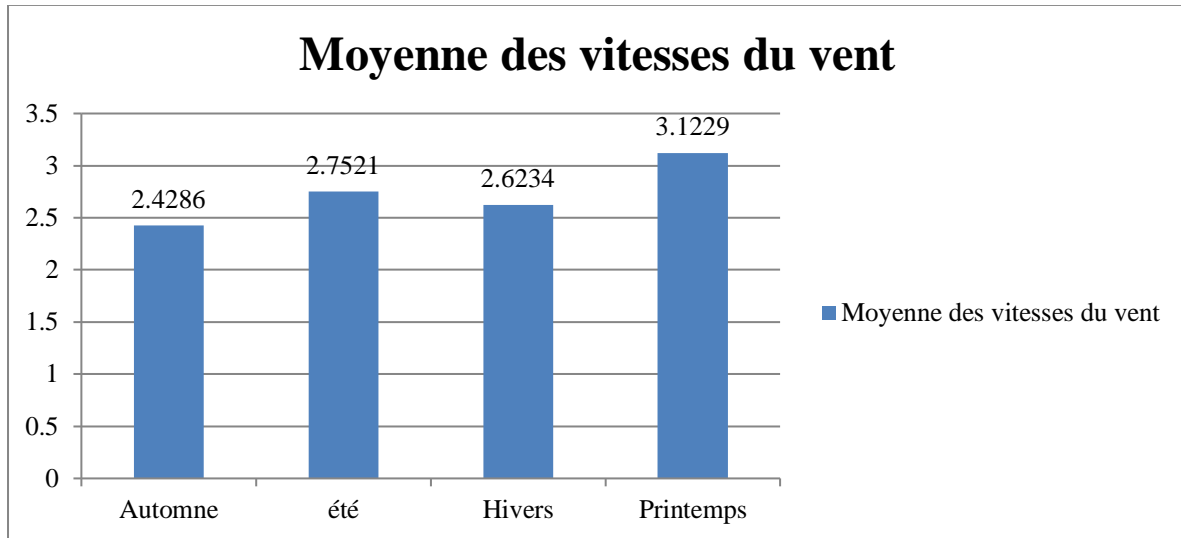


Figure 15: Vitesse moyenne du vent pour chaque saison par m/s à Alger 2011 -2021

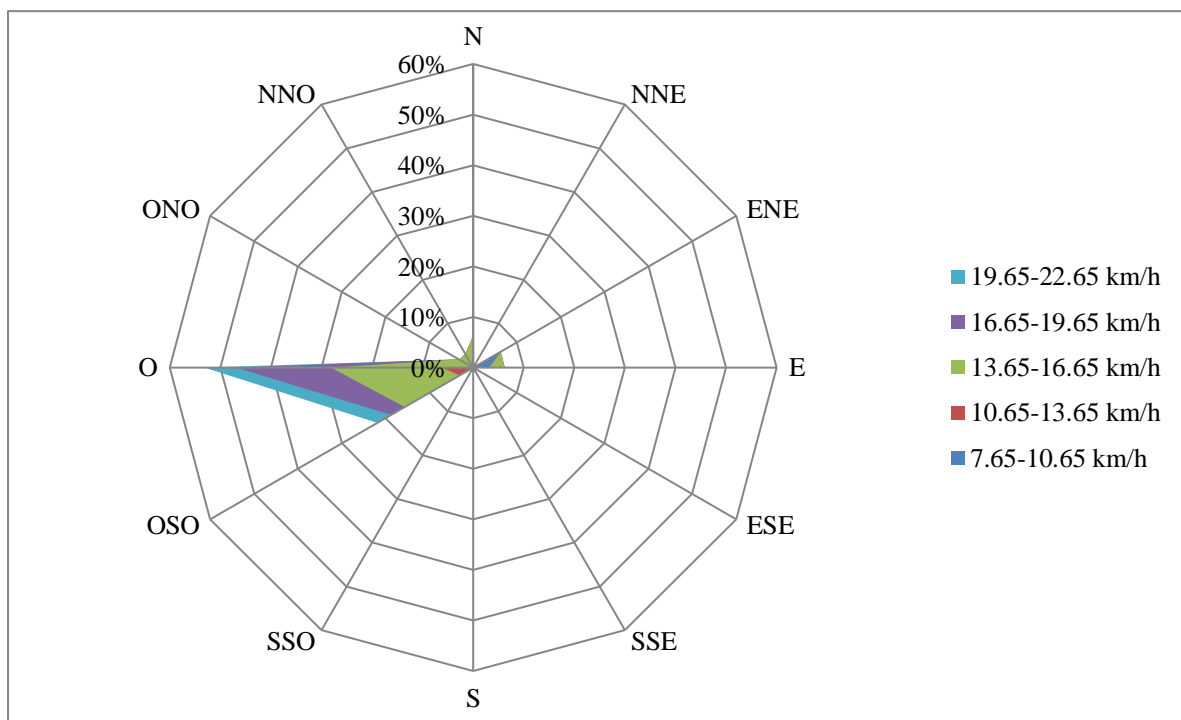


Figure 16 : Rose des vents pour la zone d'étude pour les mois d'hiver, exprimée en mètres par seconde entre 2011-2021 ("Puertos.es," 2022a)

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

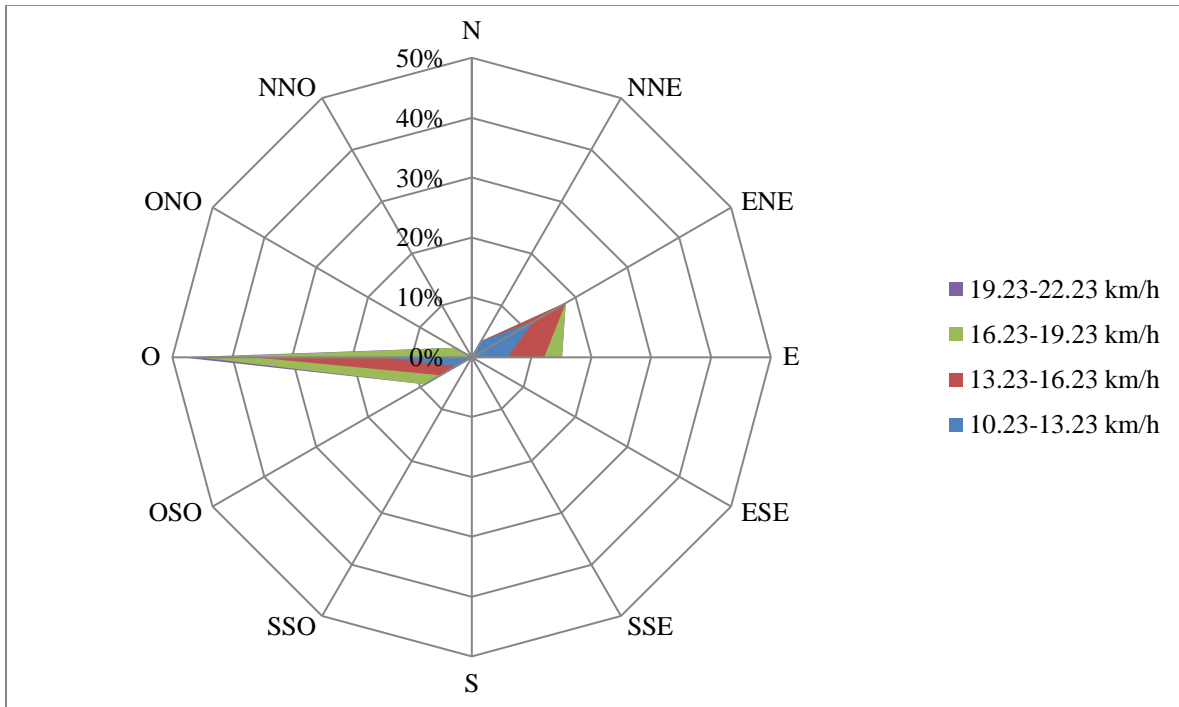


Figure 17: Rose des vents pour la zone d'étude pour les mois de printemps, exprimée en mètres par seconde entre 2011-2021 ("Puertos.es," 2022a)

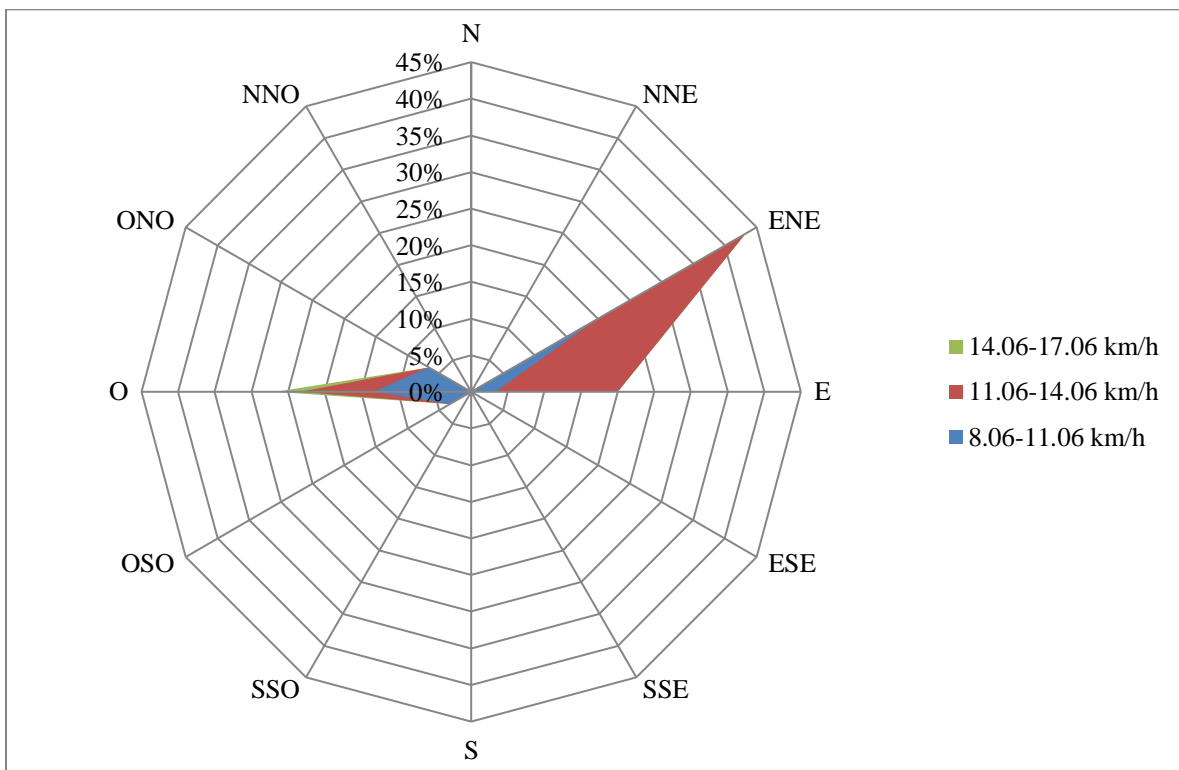


Figure 18 : Rose des vents pour la zone d'étude pour les mois d'été, exprimée en mètres par seconde entre 2011-2021 ("Puertos.es," 2022a)

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

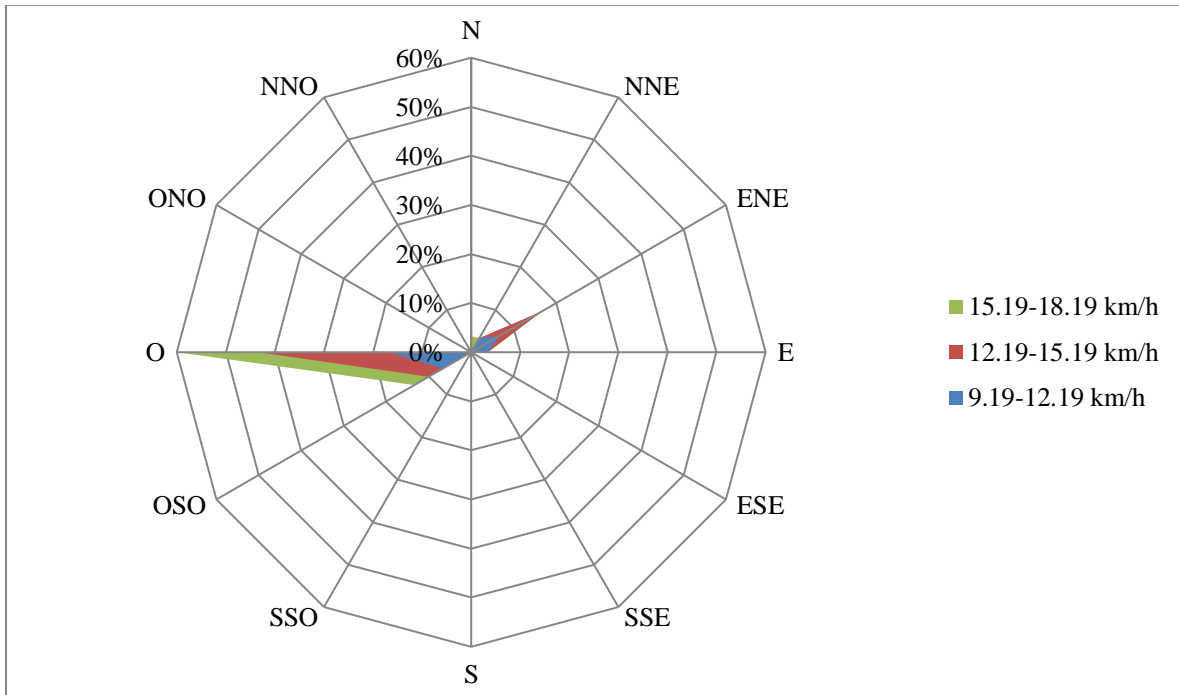


Figure 19 :Rose des vents pour la zone d'étude pour les mois d'automne, exprimée en mètres par seconde entre 2011-2021 ("Puertos.es," 2022a)

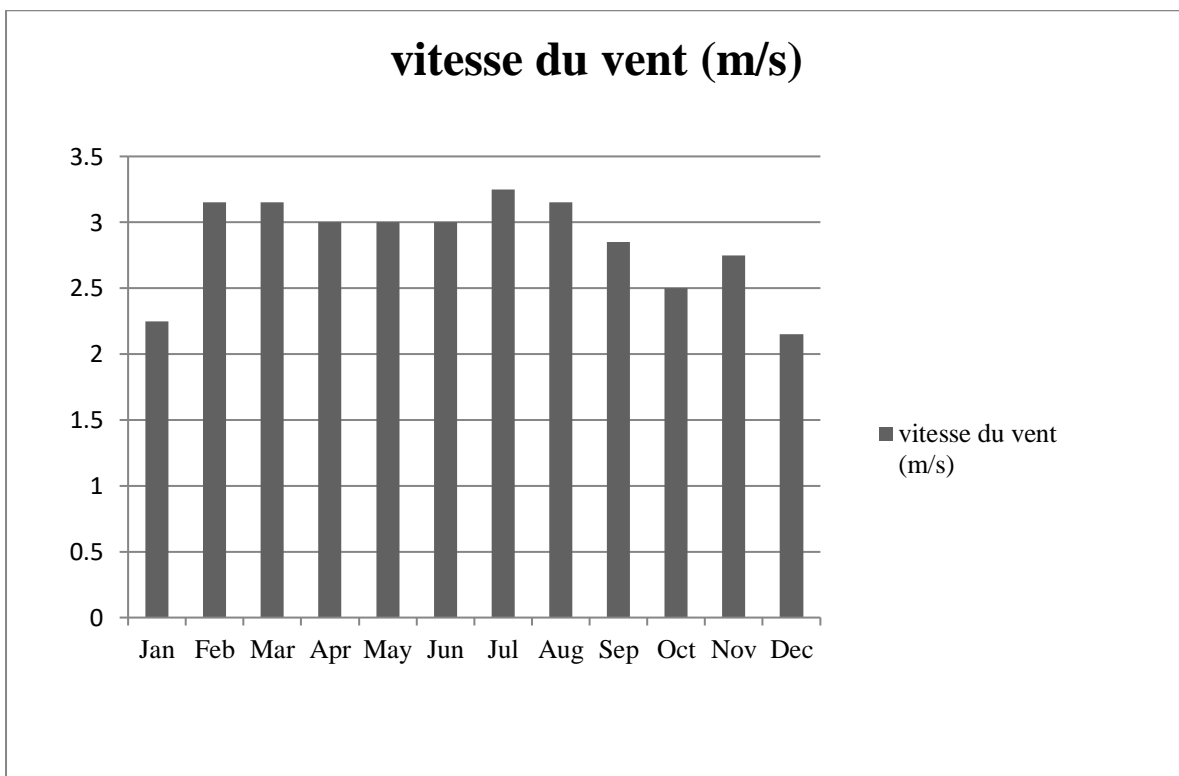


Figure 20: Vitesses mensuelles moyennes du vent au cours des dix dernières années 2011-2021, en mètres par seconde ("Puertos.es," 2022a)

2.2 Etude hydrographique

Le réseau hydrographique de la baie d'Alger est caractérisé par la présence d'oueds temporaires et irréguliers tels qu'Oued El Harrach et Oued El Hamiz (Figure 21). Pendant l'été les lits des oueds sont presque à sec ou se réduisent à de simples filets d'eau, par contre ils connaissent des crues très violentes pendant la saison hivernale. La baie d'Alger est donc alimentée par ces deux fleuves qui prennent leur sources dans l'Atlas Blidéen drainant la plaine de Métidja (Boukert and Azzi, 2017).

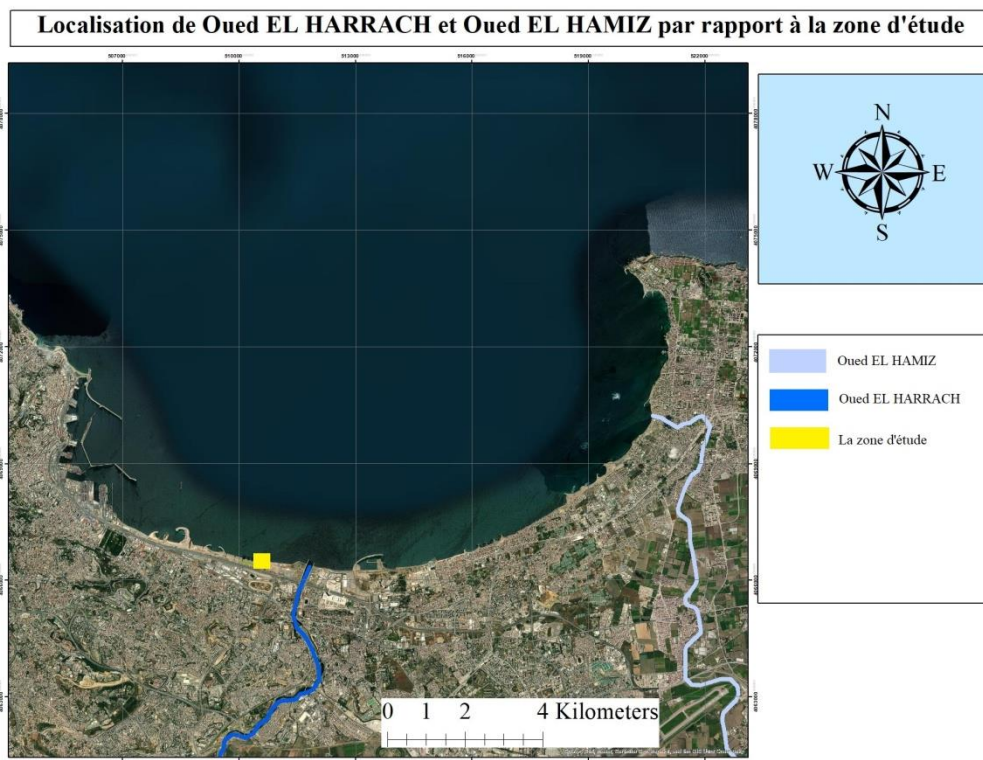


Figure 21: Localisation de Oued El Harrach et Oued El Hamiz par rapport à la zone d'étude (Google Earth 2022)

2.2.1 Oued El Harrach

Le régime hydrographique de l'Oued EL Harrach est caractérisé par un étiage long de six (6) mois et des crues hivernales et printanières soudaines et rapides.

Son bassin versant couvre une superficie de 387 km², son débit en saison des pluies est de 1000 m³/s, c'est un bassin difficile d'accès caractérisé par de fortes pentes, une végétation clairsemée et de fortes précipitations, s'ajoute aussi le caractère torrentiel de l'oued qui accentue une forte érosion et des alluvions importantes (LEM, 2014a)

2.2.2 Oued El Hamiz

Oued El Hamiz coule à l'est de la baie près du Cap Matifou, la superficie du bassin versant est de 138 km², son embouchure est située près du Cap Matifou. La présence du barrage El Hamiz en amont réduit considérablement les apports solides en provenance de la mer, oued El Hamiz se jette dans la mer par une ouverture étroite d'une 03 mètres de large (Djemai, 2021)

2.2.3 Evaluation des flux sédimentaires

Les informations d'oued EL-HARRACH et oued EL-HAMIZ sont présentés dans le Tableau 4: (Calvert and Dosseur, 1974)

Tableau 4: Caractéristique générales d'Oued El-Harrach et EL Hamiz (Calvert and Dosseur, 1974)

OUEDS	EL-HARRACH	EL-HAMIZ
Communes traversées	Mohamadia- Moradia – Huseinday – Sidi Moussa – Birtouta – Ouled chbel – Ouled Fayet – Bier – Bir MouradRais – Echefa – Blida	Ruiba – Dar El Baida – Oued essamar – Bourdj El Bahri – El Hamiz – Eucalyptus – Bab Ezouar – Bourdj El Kiffan – Ain Taya
Orientation	Nord-est.	Nord-Ouest
Superficies (km²)	387	138
Apports liquids Al (Hm³)	53	11
Apports solide As (m³/ s)	7,25	4,12

2.3 Etude géologique et géomorphologique

2.3.1 Cadre géologique

Du point de vue géologique, L'essentiel des déformations et des plissements d'âge Néogène a donné naissance aux anticlinaux du massif d'Alger, du Cap Matifou ainsi que la formation du synclinal de la Mitidja (UNESCO, 1971).

Comme représenté sur la Figure 22, les dépôts continentaux holocènes recouvrent une partie de la plaine et du littoral, ce sont des dépôts de sables dunaires et d'alluvions dans les lits des oueds actuels (LEM, 2014a).

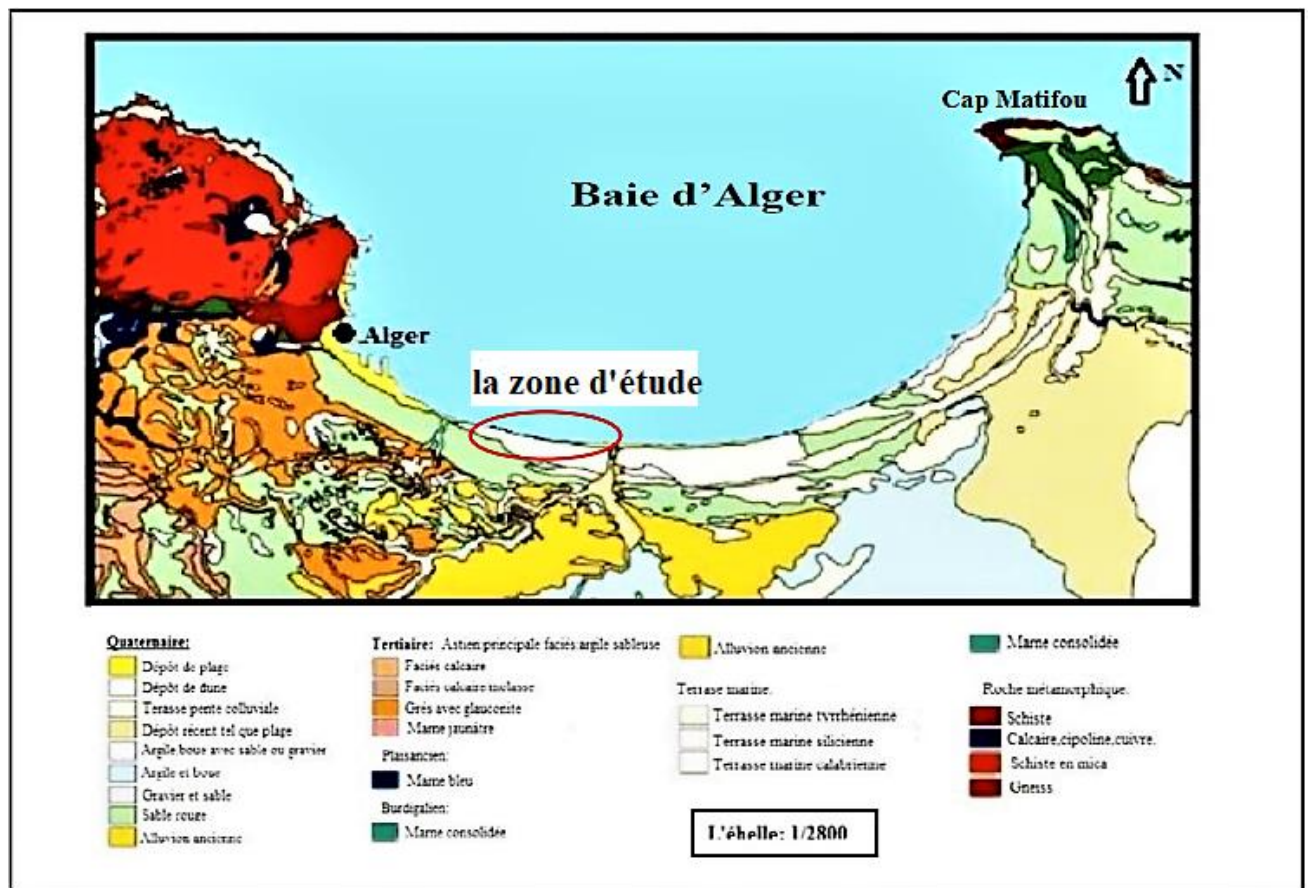


Figure 22: Carte géologique de la baie d'Alger (JICA 2006)

A la fin du Pliocène et du Quaternaire, deux réservoirs aquifères se sont individualisés, il s'agit de l'Astien formé par des calcaires et des grès d'origine continentale. Le Quaternaire alluvial est constitué principalement de galets et de graviers (Haddadi-Hamdane, 1996).

2.3.2 Géomorphologie régionale

La côte d'Alger en général, et la baie d'Alger en particulier, est géo-morpho-logiquement divisée en deux parties principales :

- Partie Est (où se situe notre site d'étude): Caractérisée par la présence d'un relief rocheux « Cap Matifou » Pourvu de falaises mortes et vivantes au fond de la baie. Entre la rive droite de l'Oued El Harrach et Bordj El Bahri, un ancien littoral dunaire s'est développé sous la forme d'une petite barrière sablo-gréseuse parallèle au rivage (Maouche, 1987)
- Partie Ouest: ses côtes sont souvent hautes et escarpées ou le point culminant d'Alger se situe au niveau de Bouzareah à 470 m, il est en contact avec la mer par une falaise caractérisée par une formation métamorphique la nature mais aussi la présence de calcaire, à la base duquel se trouve une pente rocheuse plate et érodée ou une épaisse couche de matériau grossier.

2.4 Etude océanographiques

La dynamique sédimentaire littorale est étroitement dépendante de l'hydrodynamisme ainsi que de l'environnement hydrographique, une connaissance approfondie des facteurs majeurs à savoir les houles, les courants et les débits des cours d'eau est donc nécessaire, pour déterminer leur action et leur intervention dans le remaniement des sédiments.

Le littoral évolue à travers les déplacements des sédiments qui le composent. La houle, le vent et les courants sont capables de transporter le sédiment présent sur une plage, ce sont les forçages de l'évolution du littoral.(Suanez, 2010)

2.4.1 La houle

La houle est un mouvement ondulatoire de la surface de la mer qui est formé par un champ de vent éloigné de la zone d'observation.(Géoconfluences, 2022)

En effet, les principaux paramètres rentrant en jeu dans la formation de houle sont :

- La longueur sur laquelle le vent souffle uni directionnellement et de façon relativement constante (appelé le Fetch)
- L'intensité du vent
- Le temps pendant lequel le vent souffle

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

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

La houle n'est accompagnée d'aucun transport de matière. En revanche, à l'approche des côtes, elle peut subir des transformations dues à l'influence du fond, qui dissipe son énergie (Migniot, 1977)

L'influence de cette énergie forme des plages, trie les sédiments du fond sur la surface du rivage, transporte les sédiments vers la terre et exerce des forces sur les structures côtières. La connaissance de ces vagues et la force qu'elles génèrent est donc essentielle à la compréhension de la dynamique hydro-sédimentaire de la côte (Boulvain, 2021a)

Les grandeurs caractéristiques des houles sont mentionnées dans la Figure 23, Figure 24 :

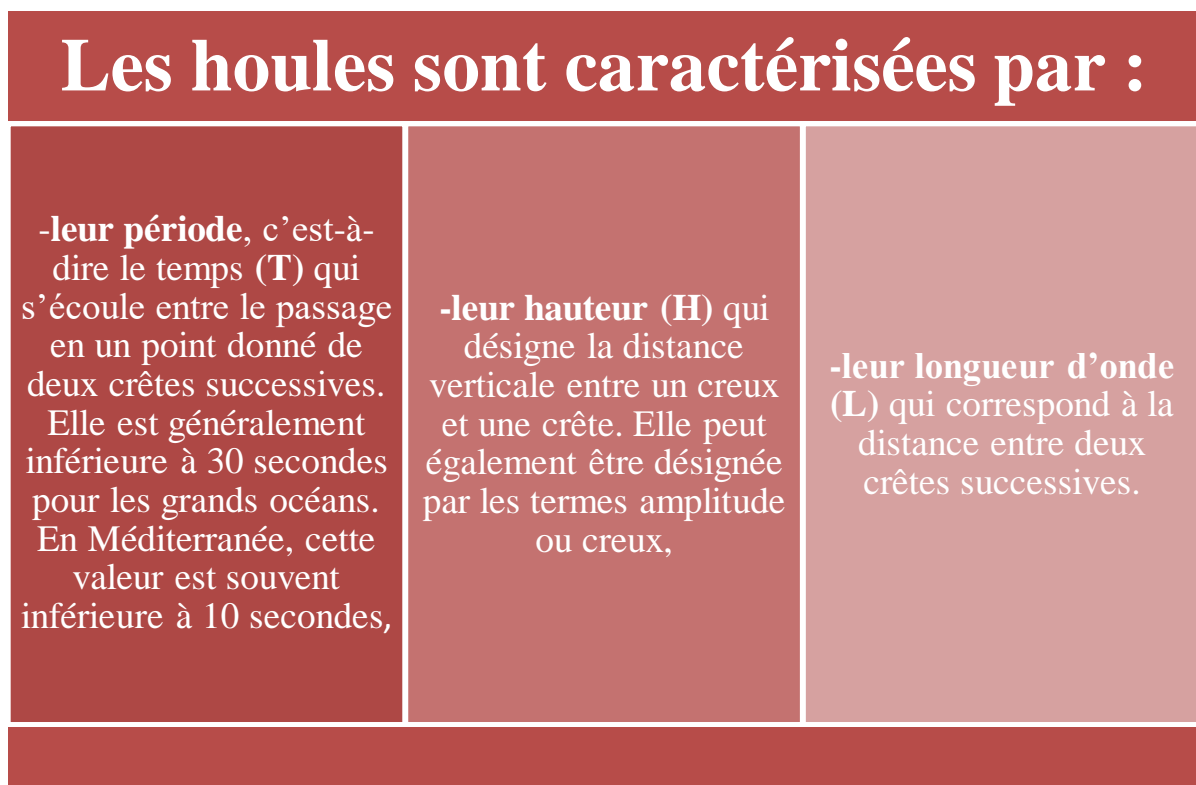


Figure 23: Caractéristiques de la houle (Culture Maritime, 2022)

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

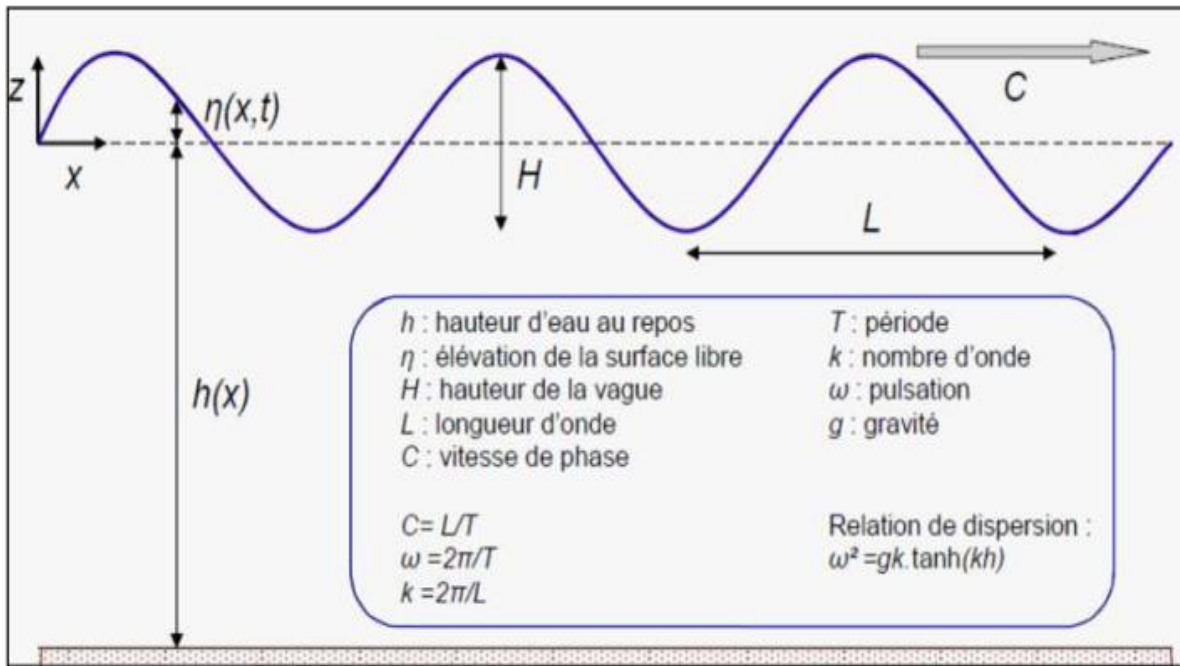


Figure 24: Grandeurs caractéristiques des houles (Culture Maritime, 2022)

2.4.1.1 Données de la houle au large

Les données de la houle disponibles sont les suivantes:

Les données sont reprises d'un document de site "puertos del estado" et le LEM. Une analyse statistique de ces données permet de définir les secteurs de la houle prédominantes et leurs amplitudes respectives.

Les observations de la houle sont classées par mois et annuellement en précisant les éléments suivant :

Hauteur de la houle par direction suivant la force du vent.

Hauteur des houles de toutes directions confondues suivant la force du vent.

Hauteur des houles avec leurs périodes respectives, toutes directions confondues.

2.4.1.2 La direction et hauteur significative de la houle au large

Le secteur angulaire considéré correspond aux limites naturelles imposées, d'une part, par la configuration géographique du site d'étude, et d'autre part, par le secteur d'intérêt des houles du large.

- Une direction de houle (**360°N**)
- Une direction de houle (**45°**)
- Une direction de houle (**315°**)

Tableau 5: Caractéristiques de la houle annuelle et ciquantennale au large (LEM, 2016)

période	Direction de la houle au large		
	Nord-Ouest (315°)	Nord (360°)	Nord-Est (45°)
6s	1.1m	1.00m	1.09m
8s	2.64m	2.67m	2.56m
10s	4.53m	4.92m	5.05m
50ans	6.56m	7.87m	7.53 m

Les données de houle annuelle ont été choisies pour forcer le modèle hydrodynamique, et les données de houles cinquantenales ont été utilisées pour le dimensionnement des ouvrages de protection.

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

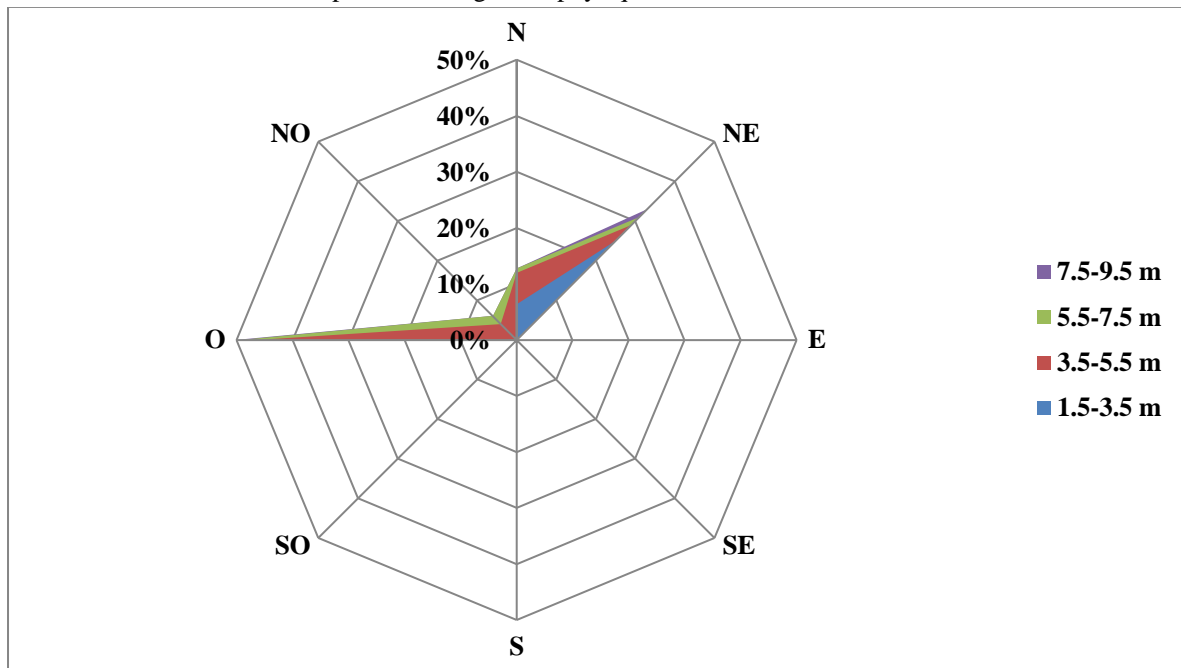


Figure 25: Rose des hauteurs significatives au large par direction 2011-2021 (Puertos.es)

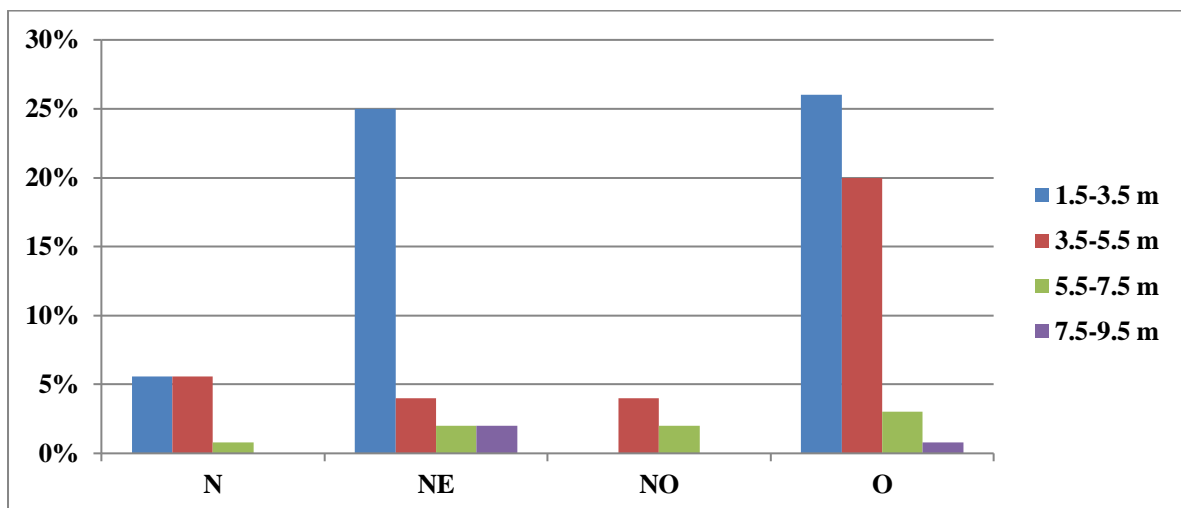


Figure 26: Histogramme des hauteurs significatives au large par direction de 2011-2021

Interprétation

L'analyse de la rose de la Figure 25 et les histogrammes des fréquences des apparitions des houles par la direction et hauteur significatives (Figure 26) ont permis de voir que:

- Les secteurs N-E et Ouest prédominent par les plus grandes fréquences d'apparence établies.
- Le secteur Ouest est essentiellement caractérisé par des houles de tempête de (5 à 10 m).

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

- Le secteur nord est caractérisé par une distribution assez régulière tout au long de l'année.

En conclusion :

- L'agitation des secteurs de l'Ouest et de Nord-est est la plus courante, néanmoins le secteur de l'Ouest prédomine par des houles fortes.

- Pour le secteur du Nord-Ouest, les fréquences d'apparence sont faibles.

- Les houles de tempête proviennent principalement du secteur de l'Ouest.

On déduit que la distribution des houles est généralement concordante avec la vitesse du vent.

2.4.1.3 La direction et hauteur significative de la houle au zone d'étude

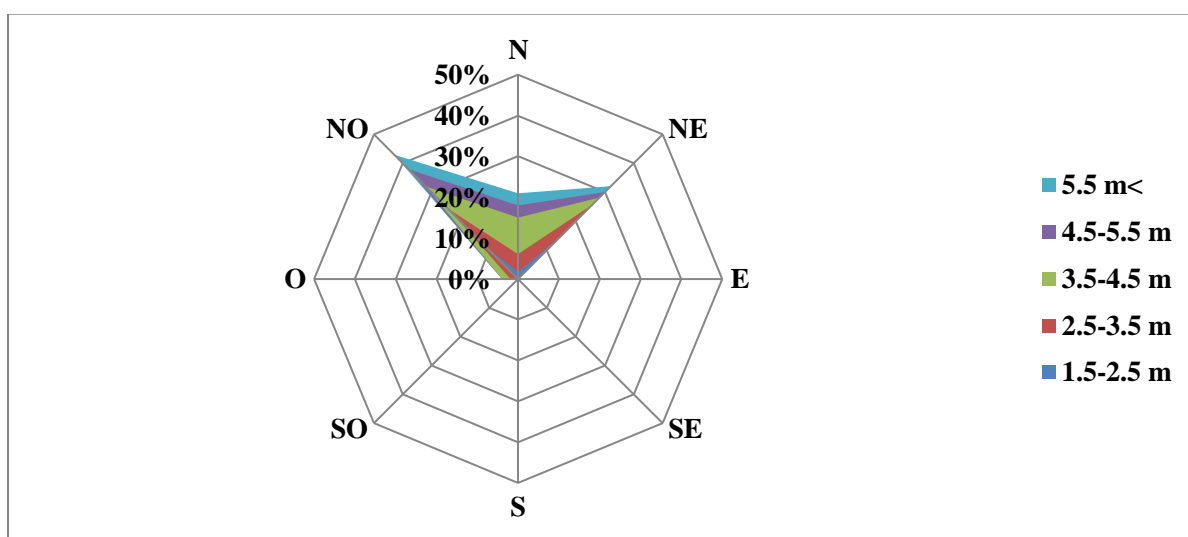


Figure 27: Rose de la houle dans la zone d'étude 2011-2021 (Puertos.es)

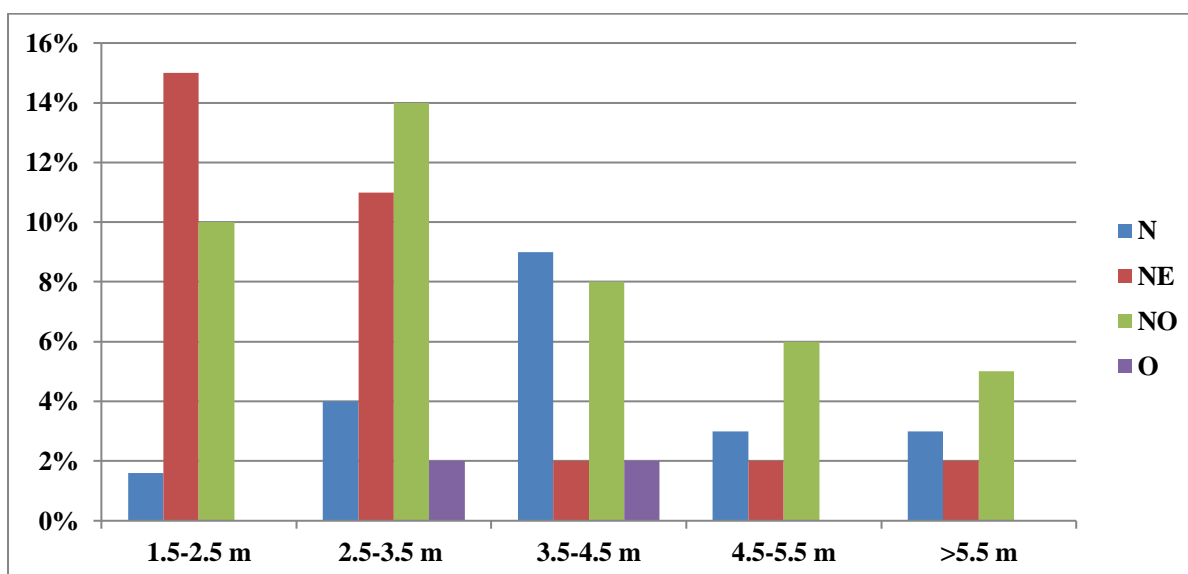


Figure 28: Histogramme de la direction et l'amplitude des houles dans la zone d'étude

En analysant à la fois la rose des houles (Figure 27) et l'histogramme (Figure 28), nous trouvons que :

- Les houles de Nord-est et Nord-ouest sont les plus fréquemment observées ;
- Les fréquences d'observations sur l'année des houles de N-E et de N-O sont sensiblement identiques avec une légère prédominance du secteur N-O.

Les données concordent avec celles observées précédemment, on observe que ce sont les houles qui se dirigent essentiellement vers NE et N qui sont les plus haut avec une valeur de plus de 5,5m. ("Puertos.es," 2022b)

Le secteur angulaire considéré, correspond aux limites naturelles imposées d'une part par la configuration géographique du site d'étude et d'autre part, par le secteur d'intérêt des houles du large.

Ainsi trois directions ont été retenues en tenant compte des tableaux de fréquence par direction des houles au large et l'incidence de ces houles par rapport à la zone d'étude :

- Une direction approximativement perpendiculaire à la côte pour mesurer les effets d'une houle frontale (N°360).
- Deux directions de houle à incidence oblique (N°45 et N°315), houles représentatives des agitations du large pouvant pénétrer au fond de la baie d'Alger où se trouve notre zone d'étude.

2.4.2 Les courants

Les courants le long d'une côte sont en général de quatre types : les courants généraux, les courants de marée, les courants de dérive dus au vent et les courants générés par la houle. Les trois premiers types peuvent être considérés comme négligeables le long du littoral de la wilaya d'Alger :

- Ils sont liés à la circulation de grandes masses d'eau et ne se font sentir qu'au de large.
- Les courants de marée sont faibles.
- Les courants dus au vent ne concernent que la partie superficielle de la masse d'eau.

Concernant la bande côtière des Sablettes, une étude qui a déjà été faite par Delft Hydraulique a déduit que le courant algérien n'a aucune influence sur la vitesse d'écoulement

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs
 au sein de la baie d'Alger (Figure 29) , car pour une vitesse de courants de 0.3 m/s au large de la côte d'Alger, un courant maximal de 0.02m/s a été calculé.

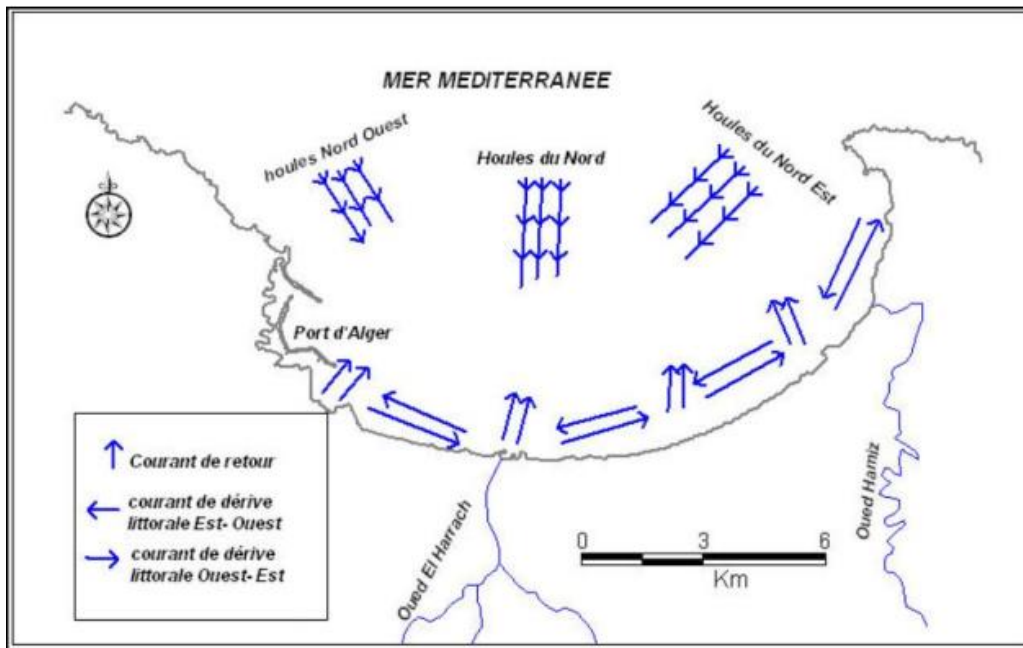


Figure 29: Bilan des courants et dynamique sédimentaire dans la baie d'Alger (LEM, 2014a)
 Seuls les courants dus à la houle sont susceptibles d'agir sur le transit littoral dont :

- Le courant de Retour
- Le courant de dérive ou courant "longshore"
- Le courant sagittal ou "rip current"

2.4.2.1 Le courant de Retour

Le courant de retour (Figure 30), aussi appelé courant de compensation, est présent sur toutes les côtes exposées aux houles. En milieu côtier la houle transporte de l'eau dans sa direction de propagation. Cela est particulièrement vrai dans la zone de déferlement. Le courant de retour permet donc de compenser cet apport de masse en transportant les masses d'eau vers le large. ("Vagues et houles - Encyclopédie de l'environnement," 2018)

Ces courants sont responsables de la dispersion d'une partie des sédiments côtiers vers le large.

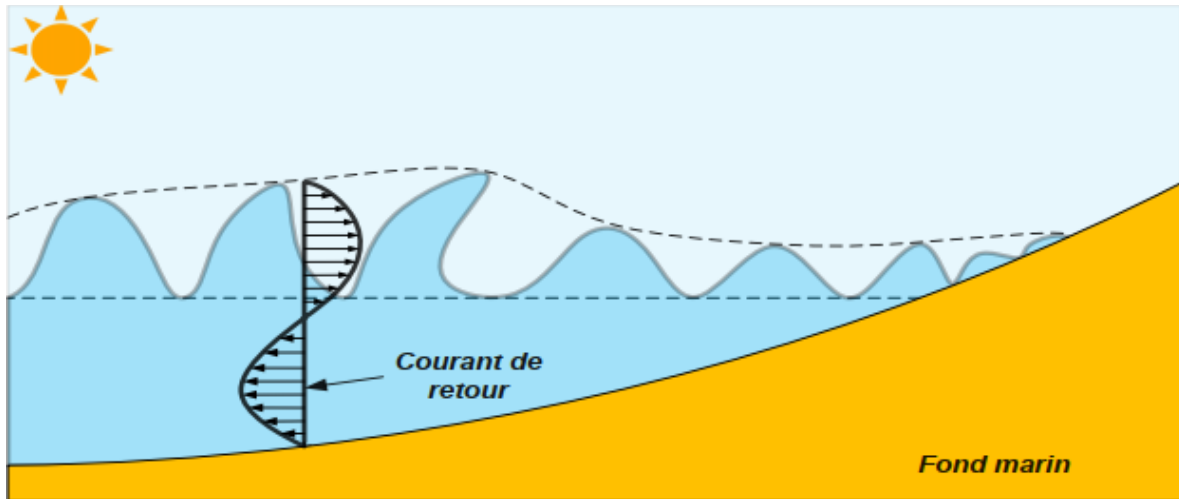


Figure 30: Schématisation du courant de retour sur une plage homogène (Castelle, 2004)

2.4.2.2 Le courant de dérive ou "longshore current"

Dans le cas d'une plage plane et homogène dans la direction parallèle au trait de côte, les houles obliques vont générer un courant parallèle à la plage en déferlant. Ce courant est appelé courant de dérive (Figure 31), et son intensité est maximale derrière le point de déferlement. ("longshore current – Linguee," 2022)

A proximité du fond, la vitesse de ces courants diminue très rapidement et devient pratiquement négligeable, pendant l'hiver, ils ont une direction Ouest - Est du fait de la houle dominante du NW. (LEM, 2014a)

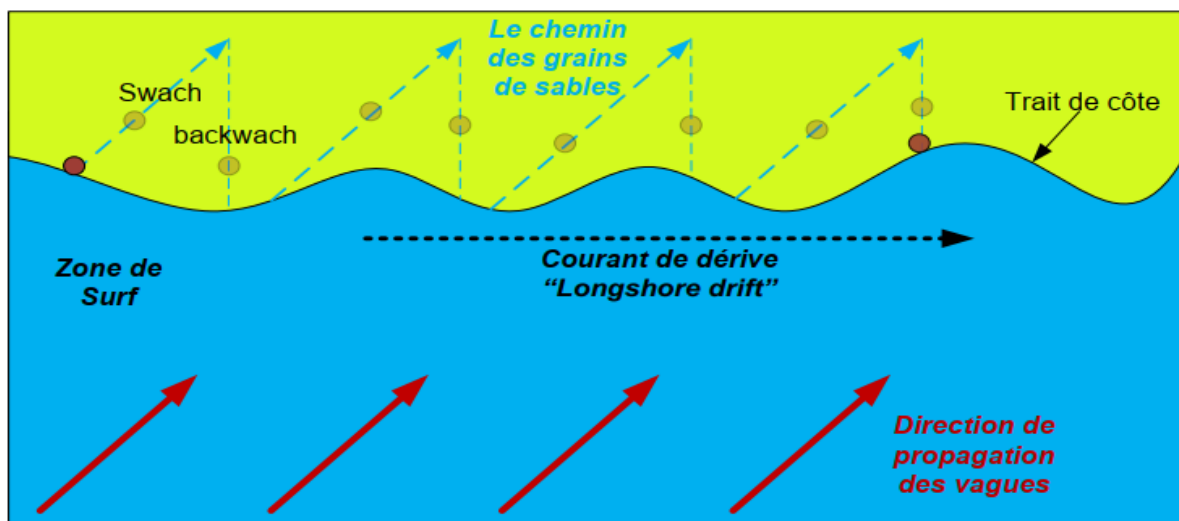


Figure 31: Schématisation de courant de dérive (LEYVA, 2005).

2.4.2.3 Le courant sagittal ou "rip current"

Les courants sagittales (Figure 32) sont des courants violents, intenses et étroits dirigés vers le large, qui sont observés sur de nombreuses plages. Ils ont longtemps été d'intérêt scientifique et sociétal principalement en raison du danger côtier qu'ils représentent. Leur flux est souvent soutenu sur des périodes temporelles suffisantes (heures-jours) et les vitesses moyennes (souvent 0,5 m/s) permettent le transport de gros volumes de sédiments en mer. Cela peut accentuer l'érosion localisée des rives et des dunes en menaçant l'infrastructure du littoral et les communautés côtières. (Castelle, 2006)

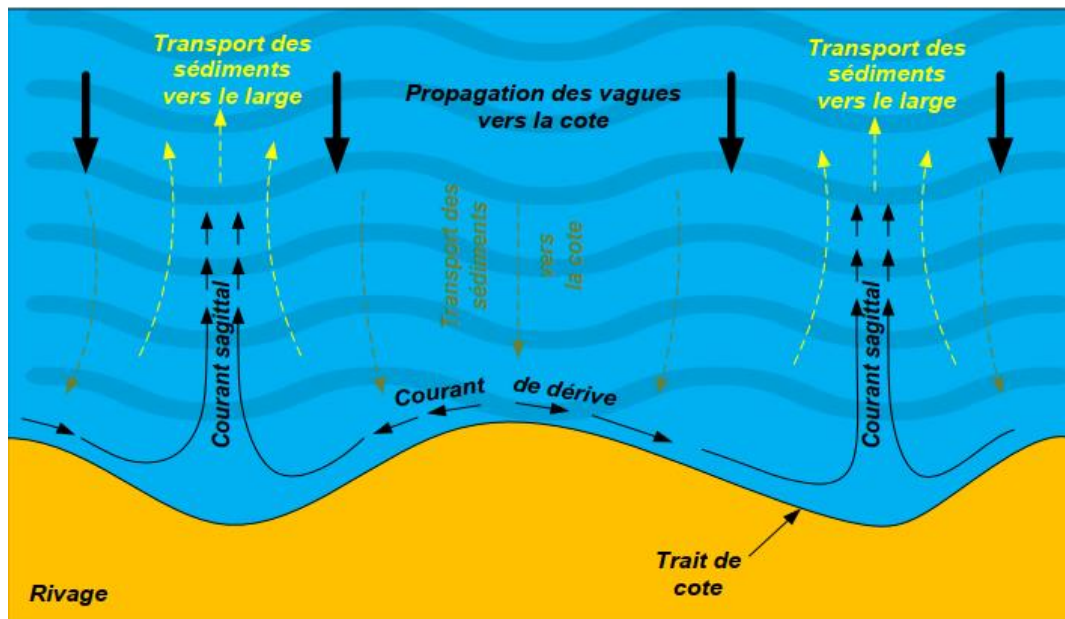


Figure 32: Schématisation de courant sagittal et de transport sédimentaire (MEZOUAR, 2009)

2.5 Etude sédimentologique

La sédimentologie permet de connaître la constitution fréquentielle des différentes fractions qui composent le stock sédimentaire d'une part et de définir les paramètres de la dynamique : mouvement des sédiments (zone d'accumulation, zone d'érosion, sens du transit sédimentaire) d'autre part. (Boukert and Azzi, 2017)

2.5.1 Le transport sédimentaire en zone littorale

La plupart des sédiments sont transportés en suspension, le reste est transporté près du fond en saltation. En raison des caractéristiques directionnelles, le transport des sédiments côtiers peut être divisé en transport transversal des sédiments (perpendiculaire à la côte) et dérive littorale des sédiments (parallèle à la côte). Le transport transversal des sédiments induit des changements morphologiques à court terme, par exemple en cas de tempête. La dérive littorale des sédiments provoque des changements morphologiques à long terme d'une partie côtière.

Elle se produit dans une zone étroite de la côte, la direction et l'amplitude du transport des sables sont principalement déterminées par la hauteur, la direction et la période de la houle. En principe, sous l'effet de la houle incidente, les sédiments vont être transportés du large vers la côte et sous celui de la houle réfléchi (Boulvain, 2021b).

2.5.2 Processus de mouvement des particules

Selon l'origine du sédiment, le volume total de transport dans la couche aqueuse est défini par les fractions fines transportées dans la suspension, les fractions sableuses ou sommitales transportées dans le fond ou la suspension. L'expédition totale couvre tous ces processus.

Le transport des sédiments commence lorsque la contrainte de cisaillement ou la vitesse d'écoulement dépasse le seuil de mouvement des particules. Ce seuil est étroitement lié à la taille des grains, aux propriétés des sédiments et à la densité du fluide vers lequel ils sont transportés (Boulvain, 2021b).

Le transport sédimentaire est contrôlé par la gravité et les forces associées au fluide environnant, quelle que soit la taille des particules. Ensuite, il peut être divisé en trois modes de transport (Figure 33) :

Processus de mouvement

- Le transport par **roulement** ou charriage concerne les grains de la couche superficielle des sédiments non-cohésifs qui roulent sur le fond dans le sens de l'écoulement jusqu'à trouver une nouvelle position d'équilibre.

- Le transport par **saltation** apparaît lorsque le seuil de mouvement est dépassé. L'impulsion fournie par le fluide fait sauter les particules au-dessus du fond suivant une trajectoire balistique.

- Le transport en **suspension** (ou suspended load) se produit lorsque l'écoulement est suffisamment fort pour maintenir en suspension les particules sans que celles-ci ne se redéposent

Figure 33: Processus de mouvement du particules (Boulvain, 2021b)

Le transport flottant est possible au-dessus de la vitesse de départ du mouvement, surtout si la force verticale dirigée vers la surface générée par la turbulence est plus rapide que la vitesse de chute des particules. C'est pourquoi les fractions fines sont facilement mobilisables mais nécessitent un milieu quasiment immobile pour leur permettre de se déposer (Figure 34).("Processus dynamiques littoraux et aménagement," 2022)

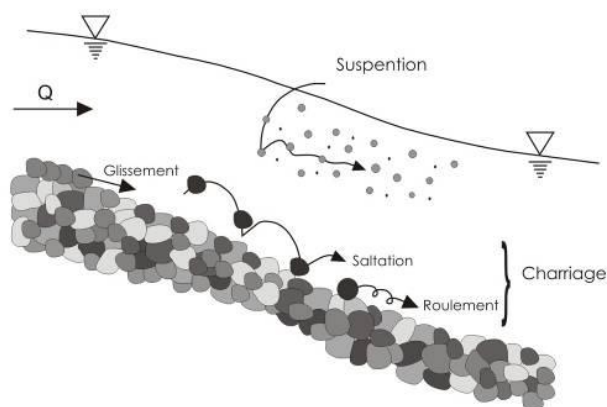


Figure 34: Représentation schématique des modes de transport (Universalis, 2022).

2.5.2.1 Dérive littorale des sédiments

Si la direction des houles incidentes n'est pas perpendiculaire à la côte, une forte composante parallèle à la côte est générée, conduisant aux courants de dérive littorale. Les sédiments transportés par ces courants constituent la dérive littorale des sédiments. Elle est le résultat direct des propriétés des sédiments et le courant de dérive généré par l'incidence de la

houle oblique. Les houles associées aux courants côtiers sont les facteurs générateurs du transport côtier du sable.

La dérive littorale des sédiments (Figure 35) peut se voir très clairement lorsque la ligne de transport sédimentaire naturel est entravée par des constructions côtières telles que les barrages et les digues. Ces sédiments sont bloqués et ne peuvent se déplacer parallèlement à la côte. En conséquence, les phénomènes d'accrétion et d'érosion surviennent en amont et en aval de la construction, respectivement. Ce transit est souvent estimé par la quantité de sédiments déposés en amont de la digue, ou le barrage au large ou bien la masse accrétée dans l'estuaire et l'entrée du port, ou bien le taux d'érosion du trait de côte dans le secteur d'étude, cette estimation indirecte consiste à plus ou moins décrire l'état du transit des sédiments, mais avec une précision relative. (Amrouni, 2022)

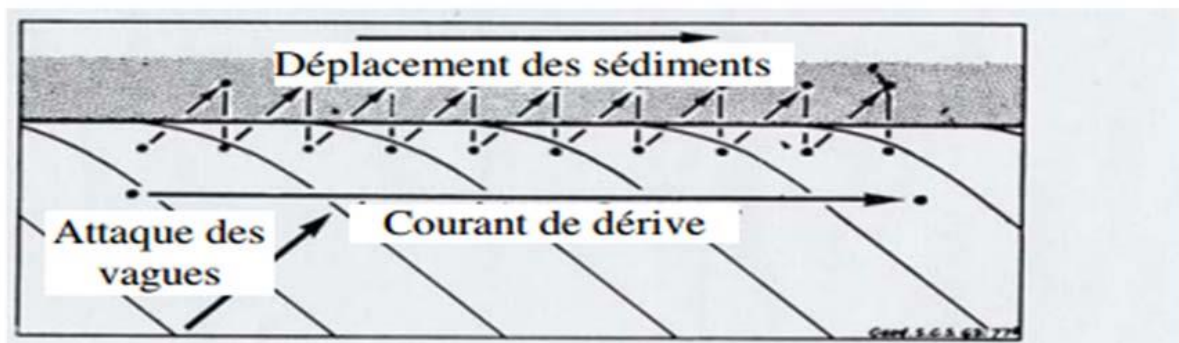


Figure 35: La dérive littorale (Universalis, 2022)

2.5.2.2 Transport transversal des sédiments

Le transport transversal des sédiments est principalement déterminé par le régime des vagues.

Ses mécanismes sont liés aux conditions internes et externes de la zone de surf. Son intensité à l'intérieur de cette zone est beaucoup plus élevée qu'à l'extérieur de cette zone. Les phénomènes d'accrétion et d'érosion le long d'un profil de plage dépendent notamment de la pente et du sens de transport des sédiments en chaque point du profil (GéoLittoral, 2016).

2.5.2.3 Dynamique sédimentaire dans la baie d'Alger :

Dans la baie d'Alger, la distribution des sédiments est en fonction de la bathymétrie. La distribution générale des faciès (Figure 36) montre, d'après la composition globale des dépôts, trois types de faciès (Atroune, 2012):

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

- **Faciès sableux:** Ils se limitent à la bordure littorale entre 10 et 35 m de profondeur au droit des émissaires, et en prolongement des caps où ils s'étendent à des profondeurs plus élevées, et ceci en direction du centre de la baie. (Atroune, 2012)

- Les sables fins : sont essentiellement d'origine terrigène occupant les petits fonds.
- Les sables moyens : sont limités au secteur littoral de la bordure rocheuse occidentale, ils représentent une bande étroite parallèle au rivage.
- Les sables grossiers : sont prédominants dans le secteur est où ils sont mélangés aux faciès pélitiques (du Cap Matifou vers l'embouchure de Oued El Hamiz).

- **Faciès carbonates:** Ils sont réduits aux bordures rocheuses littorales et au fonds rocheux de la baie.

- bordure Ouest : La fraction carbonatée représente 30 à 35% du sédiment total jusqu'à des fonds de 35 à 50 m.
- bordure Est : Ce faciès s'étend à des profondeurs élevées au large du Cap Matifou. Où la fraction carbonatée peut être supérieure à 35%.
- le haut-fond du Matifou : Même nature que le Cap Matifou ; la fraction carbonatée constitue plus de 50% du sédiment.

- **Faciès pélitiques :** Ils occupent la partie centrale et septentrionale de la baie, on observe un envasement central avec 75 à 95% de fraction politique, avec deux invaginations de part et d'autre des oueds (Atroune, 2012).

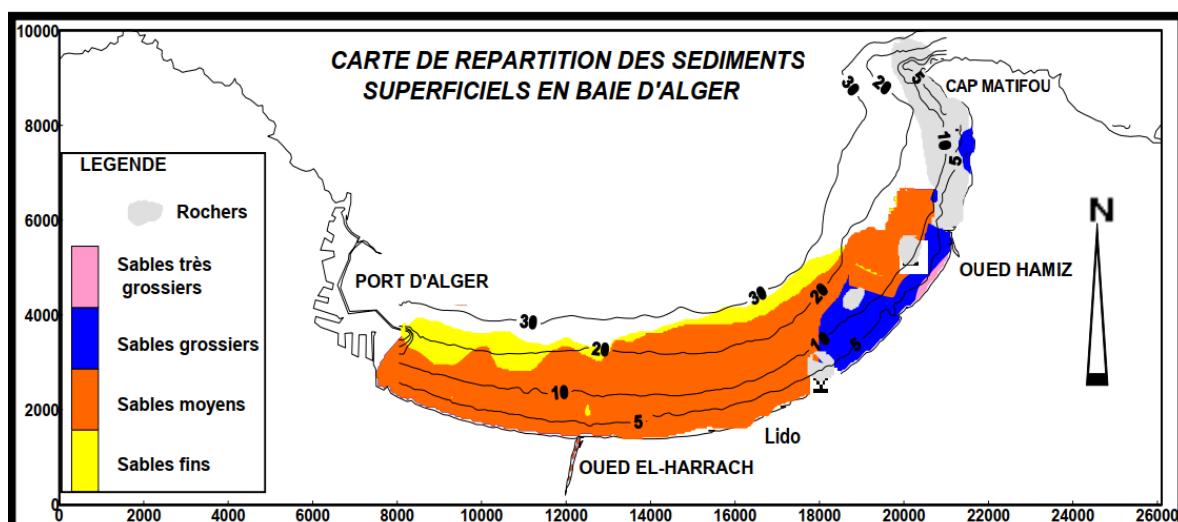


Figure 36: Répartition des sédiments superficiels dans la baie d'Alger (LEM 2009)

2.6 Etude Hydro-sédimentaire

Les points d'extractions ont été élaboré à l'aide du Mike 21 dans le but d'extraire les hauteurs de houle réfractées aux points considérés, le transit sédimentaire et l'action du courants, afin d'obtenir les résultats graphiques.

Le tableau, ci-après, représente les résultats des houles annuelles les plus fréquentes ($T=8s$) qui influence au plus le linéaire côtier de notre site d'étude (BOUDAB and HADJ DJILANI, 2019) :

Tableau 6: Caractéristique de la houle annuelle de période $T=8s$ (BOUDAB and HADJ DJILANI, 2019)

T_p	Direction de la houle	H_s	Angle après réfraction	H_s
8 s	N360	2.67m	N 360	2.47
8 s	N315	2.64m	N 340	1.39
8 s	N45	2.56m	N 20	2.20

Ces données de houle sont exploitées dans notre étude hydro-sédimentaire pour étudier l'aménagement de la plage Piquet Blanc.

2.6.1 Les houles de direction Nord Nord-Ouest ($340^\circ N$)

Les cartes montrent les résultats de la réfraction de la houle de direction NNO (Figure 37: SW), courantologie (Figure 38: HD) et le transport sédimentaire (Figure 39: ST) dans la zone d'étude Piquet Blanc de 2019 issue de l'étude de (BOUDAB and HADJ DJILANI, 2019) .

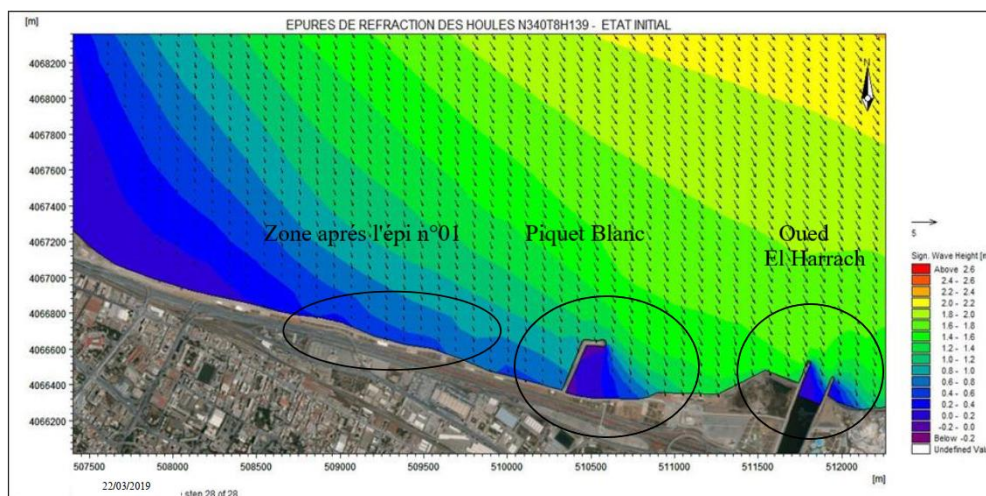


Figure 37: Carte de répartition du champ de réfraction de la houle, $MWD=340^\circ$; $H=1.39$; $T=8s$ dans le secteur Nord Nord-Ouest (MIKE-21 2019)

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

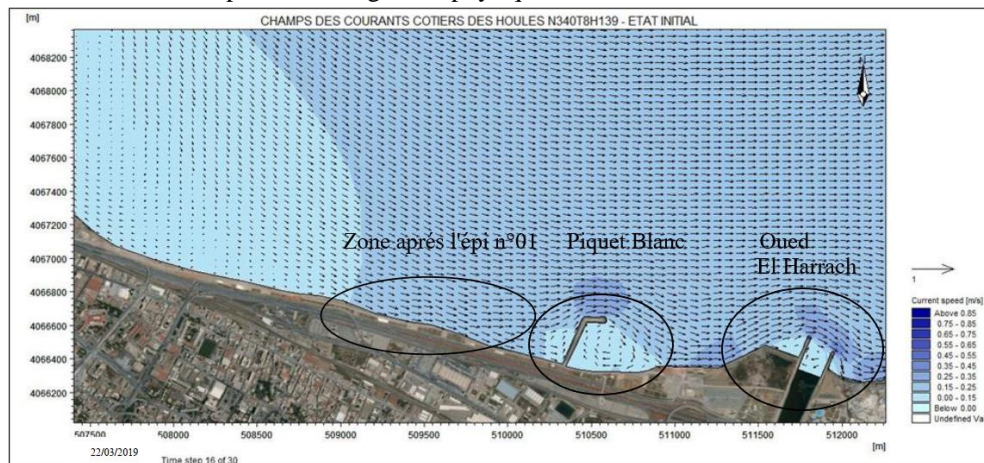


Figure 38: Carte de répartition du champ des courants, MWD=340° ; H=1.39 ; T=8s dans le secteur Nord Nord-Ouest (MIKE-21 2019)

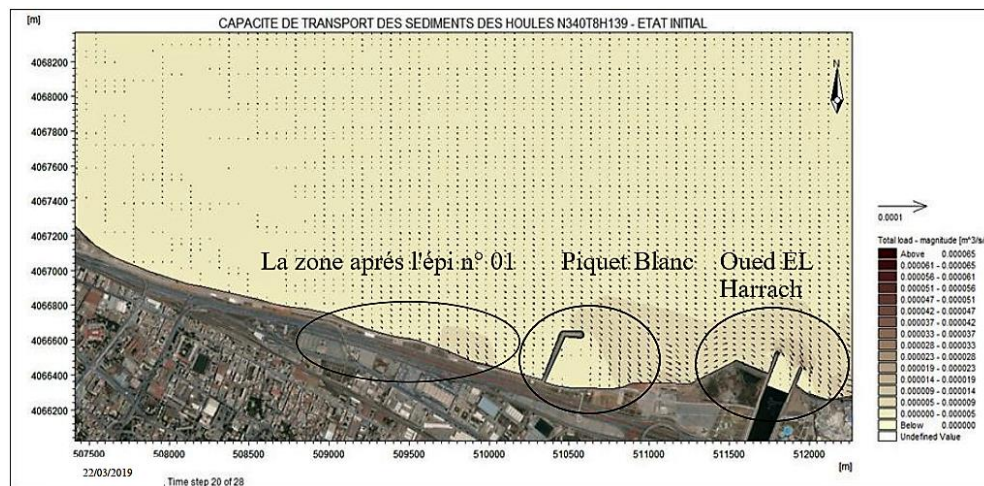


Figure 39: Carte de répartition du flux sédimentaire, MWD=340° ; H=1.39m ; T=8s dans le secteur Nord Nord-Ouest (MIKE-21 2019)

Interprétation

Pour cette direction (340°N), les houles abordent la plage avec une incidence oblique, et une hauteur de houle plus ou moins moyenne qui varie globalement entre 0 et 2.2m au niveau du site, une diminution de l'énergie de la houle est observée à l'approche de la houle vers la côte (Figure 37).

Sur le plan sédimentologique la capacité de transport solide est exprimée en m³/s/m (Figure 39), elle est définie comme étant la capacité des courants à mettre en mouvement les particules sédimentaires. Concernant la capacité de transport sédimentaire induit par ces courants (Figure 38), on note l'existence d'un transit estimé à 157.68m³/an/m dans la zone d'étude.

La capacité du transport sédimentaire engendré sous l'effet des houles de 340°N se traduit par un transit des sédiments de l'Ouest vers l'Est qui est engendré par un courant Nord Nord-Ouest.

2.6.2 Les houles de direction Nord (360°N)

Les cartes montrent les résultats de la réfraction de la houle de direction N (Figure 40: SW), courantologie (Figure 41: HD) et le transport sédimentaire (Figure 42: ST) dans la zone d'étude Piquet Blanc de 2019 issue de l'étude de (BOUDAB and HADJ DJILANI, 2019).

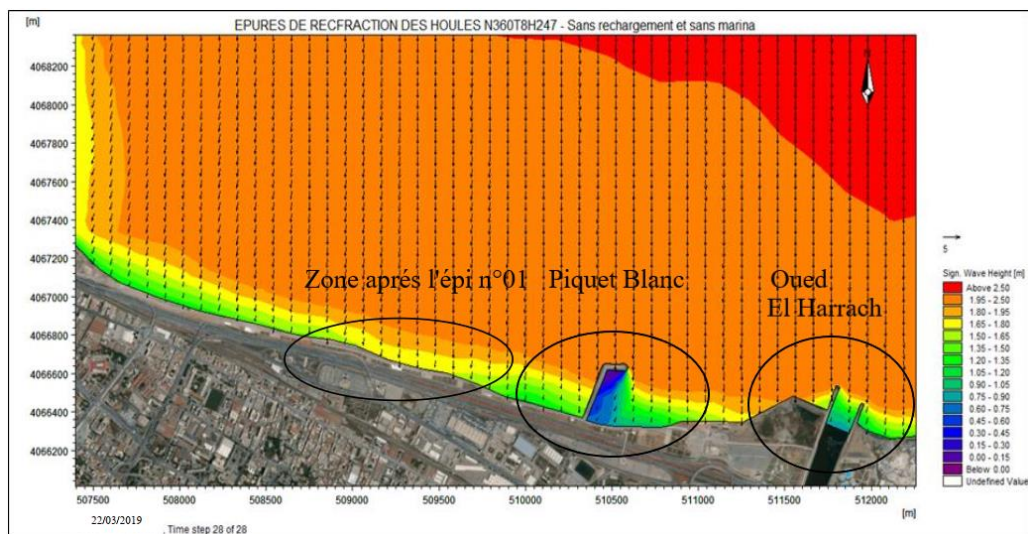


Figure 40: Carte de répartition du champ de réfraction de la houle, MWD=360° ; H=2.47 ; T=8s dans le secteur Nord (MIKE-21 2019)

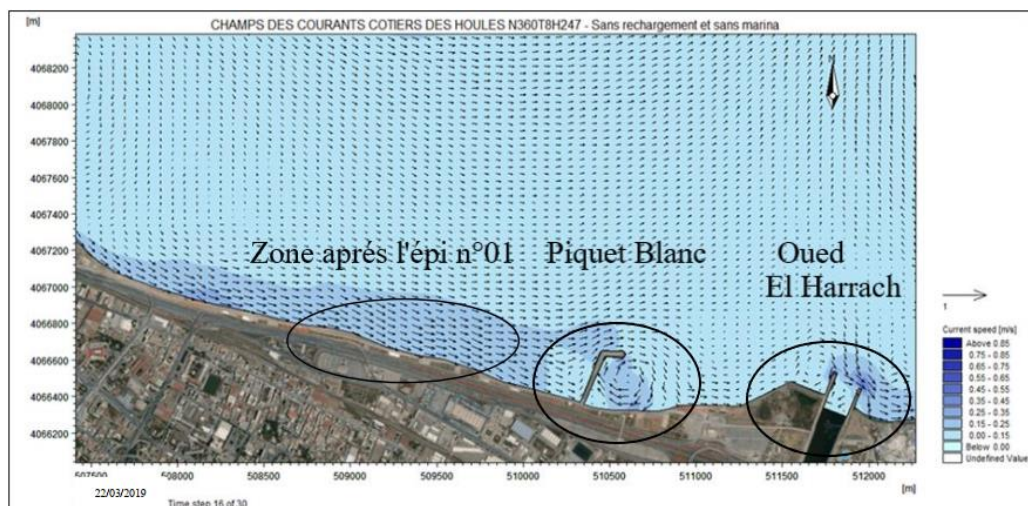


Figure 41: Carte de répartition du champ des courants, MWD=360° ; H=2.47 ; T=8s, dans le secteur Nord (MIKE-21 2019)

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

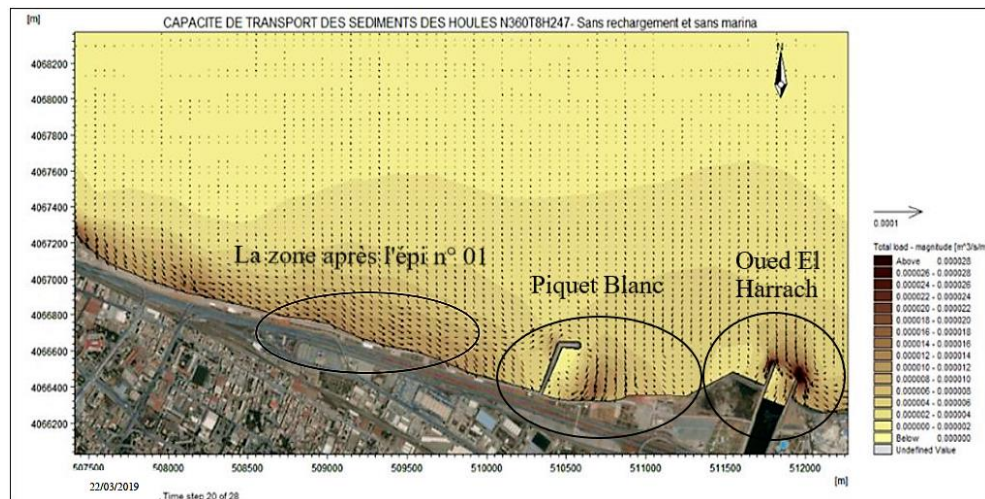


Figure 42 : Carte de répartition du flux sédimentaire, MWD=360° ; H=2.47m ; T=8s, dans le secteur Nord (MIKE-21 2019)

Interprétation

La houle 360°N (Figure 40), arrive à la cote avec une hauteur significative atteignant les 1.65 m, dans la zone l'aménagement, on constate une nette diminution dans la hauteur de la houle au niveau de la plage notamment derrière l'épi n°01, ce qui peut être expliqué par une bonne protection face à la houle.

L'hydrodynamisme côtier (Figure 41) dans notre zone d'étude est clairement observé ou la vitesse du courant reste moyenne entre 0.45 et 0.55m/s avec une direction qui va de l'Ouest vers l'Est, dans l'épi n°01, on observe que les courants sont bloqués du côté ouest et n'atteignent pas la partie Est.

Les résultats dans la Figure 42 montrent que la zone d'étude est sujette à un transport sédimentaire moyen, la capacité du transport sédimentaire engendré sous l'effet des houles 360°N, se traduit par un transit des sédiments de l'Ouest vers l'Est tout au long de la côte. Le transit sédimentaire côtier est estimé à 378 m³/an/m approximativement.

La construction de l'épi n°01 fait diminuer l'intensité du transit sédimentaire, mais on observe la présence de zones d'ombres à l'intérieur, ce qui peut désigner un faible remaniement au niveau de la plage, cette observation rejoint les résultats obtenus dans l'étude du champ des courants.

2.6.3 Les houles de direction Nord Nord-Est (20°N)

Les cartes montrent les résultats de la réfraction de la houle de direction NNE (Figure 43: SW), courantologie (Figure 44: HD) et le transport sédimentaire (Figure 45: ST) dans la zone d'étude Piquet Blanc de 2019 issue de l'étude de (BOUDAB and HADJ DJILANI, 2019) .

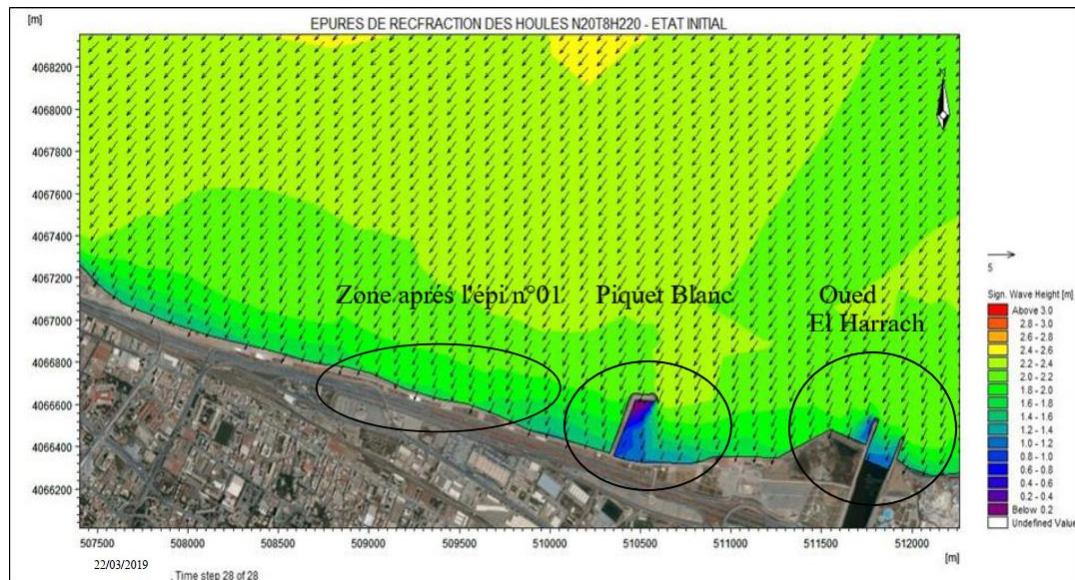


Figure 43: Carte de répartition du champ de réfraction de la houle, MWD=20° ; H=2.20 ; T=8s, dans le secteur Nord Nord-Est (MIKE-21 2019)

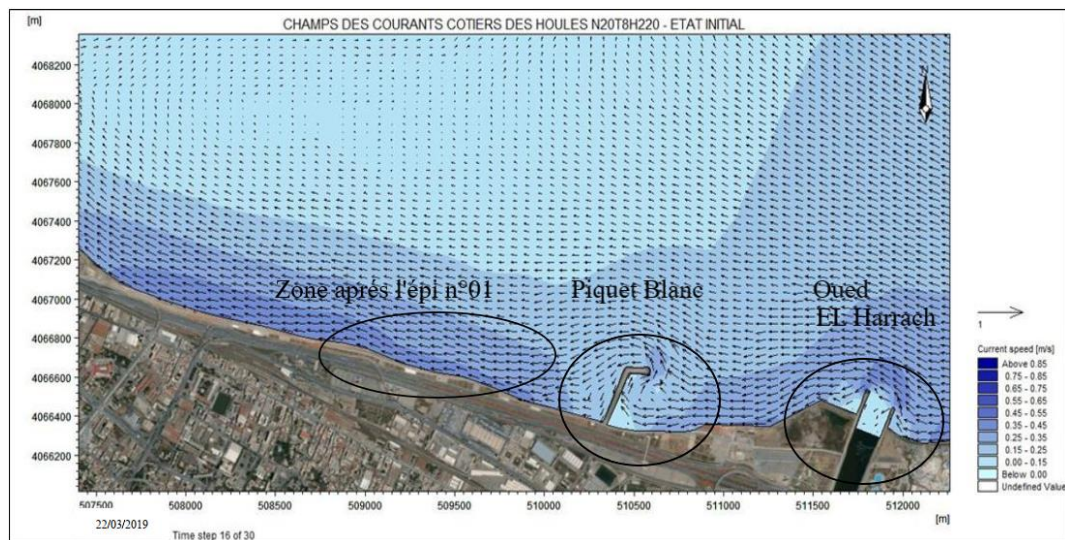


Figure 44: Carte de répartition du champ des courants, MWD=20° ; H=2.20 ; T=8s, dans le secteur Nord Nord-Est (MIKE-21 2019)

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

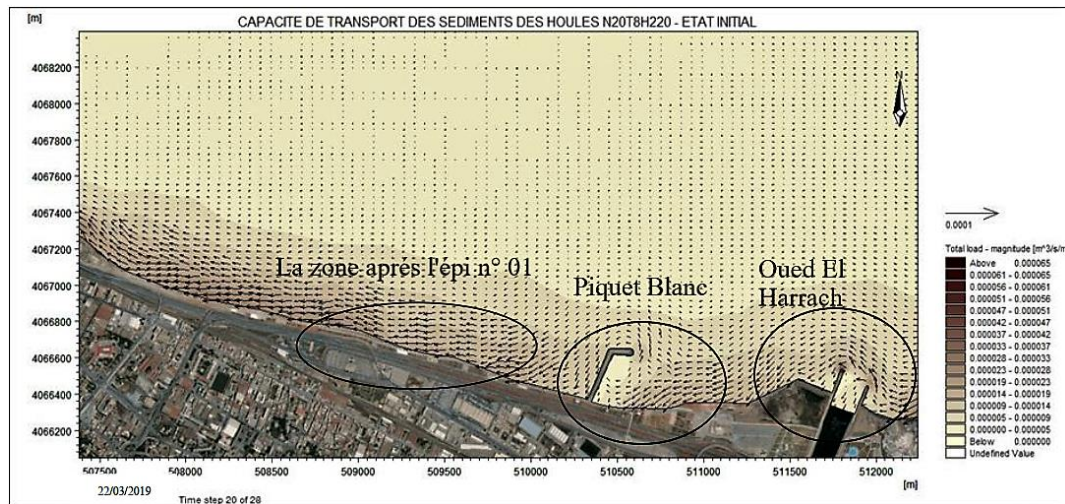


Figure 45: Carte de répartition du flux sédimentaire, MWD=20° ; H=2,20 ; T=8s, dans le secteur Nord Nord-Est (MIKE-21 2019)

Interprétation

La houle de direction (20°N), présente une diminution de l'énergie de la houle au fur et à mesure de son évolution vers la côte. Le paramètre H_s varie globalement entre 0.2 et 2.6m au niveau du site. Cette houle aborde le site avec une incidence oblique, tout en gardant une hauteur moyenne [1.6m].

On remarque que la houle arrive au niveau de la plage Piquet Blanc (Figure 43) avec une hauteur significative considérable de 0.8 à 1.2m, ceci va créer une agitation mais ceci peut être bénéfique pour sauvegarder une bonne qualité des eaux de baignades.

La houle de (20°N) génère des courants de dérive littorale de direction Nord Nord-Est vers l'Ouest (Figure 44), l'intensité des courants à l'approche de la côte varie entre 0.25 à plus de 0.45 m/s tout au long de la côte.

La direction 20°N à une forte influence sur le Piquet Blanc comparée aux autres directions, les résultats du transport sédimentaire (Figure 45) reflètent les résultats de l'hydrodynamisme.

La zone littorale est sujette à un transport sédimentaire assez important, la capacité du transport sédimentaire engendré sous l'effet des houles de 20°N se traduit par un transit des sédiments de l'Est (Oued El Harrach) vers l'Ouest. Le transit sédimentaire est estimé à 1166 m³/an/m.

Piégés par l'épi n°01, les sédiments s'accumulent dans la plage Piquet Blanc.

2.7 Objectif de l'étude sédimentologique et hydro-sédimentaire

Comprendre les processus et les mécanismes de transport des sédiments, à partir de l'origine des sédiments jusqu'à ce qu'ils atteignent la zone d'étude, dans le cas de notre étude, est très important, en particulier les caractéristiques directionnelles et le volume total de transport dans la couche d'eau, car cela permet de comparer et de conclure les changements morphologiques intervenant dans la zone d'étude à partir des deux périodes courte et longue portée dans la partie côtière.

Et ainsi obtenir une vision claire de la dynamique sédimentaire dans la zone de Piquet Blanc ces dernières années et enfin comparer les changements survenus après la construction de l'infrastructure, afin de conclure le premier objectif de notre étude, qui est de déterminer l'effet de l'intervention humaine sur l'activité des sédiments et les réserves sédimentaires côtières dans la zone.

2.8 Etude anthropique

Aujourd'hui 91% de la population algérienne vit le long de la côte méditerranéenne sur 12% de la surface totale du pays et près de la moitié de la population est urbaine.

L'urbanisation continue à se propager malgré les efforts du gouvernement pour tenter de réduire la saturation démographique des villes côtières. Alger est soumise à une pression humaine particulièrement élevée, avec plus de 4 millions d'habitants selon l'Office statistique algérien et jusqu'à 7,7 millions selon certaines organisations non gouvernementales. (Rabehi et al., 2018)

L'urbanisation et l'aménagement du territoire peuvent avoir un rôle aggravant dans l'érosion côtière. Les nombreux aménagements le long du littoral ont largement contribué à modifier la morphologie du littoral peut aggraver des impacts sur l'équilibre du littoral dans notre région d'étude. (Rabehi et al., 2018)

2.8.1 Évolution de l'urbanisation côtière

La télédétection par traitement des images Landsat de 2000 à 2015, a permis de cartographier le taux d'urbanisation par commune (Figure 46) :

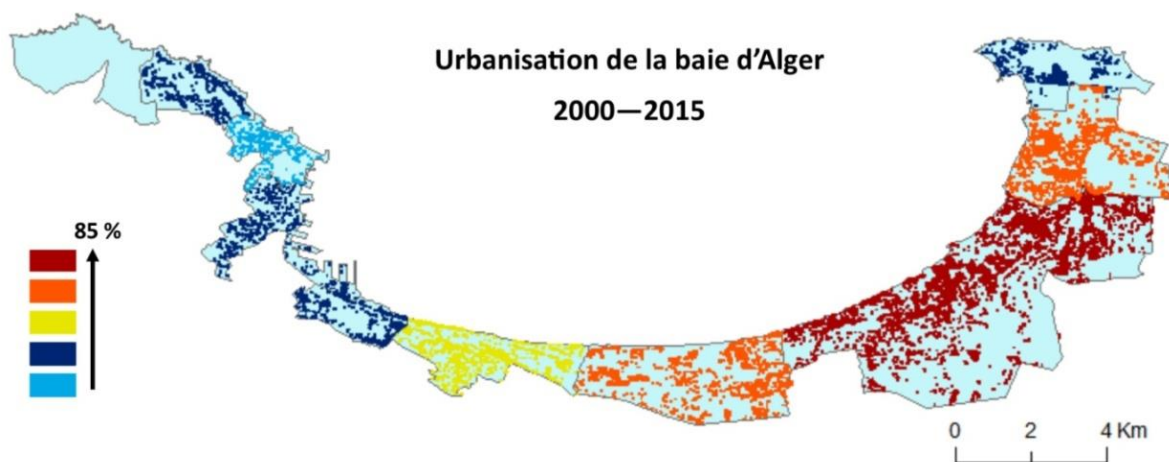


Figure 46: Taux d'urbanisation côtière (Rabehi et al., 2018)

À l'aide de données démographiques recueillies auprès de l'Office algérien de la statistique, la densité de population par commune (Figure 47) est illustrée ci-dessous.

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

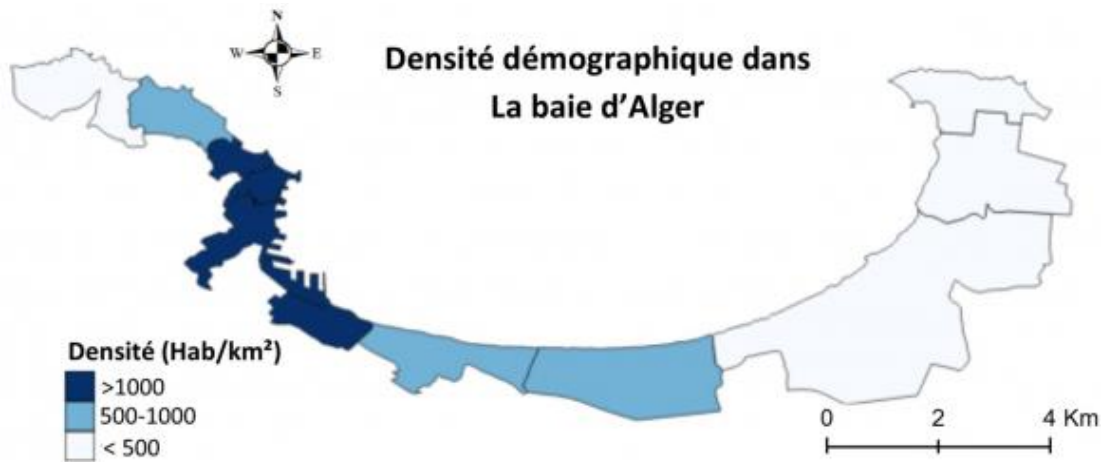


Figure 47: Densité de population par commune (Rabehi et al., 2018)

Après calcul de l'indice IVC final, la carte ci-dessous (Figure 48) a été produite :

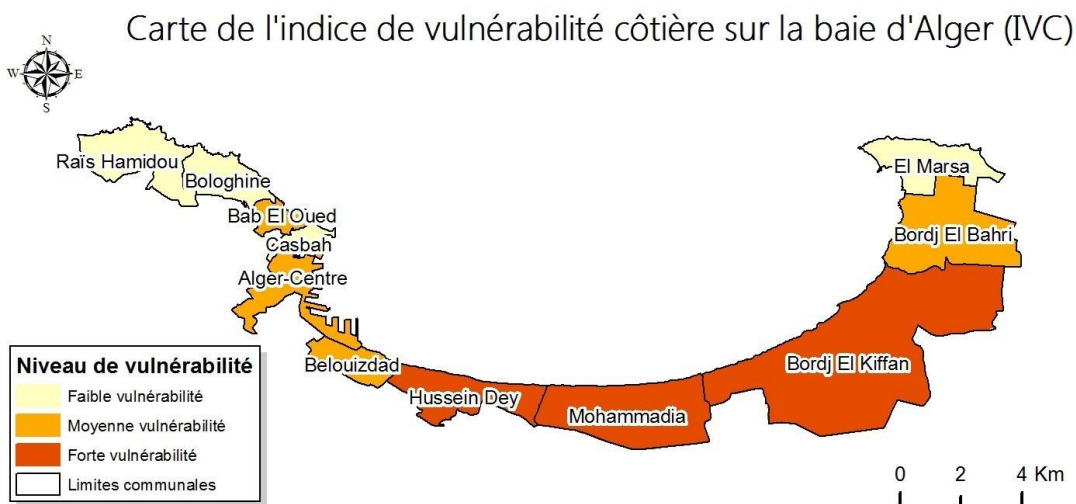


Figure 48: Indice de vulnérabilité côtière IVC par commune (Rabehi et al., 2018)

Discussion

Les résultats confirment la vulnérabilité élevée des zones centrale et orientale de la baie d'Alger. En analysant les cartes ci-dessus, nous constatons que la localisation de notre zone d'étude se situe dans les deux municipalités qui souffrent d'une grave faiblesse (Hussein Dey, Mohammadia) et sont caractérisées par une forte vulnérabilité socioéconomique (souffrent d'une forte densité de population et une urbanisation massive au cours des dix dernières années), ainsi que des caractéristiques physiques défavorables du littoral (érosion importante, côtes sableuses fragiles, etc.). Ainsi, ces communes ont connu une industrialisation intensive.

le centre et l'est du Baie subissant la plus forte pression humaine en matière de logement en raison de l'exode rural et de l'augmentation des disponibilités foncières.(Rabehi et al., 2018)

2.8.2 Les impacts de l'urbanisation et ses conséquences sur le trait de côte

Les interventions anthropiques laissent des marques réelles sur le trait de côte. Parmi ces actions, on peut citer :

1. La construction des barrages : L'apport sédimentaire des fleuves est l'un des principales sources d'alimentation pour les plages en sable, mais par la construction des barrages, le volume de sédiments terrigène atteignant la côte se réduit car leur action se représente un piège des sédiments.
2. L'extraction abusive du sable : L'extraction de sable des plages et de gravier fluviaux pour des intérêts de construction est une action courante ce qui entraîne de réduire considérablement la quantité des sédiments fluviaux et le sable sur la côte qui permet donc de recul de trait de côte. (Morris and Chapman, 2022)
3. Aménagement portuaire et maritime : Les structures portuaires jouent un rôle de barrière littorale pour la dérive littorale des sédiments risquent de perturber le transit des matériaux et de modifier l'évolution du rivage. Des accumulations de sable se forment contre les jetées qui arrêtent le courant tandis que les secteurs situés au-delà de ces obstacles démaigrissent et reculent car privés d'apport sédimentaires.
4. L'urbanisation anarchique près de la côte : La construction près de la zone d'étude entraîne une surexploitation des réserves côtières (sable, eau, ...), elle constitue un obstacle réfléchissant pour les houles, elle permet aussi de diminuer le couvert végétale et la dégradation des dunes, le surpeuplement de la zone et l'implantation des usines provoquent par les rejets liquides et solides en mer, un déséquilibre côtier. (Said, 2012)

Les Sablettes sont une zone artificielle à caractère touristique, mais l'occupation excessive de cette dernière l'a rendue sous une forte pression urbaine, et les terres ont été sacrifiées dans les plages afin de construire des infrastructures.

Notre zone d'étude **Piquet Blanc** est au cœur de cette problématique, il est donc primordial de comprendre la cause de cette dégradation et de trouver des solutions adéquates.

2.9 Interactions des facteurs

La Figure 49 représente certaines des interactions entre les facteurs mentionnés, dont la compréhension nous aidera à aboutir à des résultats sur notre étude de la dynamique sédimentaire côtière et de l'impact de l'activité humaine sur celle-ci :

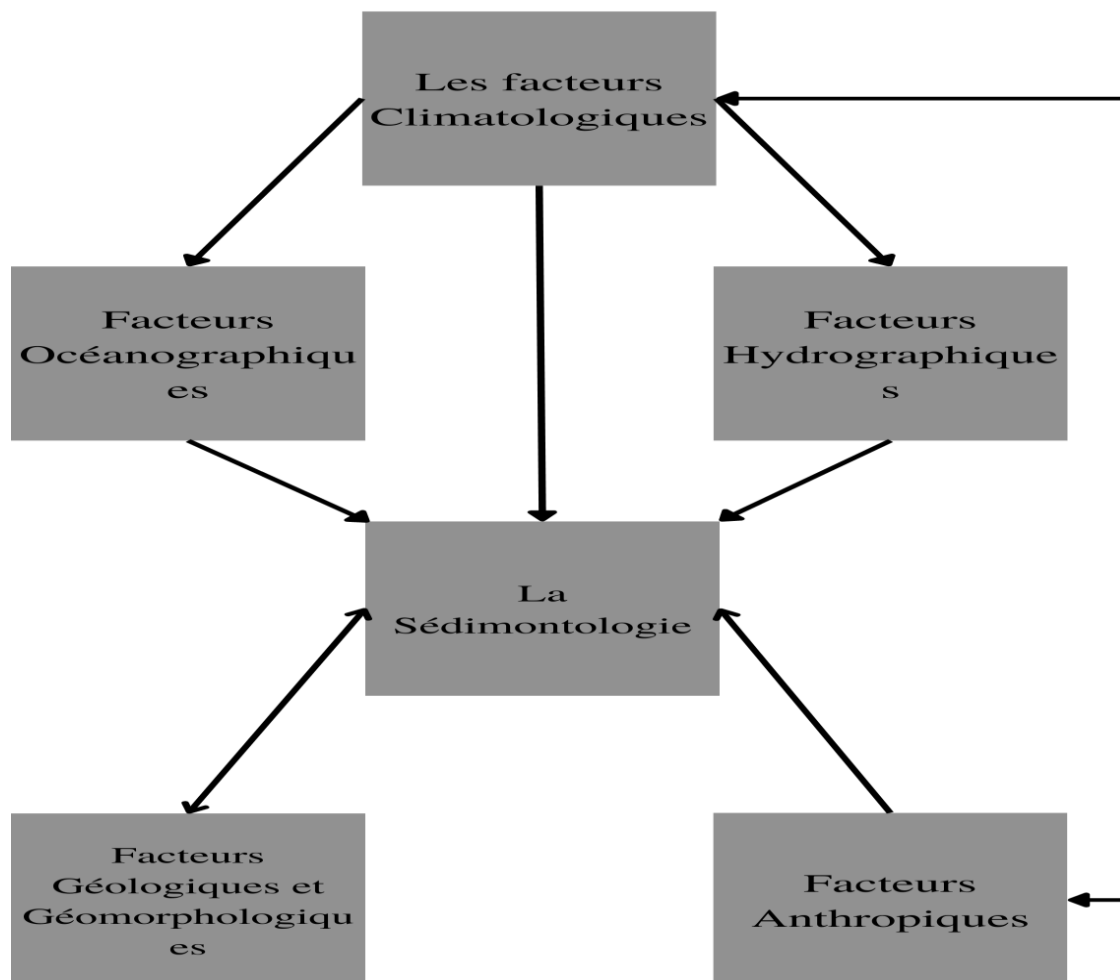


Figure 49: Diagramme d'interactions des facteurs

Discussion

Nous avons créé un graphique qui montre certaines des interactions d'intérêt pour notre étude entre les facteurs analysés précédemment en reliant les facteurs naturels et les facteurs humains en mettant l'accent sur l'importance de chaque facteur et chaque relation à notre étude qui vise à mieux comprendre les processus de transfert sédimentaire et sa dynamique,

Premièrement, nous avons mentionné l'interrelation entre l'étude des facteurs géologiques et géomorphologiques, qui est une relation d'influence et d'impact sur la dynamique des

Chapitre 02 : Diagnostic physique et interaction de facteurs

sédiments, où la nature des réservoirs géologiques nous donne une bonne perspective sur la vitesse et l'intensité des processus d'érosion et de sédimentation dans la région.

Le diagramme montre également la relation directe et indirecte entre les facteurs climatiques et le processus de sédimentation.

- connexion indirecte: Les facteurs climatiques contrôlent l'intensité et la fréquence des facteurs océaniques, ainsi que le débit hydrographique, qui conduisent à l'alimentation et au transport des sédiments dans la zone d'étude.
- connexion directe: Les processus d'érosion et de transport des sédiments par le vent et le lavage des continents par les précipitations sont des facteurs très importants dans la dynamique sédimentaire.

Le diagramme a également mis en lumière le rôle des facteurs anthropiques dans ce système complexe, qui est considéré comme le facteur le plus important pour notre étude, car la construction d'infrastructures et l'ingénierie côtière a des effets rapides et très significatifs sur le paysage côtier avec une relation directe sur la forme et la dynamique des sédiments qu'il contient

De manière indirecte, les activités humaines destructrices d'environnement en général, que ce soit en milieu côtier ou à l'intérieur, ont un impact très négatif sur le climat, ce qui a conduit à l'émergence de fluctuations extrêmes telles que la intensification des tempêtes (augmentation de l'intensité des facteurs érosifs) et de la sécheresse (manque de ressources nutritives pour les sédiments) ces dernières années. (Commission européenne, 2008)

Ces fluctuations ont affecté négativement l'humanité par l'augmentation de la fréquence des catastrophes naturelles et les épisodes météorologiques extrêmes.

Etude des risques et les
différentes méthodes
d'évaluation de trait de
côte

3 Chapitre 03: Etude des risques et les différentes méthodes d'évaluation de trait de côte

3.1 Introduction

3.1.1 Qu'est-ce que le trait de côte?

En général le trait de côte est par définition la ligne qui forme la frontière entre la terre et l'océan, la mer ou un lac : (Figure 50).

C'est la ligne d'intersection de la surface topographique avec le niveau de la haute mer astronomique et par extension, la limite entre la mer et la terre. Il existe plusieurs types d'indicateurs pour la détermination des traits de côte (altimétriques, hydrodynamiques, géomorphologiques et botaniques). (Wikhydro, 2013a)

Pour les besoins de la gestion côtière, il est nécessaire de connaître l'évolution du trait de côte (avancées, reculs ou stabilité) selon les échelles de temps associées (saisonniers, annuelles). (BRGM, 2012)

Pour notre étude, nous avons choisi le trait de côte tracé sur la base d'indicateurs géomorphologiques, qui est le plus recommandé par la communauté scientifique des milieux côtiers, selon la typologie morphologique de la zone de **Piquet Blanc**, la limite du trait de côte choisi est la ligne de rivage instantané qui correspond à la limite d'humectation en mer calme. (HATTABI and KADDOUR, 2018)

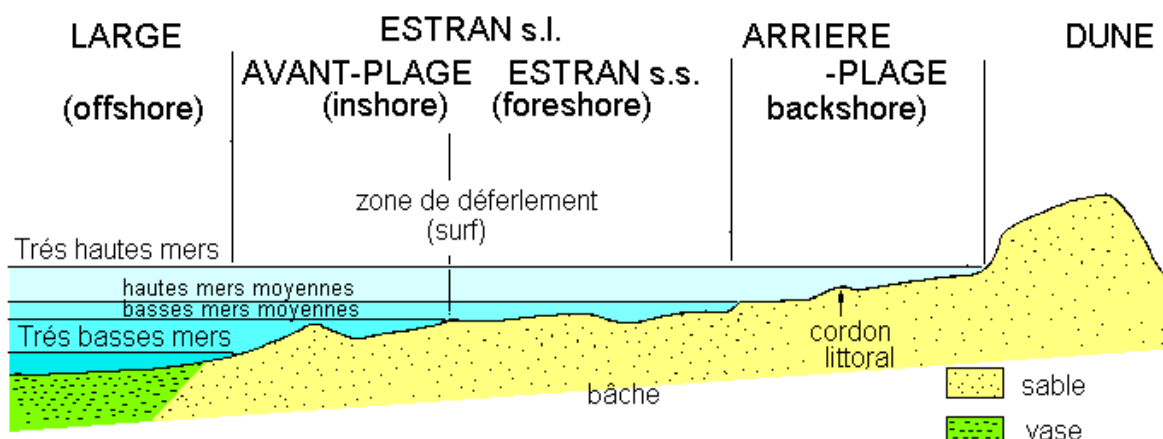


Figure 50 : Profil de plage standard (France Nature Environnement, 2014)

3.1.2 Gestion du trait de côte

La baie d'Alger se présente comme un système côtier très diversifié qui conduit à un conflit constant entre les « pressions humaines » et la « fragilité environnementale » de ces côtes. En effet, la nécessité de loger la population croissante d'une part, et d'autre part, l'existence d'un littoral faible menace la fragilité du littoral. La partie où se trouve notre zone d'étude a subi une érosion notable au cours des dernières années. Alger étant l'une des plus grandes capitales méditerranéennes, elle est soumise à une urbanisation intense et à une migration interne croissante vers elle chaque année. Sa zone côtière a été progressivement occupée au détriment de nombreuses zones et systèmes côtiers différents dans sa structure géologique, et l'urbanisation de la zone et sa transformation en villes de ciment ont eu un impact négatif sur l'approvisionnement des plages en sédiments naturels ainsi que sur la dynamique des côtes de cette région.(Ghodbani et al., 2015)

L'exploitation des résultats de l'approche méthodologique BRGM pour la zone littorale "Piquet Blanc" permettra de diagnostiquer les liens, les éventuelles relations de cause à effet, les liens entre urbanisation intensive et infrastructures, et l'impact croissant sur l'environnement côtier.

Il est essentiel de mieux comprendre le fonctionnement des milieux côtiers et la dynamique des sédiments avant et après la mise en œuvre des projets côtiers et la construction d'infrastructures, et donc l'observation comparative des développements du littoral est essentielle pour noter les variations à différentes échelles de temps et d'espace.(Mallet and Michot, 2012)

3.2 Les risques côtiers

3.2.1 L'érosion marine

L'érosion côtière est la perte ou le déplacement de terres, ou l'enlèvement à long terme de sédiments et de roches le long d'une côte en raison de l'action des vagues, des courants, des marées, le vent et de l'eau entraînée par lui , de la glace d'origine hydrique ou des effets des tempêtes et d'autres forces , naturel ou non naturel, où il peut y avoir perte d'espace côtier et gains de l'autre côté.(Projetecolo, 2022)

Risque d'érosion : Lorsqu'on mentionne les facteurs d'érosion non naturels, la cause principale qu'il convient de mentionner est l'action humaine, avec diverses activités sur le littoral qui peuvent faire de ce phénomène un aléa côtier. Où l'érosion actuelle des plages

Chapitre 03 : Etude des risques et les différentes méthodes d'évaluation de trait de côte témoigne de l'inversion de la tendance évolutive qui a conduit à leur émergence. Par conséquent, nous constatons que les plages sont en danger de disparition en raison du manque de sédiments.

Une enquête internationale a montré que plus de 70% des plages du monde sont aujourd'hui érodées. 20% est stable et seulement 10% il y a une gradation professionnelle. (Belkherroubi and Belguerguid, 2017)

3.2.1.1 Les causes et les conséquences d'érosion

Les causes

Les causes naturelles et anthropiques de l'érosion côtière sont résumées dans le Tableau 7.

Tableau 7: Causes naturelles et anthropiques de l'érosion côtière (MSP Québec, 2022)

Naturelles	Anthropiques
- La pénurie sédimentaire	- L'urbanisation du littoral sous forme de constructions.
- Les tempêtes	- La mauvaise conception des ouvrages de défense.
- L'hydrodynamisme marin	- La dégradation des herbiers de phanérogames marines.
- La tectonique des plaques	- L'extraction de réserves souterraines en eau douce.
	- La réduction des apports solides des cours d'eau.

Les conséquences

- Disparition des plages
- Erosion et recul des falaises
- Dégradation de la côte peut être un risque sur les habitations en front de mer
- Altérations des routes et les chemins sur la bande littorale

3.2.2 Submersion marine

Une submersion marine est une inondation temporaire et éventuellement épisodique de zone côtière, générée par la mer voisine, lors d'événements météorologiques (tempête, cyclone tropical, forte dépression et vent de mer) ou océanographiques (houle, marée,) d'ampleur très inhabituelle. Elle commence lorsque les plus hauts jets d'eau de mer de la bordure maritime dépassent la crête des accumulations littorales, provoquant un transfert d'eau et de sédiments sur le versant terre du cordon littoral. (Wikhydro, 2013b)

Les tempêtes peuvent causer deux types de phénomènes sur les espaces côtiers du globe. Dans un premier temps, les tempêtes entraînent une élévation du niveau moyen de l'eau car elles combinent les effets d'une faible pression atmosphérique et ceux de forts vents.

Ensuite, les effets d'une forte houle s'ajoutent au phénomène : les vagues cassant sur les côtes, plus particulièrement sur les plages à pente douce, vont s'étendre sur plusieurs mètres et générer des effets appelés "wave set up" et "swash", ce qui a pour conséquence d'amplifier le phénomène et surtout d'augmenter la taille de la zone atteinte.

Le "wave set up" correspond à l'élévation du niveau moyen de la mer par les hauteurs atteintes par les vagues, tandis que le "swash" est défini comme l'eau s'étendant sur la plage à la suite de l'arrivée d'une vague.

Le "swash" est capable de déplacer les sédiments dans le sens parallèle à l'arrivée des vagues et fait partie des facteurs accentuant l'érosion. La force et la zone d'impact élargie de ces vagues augmentent la vulnérabilité à l'érosion de la zone concernée.

De plus, le "swash" et le "wave set up" participent pour au moins deux-tiers à la hauteur totale des niveaux d'eau. La submersion marine est ainsi définie comme un aléa naturel se produisant sur les régions côtières du monde entier, mais n'étant dangereuse que si ces régions côtières sont anthropisées. (HATTABI and KADDOUR, 2018)

Les submersions envahissent généralement les terrains situés en dessous du niveau des plus hautes mers mais atteignent aussi parfois des altitudes supérieures si le battement des vagues et les projections d'eaux marines franchissent des ouvrages de protection et/ou la crête des cordons littoraux. (ORRM, 2022)

Les submersions marines peuvent durer de quelques heures à quelques jours. Trois modes sont distingués (Figure 51, Figure 52):

Chapitre 03 : Etude des risques et les différentes méthodes d'évaluation de trait de côte

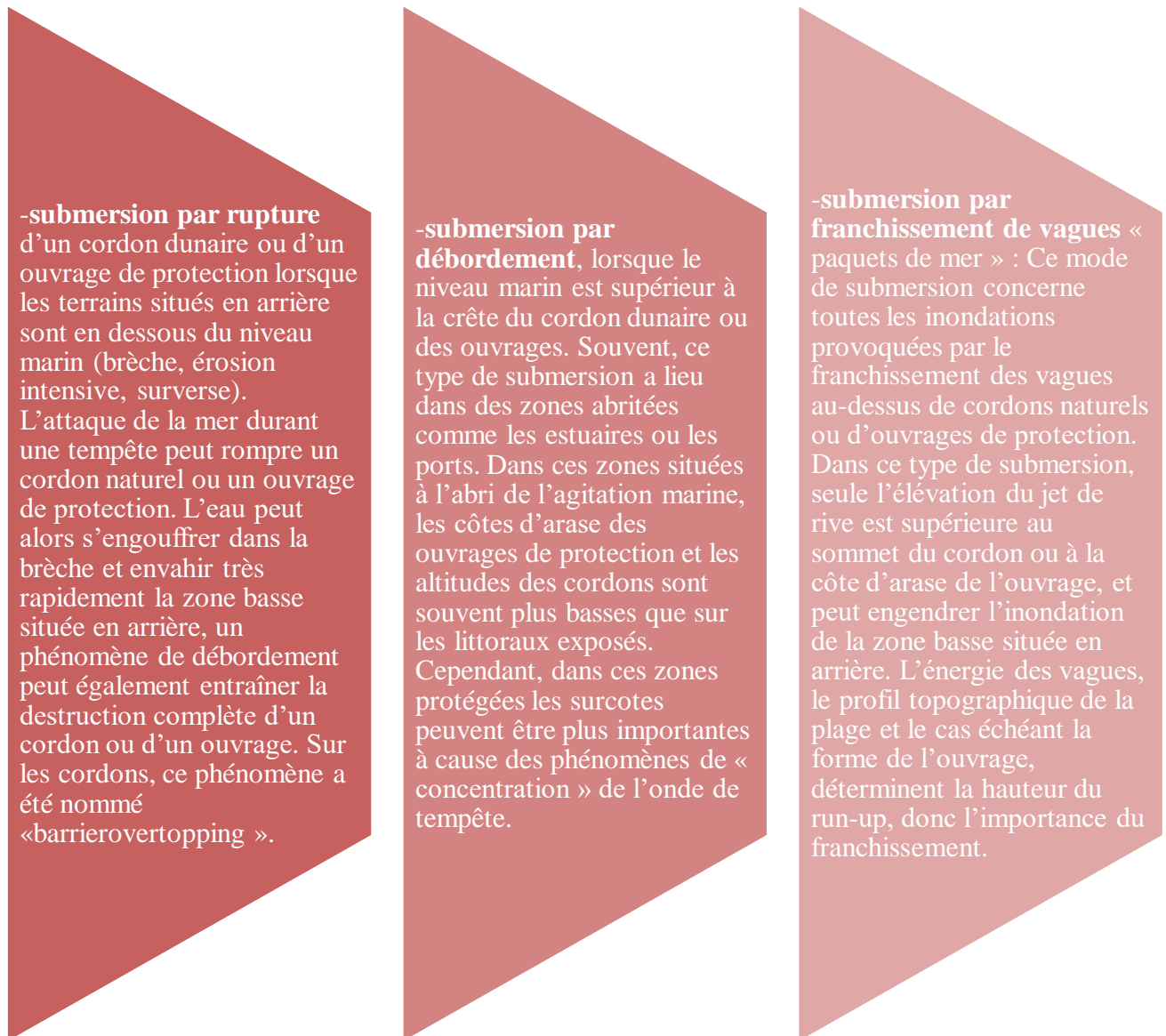


Figure 51: Explication des trois modes de submersions marines (ORRM, 2022)

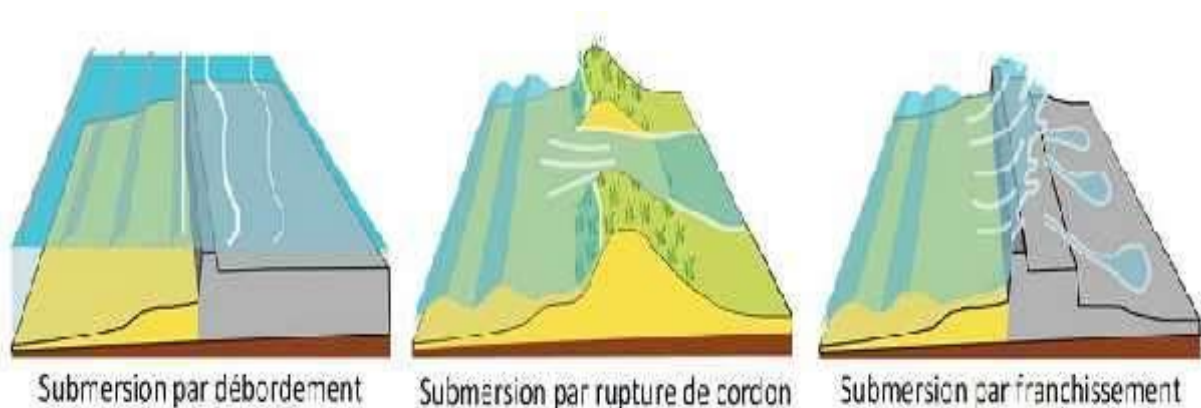


Figure 52: Les trois modes de submersions marines (ORRM, 2022)

3.3 Matériel et méthodes

3.3.1 Les méthodes d'acquisition et de suivi du trait de côte

Cette partie présente les principales techniques d'étude (Figure 53) qui peuvent être recommandées pour mettre en œuvre la stratégie de surveillance du trait de côte. Ces techniques diffèrent en partie selon les types de littoral (géomorphologie, développement rapide ou lent, côte stable, etc.), ainsi que selon les objectifs de suivi (types de relevés, enjeux, accessibilité, occurrence, objectifs, coûts, etc.). (BRGM, 2012)

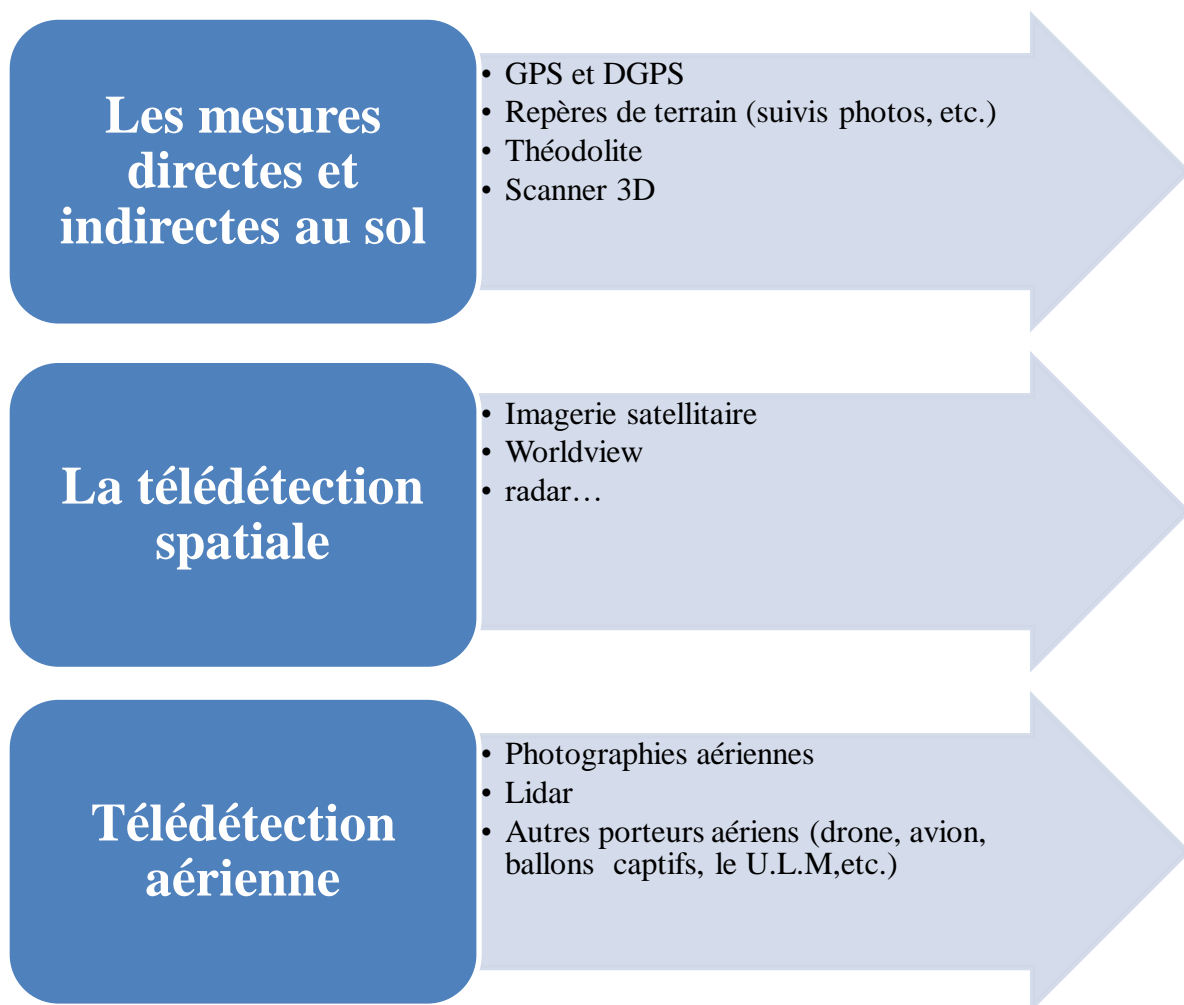


Figure 53: Les méthodes d'acquisition et de suivi du trait de côte (BRGM, 2012)

3.3.2 Les modes d'acquisition des levés de trait de côte dans notre zone d'étude

L'acquisition de la position de la ligne de rivage pour l'analyse de la zone de Piquet Blanc s'est faite à travers deux modes de hautes précisions,

3.3.2.1 La photographie aérienne

Avant 2009 les positions de la ligne de rivage ont été extraites par digitalisation à partir des photos aériennes de 1959, 1972, 1980, 1999, avec la résolution de 600 dpi, à l'aide d'un logiciel SIG, par le groupe de projet AMIS (Tableau 8)

Estimation d'erreur

- **L'erreur graphique** : représente l'erreur de la phase de digitalisation ;
- **L'erreur de résolution des rasters** : Considérée comme 1/2 dimension du pixel soit 5cm ;
- **L'erreur de l'opération** : la position lors de la prise de vue, ou lors du géo-référencement ;

Tableau 8: Années et échelles de la photo aérienne PROJET AMIS 2004 (BOUKHDICHE, 2017)

Année de campagne aérienne	Echelle
1959	1 :25 000
1972	1 :20 000
1980	1 :10 000
1999	1 :10 000

3.3.2.2 Levés DGPS (GPS différentiel)

Après 2009, la position du trait de côte a été déterminée par la technique DGPS qui est une méthode destinée à améliorer la performance de positionnement du GPS.

Le principe du GPS différentiel consiste à utiliser deux récepteurs GPS dites stations, une fixe et l'autre mobile d'où le récepteur fixe sert de référence au mobile, il est basé sur le fait que ces deux récepteurs GPS soient situés à proximité pour chacun calculer ses propres coordonnées. (DYNALIT, 2018)

Les corrections sont transmises par le récepteur de la base vers le récepteur GPS mobiles par l'intermédiaire d'un système radio.

Estimation d'erreur

Erreurs liées à la précision

- La troposphère
- Les éphémérides
- L'horloge du satellite

Erreurs liée à la manipulation

Sont issus surtout de l'inclinaison de la station mobile lors de prises des levés et la précision du tracé du trait de côte (Tableau 9).

Tableau 9: Les erreurs du DGPS (BOUKHDICHE, 2017)

Source d'erreur	Erreur estimée
Système GPS	+/- 3cm
Inclinaison de la station mobile	+/- 2cm
Tracé du trait de côte	+ /- 25cm
Erreur totale	+/- 30 cm

3.3.3 Approche méthodologique

Le choix de la méthodologie de suivi du trait de côte doit être en fonction des caractéristiques du milieu des moyens et outils disponibles ainsi que les besoins en matière de précision. Dans le cadre de ce mémoire nous avons opté pour la méthodologie de (BRGM, 2012) basée sur une logique de progression d'étape à entreprendre (Figure 54) :



Figure 54: La méthodologie de suivi du trait de côte de (BRGM, 2012)

3.4 Description des méthodes d'analyse du trait de côte

De nombreuses techniques de cartographie et d'analyse du littoral ont été développées au cours des années. Ci-dessous sont décrites les principales méthodes utilisées pour l'étude de l'évolution du trait de côte de notre zone d'étude (Figure 55). (Moore, 2000)

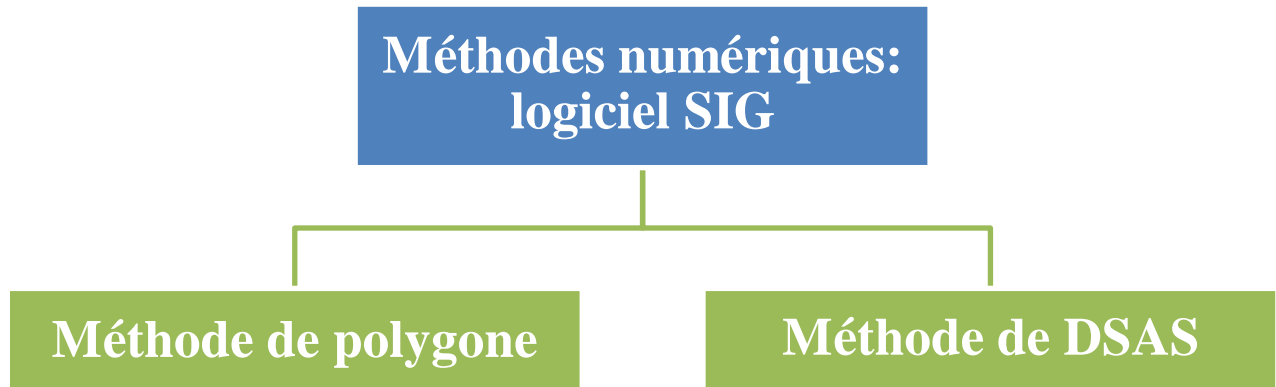


Figure 55: Méthodes numériques d'évaluation de trait de côte

3.4.1 Méthode 01: Système d'analyse numérique du littoral (DSAS)

3.4.1.1 Définition et fonctionnement :

Conception de THIELER et DANFORTH (1994)

La méthode DSAS est basée sur le « General Integrated Analytical Triangulation Program » (GIANT) rédigé par le « National Ocean Service » et vise à fournir une solution de cartographie côtière très précise. La première étape de ce processus consiste à établir un réseau de points de contrôle entièrement connus et de points de contrôle secondaires ou supplémentaires (ou points de passage). Deuxièmement, les points de contrôle, les points de passage, le rivage et les repères (marqueurs de position de la caméra dans chaque coin et/ou au centre de chaque côté de la photographie) sont numérisés à l'aide du « Digital Shoreline Mapping System ». Les données d'étalonnage de la caméra sont ensuite utilisées pour corriger les erreurs dans le système de coordonnées de l'espace image. Les informations photographiques numérisées, liées par le réseau de contrôle au sol, sont ensuite exploitées par le programme d'ajustement simultané GIANT. (U.S. Geological Survey, 2018)

Le programme d'analyse numérique du littoral peut ensuite être utilisé pour déterminer les taux de changement du littoral. Des cartes de rivage de qualité présentation finale peuvent

Chapitre 03 : Etude des risques et les différentes méthodes d'évaluation de trait de côte
être générées en important des données de position de rivage du DSAS vers un système SIG pour les sortir sur un dispositif de traçage (Figure 56).

L'agence fédérale de gestion des urgences dans les États unies (FEMA) a utilisé l'approche du transect et la considère comme la méthode standard pour déterminer les taux de changement côtier à long terme et les zones à risque côtier exposées à une forte érosion.

Le terme transect désigne pour les géographes « un dispositif d'observation de terrain ou la représentation d'un espace, le long d'un tracé linéaire et selon la dimension verticale, destiné à mettre en évidence une superposition, une succession spatiale ou des relations entre phénomènes ». (U.S. Geological Survey, 2018)

Une intersection entre les transects et les autres traits de côte pour des dates différentes permet de déterminer la position de variation du trait de côte en calculant la distance linéaire entre les points d'intersection de deux traits de côte et d'un certain transect. En conséquence, le taux de variation du rivage est calculé pour chaque transect à chaque date. Elle peut être effectuée par le système numérique d'analyse du trait de côte (DSAS). Cette méthode est basée sur une technique statistique de nature similaire, appelée < endpoint-rate >, dans laquelle la distance entre deux lignes de côte est divisée par le temps écoulé entre les deux.

La distance réelle est mesurée par la longueur du transect entre la ligne de base et la position de l'ancienne intersection du rivage, moins la longueur du transect entre la ligne de base et le rivage plus jeune.

Si le point d'intersection le plus proche de la ligne de l'ancienne banque, la mesure est négative, indiquant un changement de banque en émulation, sinon, appartient à la mesure être positif, indiquant un changement de banque au niveau du dépôt.

Ces systèmes offrent un haut niveau de précision, permettent la quantification des erreurs et sont plus flexibles que d'autres techniques puisque les données numérisées des photographies aériennes sont rectifiées en groupe et nécessitent donc moins de points de contrôle entièrement connus. (U.S. Geological Survey, 2018)

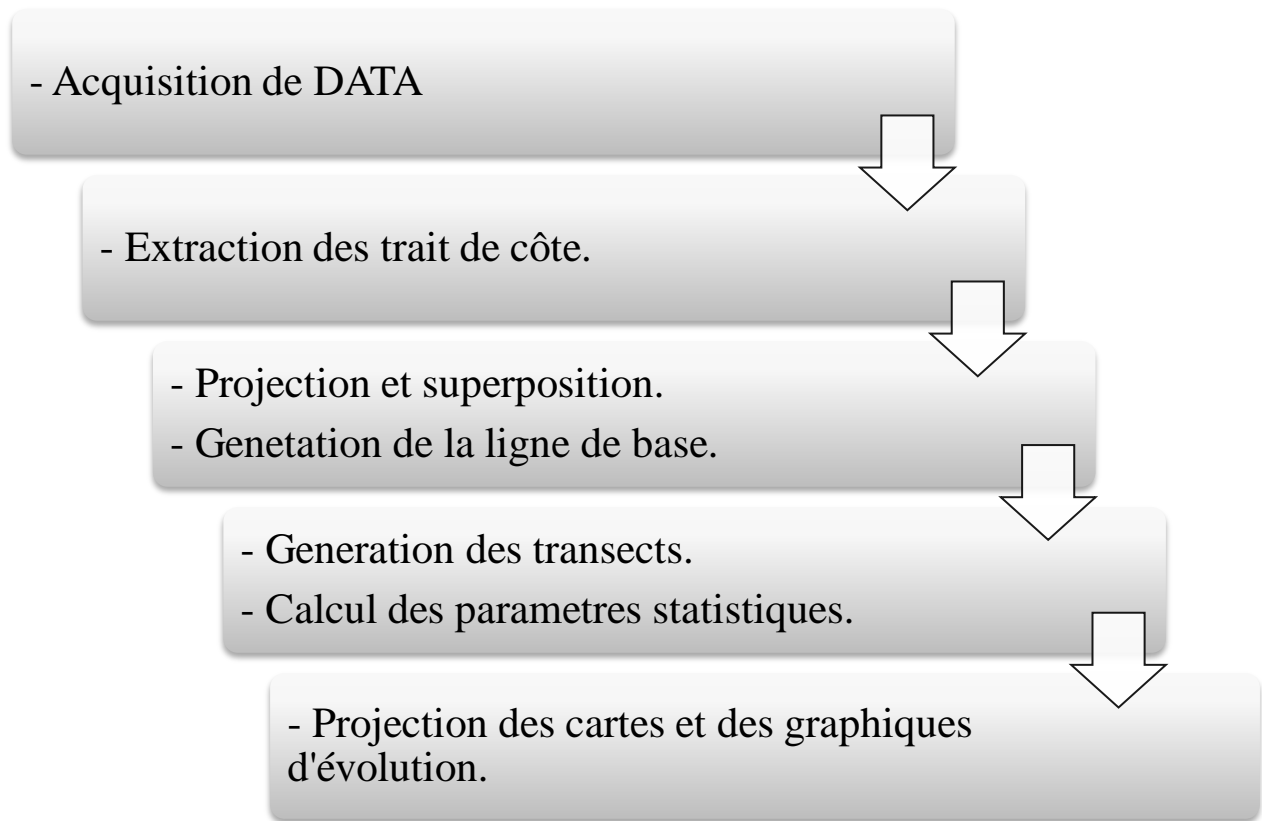


Figure 56: La méthodologie de suivi du trait de côte avec l'application de DSAS (Otmani et al., 2019)

3.4.1.2 Paramètres statistiques

Le **DSAS** est une extension qui permet d'étudier l'évolution du trait de côte, en calculant les statistiques du taux de changement pour une série chronologique de vecteurs de traits de côte. Les 5 paramètres sont :

- **NSM** (Net ShoreLine movement): la distance entre le trait de côte le plus ancien et le plus récent (m)
- **EPR** (End Point Rate) : ce paramètre représente le taux de changement, exprimé en m/an

$EPR = NSM / \text{le temps entre le trait de côte le plus récent et le plus ancien}$

- **SCE** (ShoreLine Change Envelope): la distance la plus importante entre tous les traits de côte (m)
- **LRR** (Linear Regression Rate of Change) : taux de variation de régression linéaire (m/an).
- **WLR** (Weaghted Regression Change) : régression linéaire pondéré (m/an).

3.4.2 Méthode 02: La méthode des polygones

3.4.2.1 Définition et fonctionnement :

Une approche alternative est proposée basée sur une géométrie de calcul différente pour éviter les difficultés associées à la mise en œuvre de la méthode des transects à partir de la ligne de base. Cette approche est appelée « l'approche de polygone ».

La méthode des polygones est basée sur la création de polygones avec des lignes de différentes périodes, peut être utilisée pour calculer la superficie de la région étudiée et la comparer à celle d'autres périodes (Koubzili and Boumessaoud, 2017)

Les entités spatiales traitées dans l'analyse et la planification sont souvent représentées sous forme de polygones dans les SIG, les polygones sont créés artificiellement dans le SIG par des opérations spatiales: polygones, régions tampons, lignes de contour, etc.

Au lieu d'utiliser une ligne de base arbitraire comme base d'analyse comparative, l'approche de polygone utilise deux côtés distincts pour créer une topologie de polygone représentant la différence de surface totale entre deux côtes.

La méthode des polygones est basée sur l'élaboration de polygones et sur l'algèbre polygonale: deux lignes de côte (une ligne de base et celle de l'année d'intérêt) sont utilisées pour déterminer les zones érodées ou accumulées et les taux de variation dans une zone donnée. L'approche de polygones utilise deux côtés distincts pour créer une topologie de polygone représentant la différence de surface totale entre deux côtes. Lorsque les deux rives se croisent, elles créent une série de polygones représentant des régions en alternance, de recul et d'avancée du trait de côte. (ESRI, 2015)

Dans la méthode des polygones (Figure 57), la zone d'évolution entre deux côtes est quantifiée de manière à ce que toutes les portions des deux rivages soient utilisées dans le calcul de la superficie. Ce polygone complexe peut être décomposé en une série de polygones simples représentant des zones d'évolution négative (où le trait de côte le plus récent coïncide avec l'intérieur des terres de la bande littoral la plus ancienne) et d'évolution positive (où le trait de côte le plus récent se situe au large de la bande littoral la plus ancienne) (Koubzili and Boumessaoud, 2017)

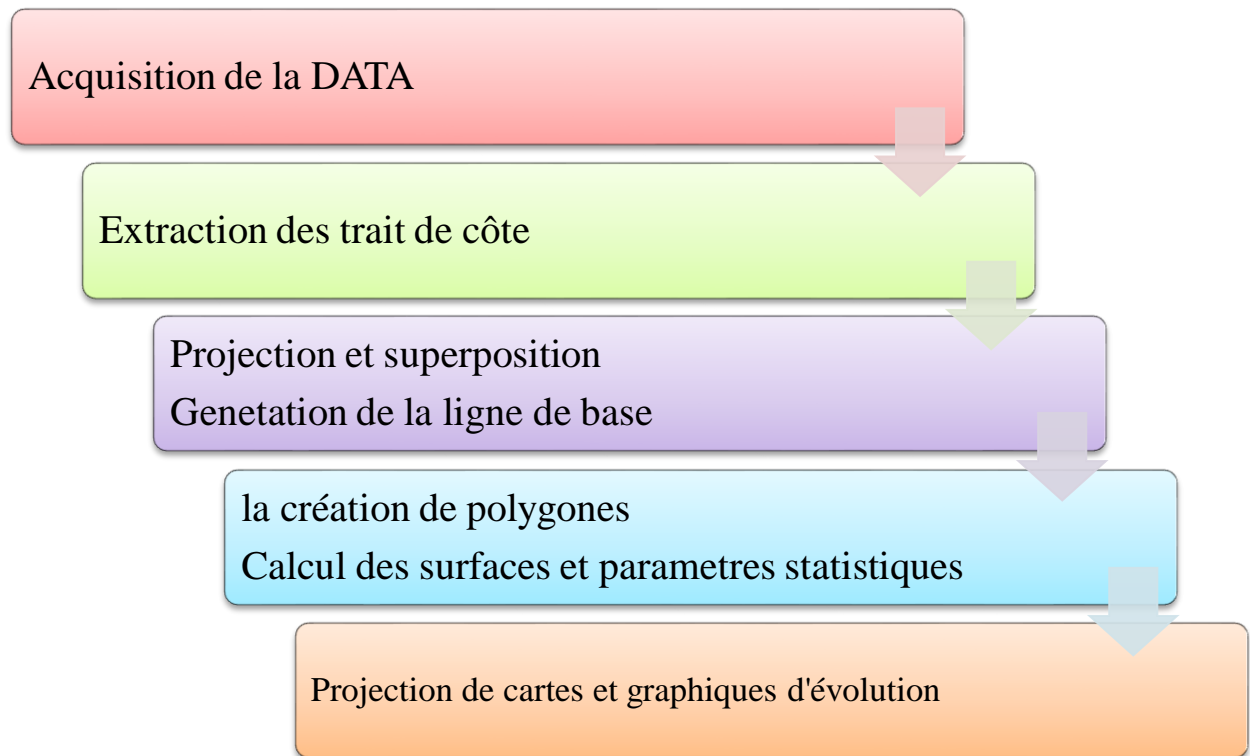


Figure 57 : Méthodologie de surveillance côtière avec l'application de la méthode des polygones (ESRI, 2015)

3.4.2.2 Paramètres statistiques

L'approche par polygones est multifonctionnelle car elle permet l'étude de l'évolution du littoral, en calculant des statistiques de taux de changement pour une série temporelle de vecteurs du littoral.

- **SNA** (Shore line Net Area): la surface entre le trait de côte le plus ancien et le plus récent (m^2 et ha) ;
- **ACR** (Area Change Rate): le taux de changement, exprimé en m^2/an et en ha/an ;
- **SLA** (Shore line Largest Area): la surface la plus importante entre tous les traits de côte (m^2 et ha).

3.5 Tableau de comparaison

Dans ce tableau, sont expliquées les différences les plus importantes entre l'approche polygone et l'approche DSAS, en mettant en évidence les forces et les faiblesses.

Tableau 10: Tableau de comparaison entre les deux méthodes DSAS et polygone (Koubzili and Boumessaoud, 2017)

Méthodes d'analyse	Forces	Limites	Exemple d'application
Analyse par le Système d'analyse numérique du littoral (DSAS)	<ul style="list-style-type: none"> * Les techniques sont fondamentalement les mêmes * Peut gérer de grands ensembles de données *Généralement cette méthode donne de bonnes estimations de trait de côte. *Méthode standard pour déterminer les taux de changement côtier à long terme et les zones à risque côtier exposées à une forte érosion 	<ul style="list-style-type: none"> *Le tri de la ligne de base peut affecter les résultats produits par cette méthode. *Plus l'échelle de laquelle dépend la longueur du trait de côte augmente, plus les détails sont plus irréguliers. * la généralisation de la ligne référence peut éliminer des détails très important dans le trait de côte tels que les baies *Les transects peuvent ne pas atteindre le point de côte le plus proche, mais plutôt se croiser. *Dans certains cas, la relation spatiale entre le trait de côte et la ligne de référence est inadéquate et la perpendicularité des transects sur la ligne de référence peut engendrer des problèmes considérables lors de l'analyse. *de grandes longueurs d'un trait de côte peuvent être omises dans le processus de mesure. *Les résultats obtenus par cette méthode peuvent amener des résidus de régions non atteintes par les transects ce qui permet d'une certaine manière d'affecter les statistiques finales en surmontant le taux de variation 	Identification de modèles dans de grands ensembles de données

Chapitre 03 : Etude des risques et les différentes méthodes d'évaluation de trait de côte

<p>Analyse par la méthode des polygones</p>	<p>*Aucune région de changement n'est laissée non quantifiée.</p> <p>*La méthode du polygone de changement ne montre aucun biais en ce qui concerne les variations isolées, il s'est avéré plus efficace de calculer les taux de variation.</p> <p>*Elle prend en compte l'ensemble du tronçon côtier où l'espacement entre les lignes perpendiculaires n'est pas pris en compte pour calculer l'érosion dans la méthode des transects.</p> <p>*elle s'est avérée très utile pour quantifier les zones réellement variées.</p>	<p>* Nécessite de Diverses connaissances techniques de la méthode d'application</p> <p>*Le rapport R^2 peut surestimer la largeur de la variante du trait de côte (avancée ou reculée).</p> <p>*l'ambiguïté dans l'estimation de la longueur du trait de côte utilisée comme dénominateur pour estimer le taux de variation.</p> <p>*La meilleure ligne de phase pour un rivage peut ne pas correspondre correctement au second rivage dans l'analyse de variation.</p>	<p>Analyse des fonctionnalités pilotées par de multiples facteurs externes</p>
--	--	--	--

3.6 Conclusion

La zone côtière est un lieu très sensible, de plus elle est une grande zone de profit qui se doit d'être prise en charge et gérée.

Le trait de côte est extrait pour être étudié par de nombreux appareils manuels, ainsi que des relevés aériens et satellitaires selon des normes de travail spécifiques.

Pour étudier l'évolution de trait de côte, l'approche DSAS et polygonale du suivi côtier doivent être appréhendées empiriquement, numériquement et statistiquement selon ses critères.

A travers les données collectées et obtenues, avec l'intégration dans le SIG et le traitement avec les deux méthodes: méthode des transects et méthode des polygones et après avoir évoqué les différences entre les deux avec les avantages et les inconvénients de chacune, tout cela permet de mieux comprendre l'évolution de trait de côte afin d'atteindre la meilleure approche de gestion actuellement possible.

Résultats d'évolution
spatiotemporelle du
trait de côte et Analyse
d'impact

4 Chapitre 04: Résultats d'évolution spatiotemporelle du trait de côte et Analyse d'impact

4.1 Etude de l'évolution de trait de côte par la méthode du DSAS

La carte suivante (Figure 58) présente les transects issus de l'application de l'approche DSAS sur notre zone d'étude, numérotées d'ouest en est, qui seront utilisées pour la prochaine analyse de chacune des statistiques **NSM**, **EPR** et **SCE**.

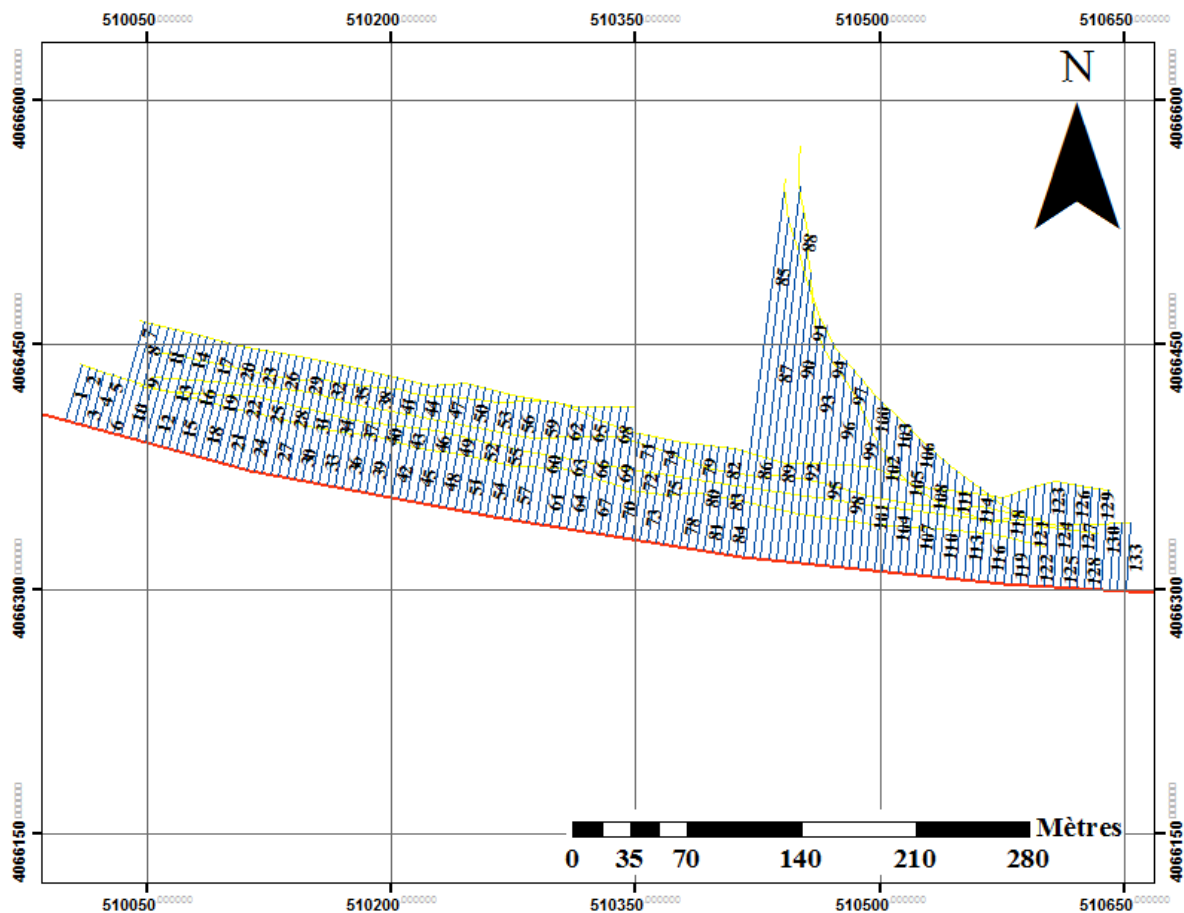


Figure 58: Carte des transects issus de l'application du DSAS sur la zone du Piquet Blanc numérotés d'Ouest en Est.

4.1.1 Analyse du Net Shoreline Movement (NSM) :

La Figure 59 et Figure 61 ci-dessous montre les différentes distances entre le trait de côte le plus ancien et le trait de côte le plus récent en mètre. En détail et la Figure 60 montre un graphique des zones d'érosion et d'accumulation:

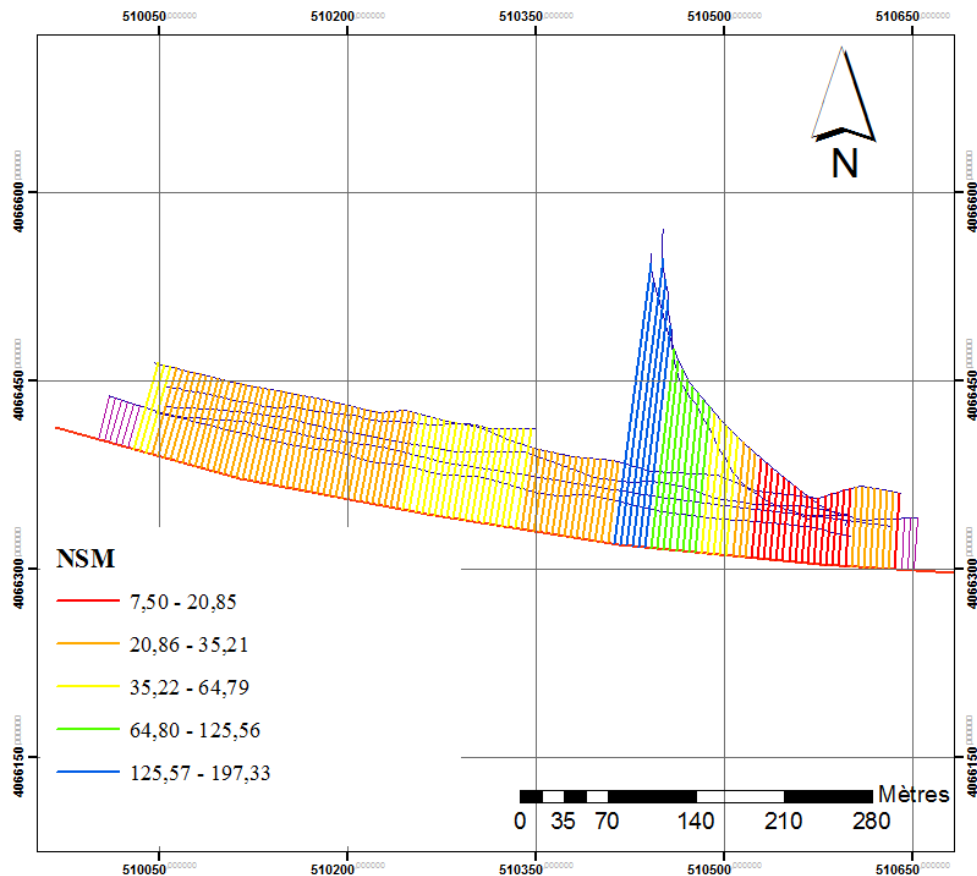


Figure 59: Illustration du rythme d'évolution du trait de côte NSM en m entre 1959_2015.

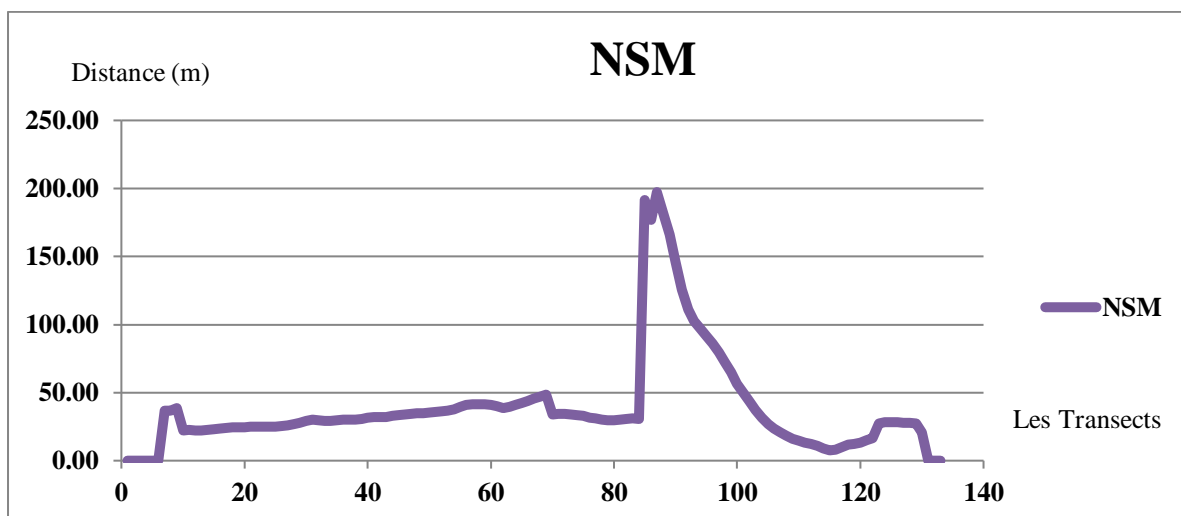


Figure 60: Représentation graphique des changements moyens de la position de la ligne de rivage de la zone d'étude durant la période 1959_2015 par (m).

Chapitre 04 : Résultats d'évolution spatiotemporelle du trait de côte et Analyse d'impact

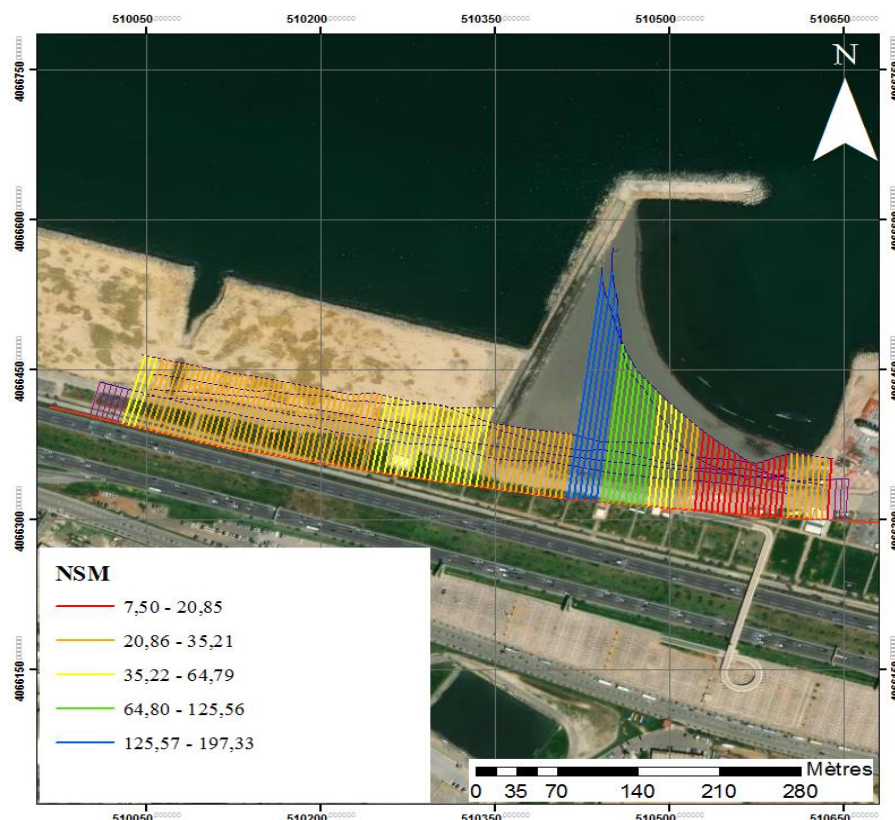


Figure 61: La distance entre le trait de côte le plus ancien et le plus récent 1959-2015 par mètre montré sur une carte de Google Earth 2022

Commentaire :

Dans ce paramètre, on remarque qu'il existe des distances différentes entre le trait de côte le plus récent et le trait de côte le plus ancien sur l'ensemble de la zone d'étude.

Les résultats de la valeur statistique NSM montrent la différence entre le ligne de rivage le plus récent et le plus ancien, où les études de traçage du littoral dans chacune des années 1959, 1972, 1980, 1999, 2014 et 2015, montrent que la plus grande distance est trouvée entre les transects de 85 à 110, enregistré en 2015, C'est la période de la fin de la formation de la plage en poche de Piquet Blanc, qui se cantonne par l'épi n°1, avec une valeur ascendante entre 64 à 197 mètres, les transects 7 à 84 et 110 à 129 montrent que la plus grande distance entre le trait de côte le plus ancien et le plus récent appartient au trait de côte de 2014, avec un moyen n'excédant pas cinquante mètres.

De manière générale, la valeur statistique NSM nous a montré que le bilan sédimentaire était gagnant avec une valeur de 41,18 mètres entre 1959 et 2015 sur l'ensemble de la zone d'étude, avec l'avancée du trait de côte dans la zone de l'infrastructure avec une valeur de 197 mètres.

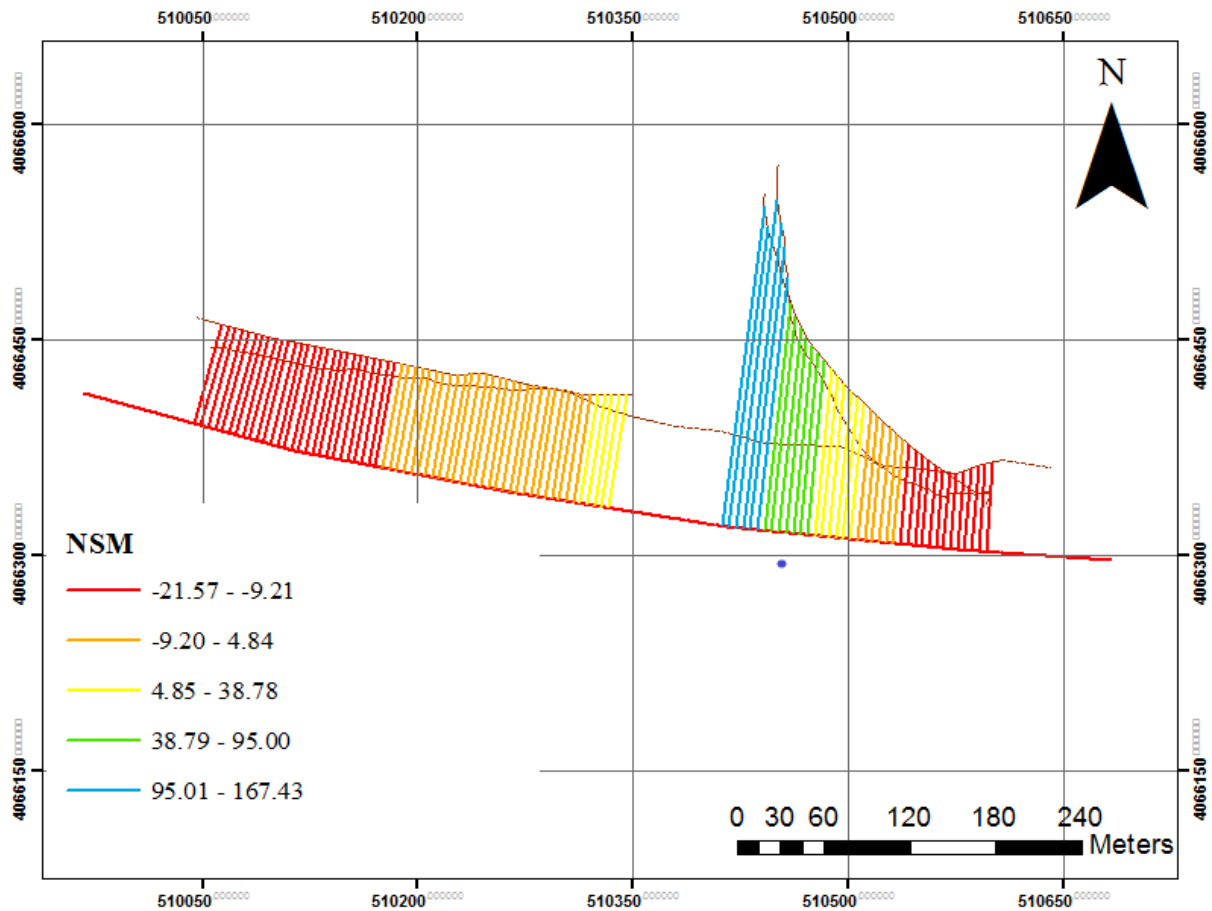


Figure 62: La distance entre les deux traits de côte 1999 et 2015 en mètre

Après avoir réduit la durée d'étude à la période entre 1999 et 2015 (Figure 62) pour déterminer l'impact de la construction d'infrastructures sur la zone d'étude, nous avons constaté un déséquilibre dans le bilan sédimentaire de la zone, dû à la formation de la plage en poche après la construction de l'épi n°1, ainsi que la grande différence entre les rythmes de progression du littoral et la tendance à l'érosion montrée par le recul de trait de côte de l'année 2015 et une différence de recul moyen de -15 mètre qui est représentée dans les transects 4-47 et 114 à 129.

Les zones en lignes discontinues sont épurées du fait du manque d'intégration entre les lignes côtières, et de l'impossibilité d'appliquer l'approche DSAS ce qui signifie que l'approche NSM ne peut pas lui être appliquée.

4.1.2 Analyse de la méthode End Point Rate (ERP) :

La Figure 63 et Figure 65 ci-dessous montrent les Taux de variation entre 1959-2015 exprimé en mètre par an et la Figure 64 montre un graphique des zones d'érosion et d'accumulation :

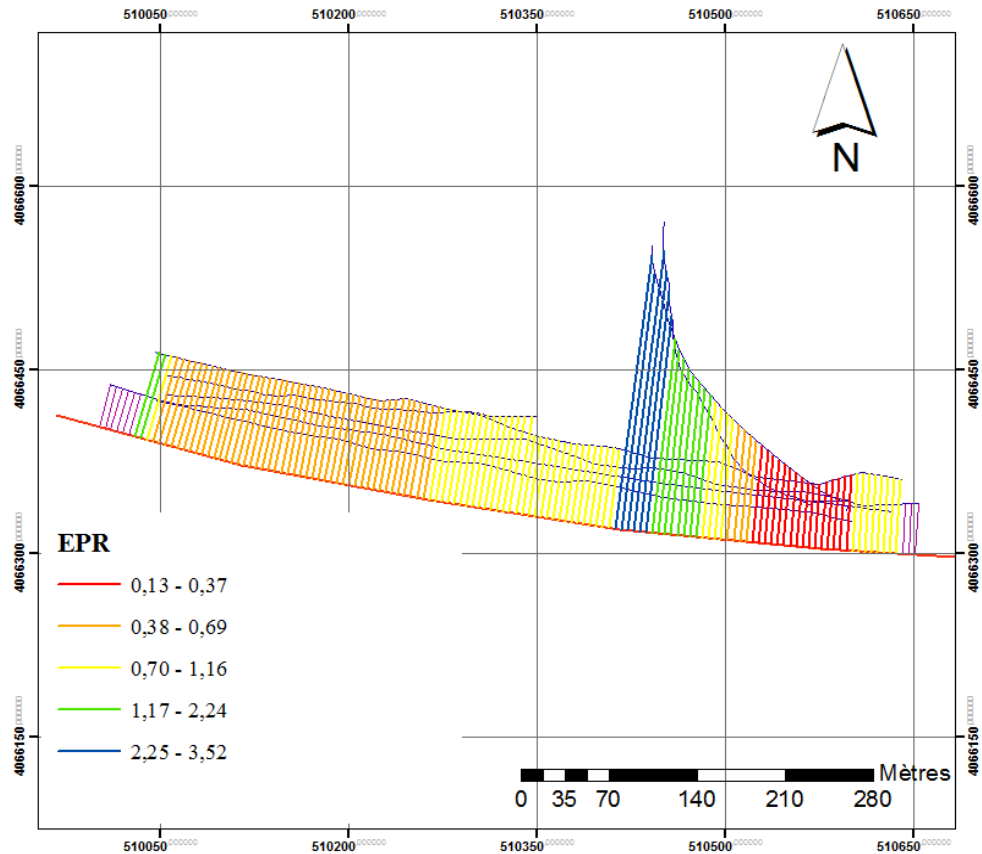


Figure 63: Illustration du rythme d'évolution du trait de côte EPR en m/an entre 1959_2015.

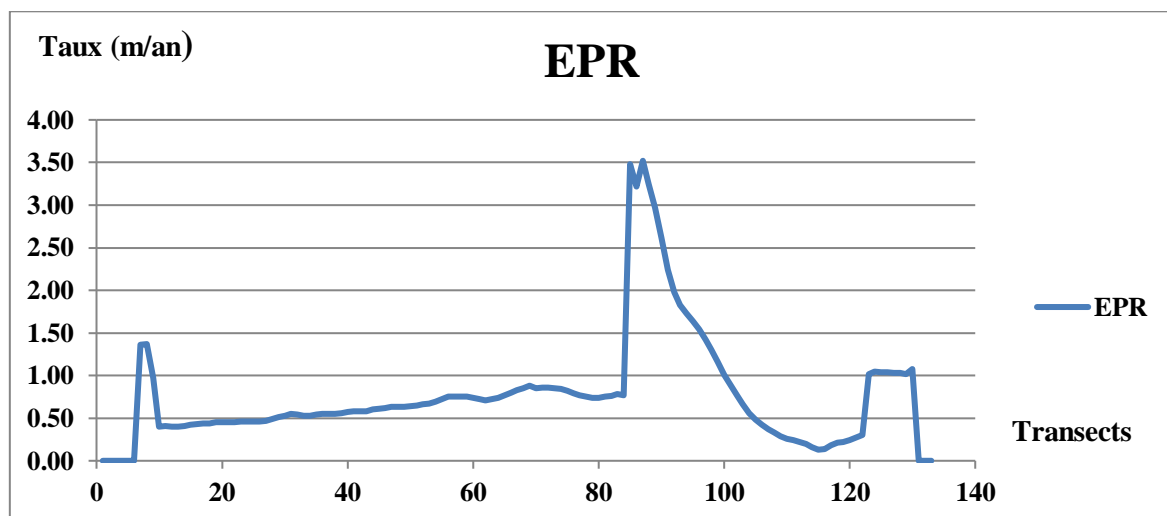


Figure 64: Représentation graphique des variations des paramètres d'évolution de trait de côte EPR en m/an

Chapitre 04 : Résultats d'évolution spatiotemporelle du trait de côte et Analyse d'impact

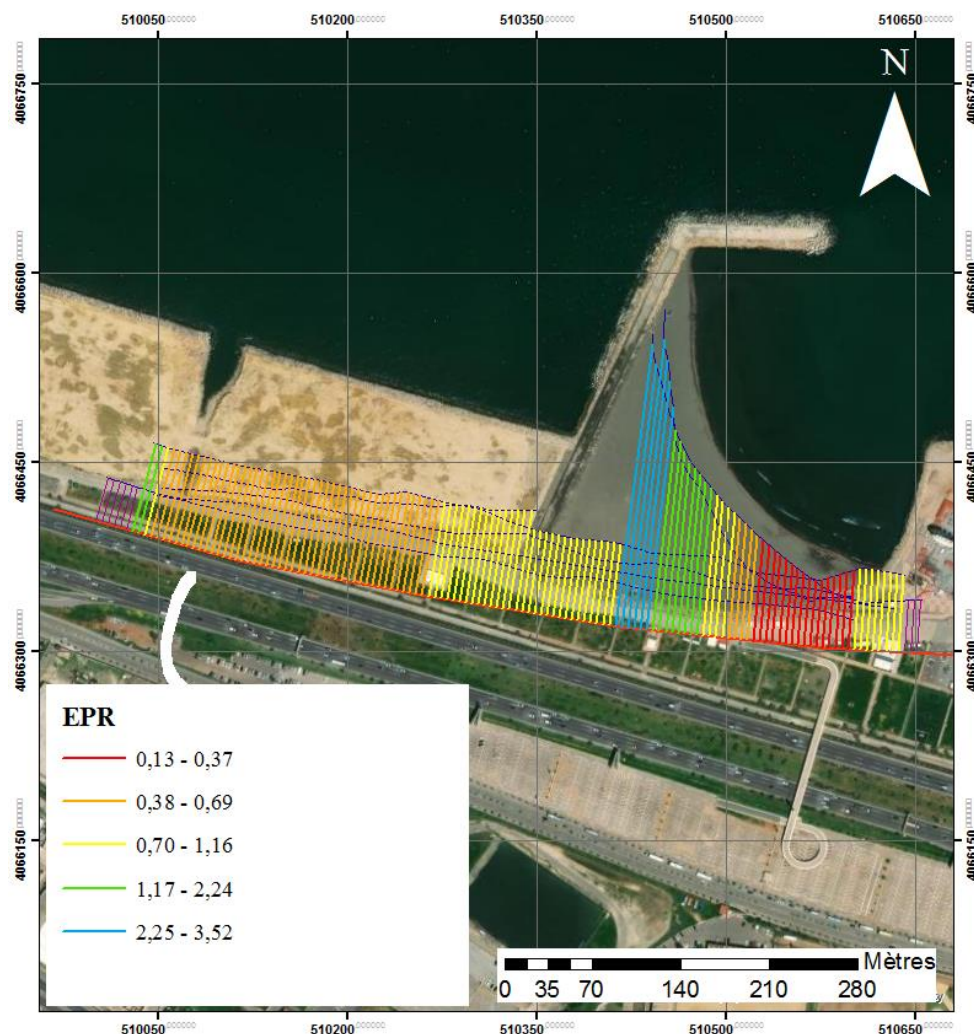


Figure 65: Taux de variation entre 1959-2015 exprimé par mètre / an montré sur une carte de Google Earth 2022

Commentaire :

Ce paramètre est très important, il nous permet de connaître le taux d'avancement ou de recul du trait de côte, dans notre cas, le taux d'avancement moyen sur le long de la zone d'étude est de 0,82 m/an.

On constate que la valeur maximale du rythme d'avancement apparaît entre les transects 85 et 110, c'est-à-dire au niveau de la plage de Piquet Blanc, où après l'avoir divisé par la période d'étude entre 1959 et 2015 on a trouvé que le rythme d'avancement est (3,31 m/an).

Les transects 7 à 84 et 110 à 129 montrent un taux d'avancement annuel qui ne dépasse pas 2 mètres (1,3 mètre annuellement), ce qui explique le profit annuel des sédiments dans la région et le bilan sédimentaire annuel presque constant avec une légère prédominance de l'accumulation sédimentaire sur l'érosion de ce processus. Ce gain annuel dans les sédiments selon (Calvert and Dosseur, 1974) est basé sur l'alimentation sédimentaire provenant de Oued

El-Hamiz et El-Harrach, ainsi que sur les activités des facteurs océanographiques dans la région (vagues et courants).

L'EPR étant lié à NSM, réduire l'étude à la période entre 1999 et 2015 (Figure 66) pour déterminer l'impact de la construction d'infrastructures sur la zone d'étude nous donne les mêmes déséquilibres dans le bilan sédimentaire de la région après l'établissement de l'épi n°1, où le profit sédimentaire augmente dans la zone de la formation de plage en poche avec une valeur de 8,2 m entre les transects où la plage était formée 85 - 110.

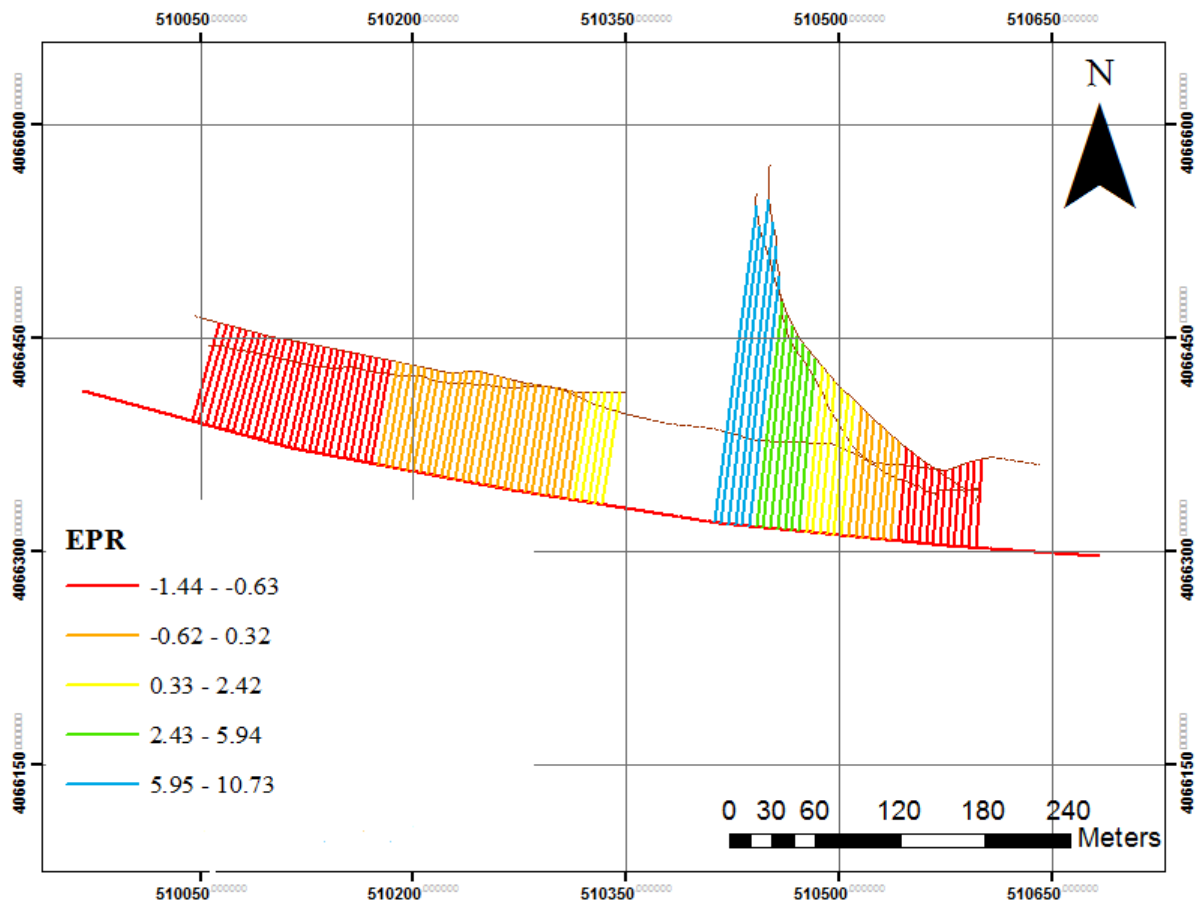


Figure 66: Taux de variation entre 1999-2015 exprimé par mètre / an

4.1.3 Analyse de la méthode Shoreline Change Envelope (SCE) :

La Figure 67 et Figure 69 et l'historique Figure 68 dans la ci-dessous montre les taux de variation entre 1959-2015 exprimé par mètre / an en détail :

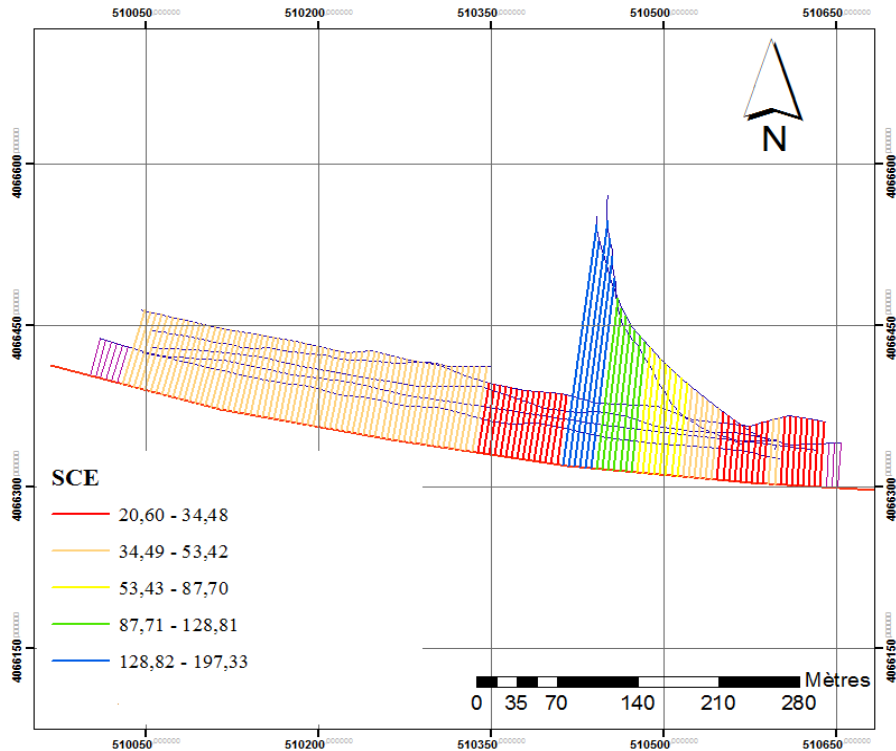


Figure 67: Illustration du rythme d'évolution du trait de côte EPR en m/an entre 1959_2015

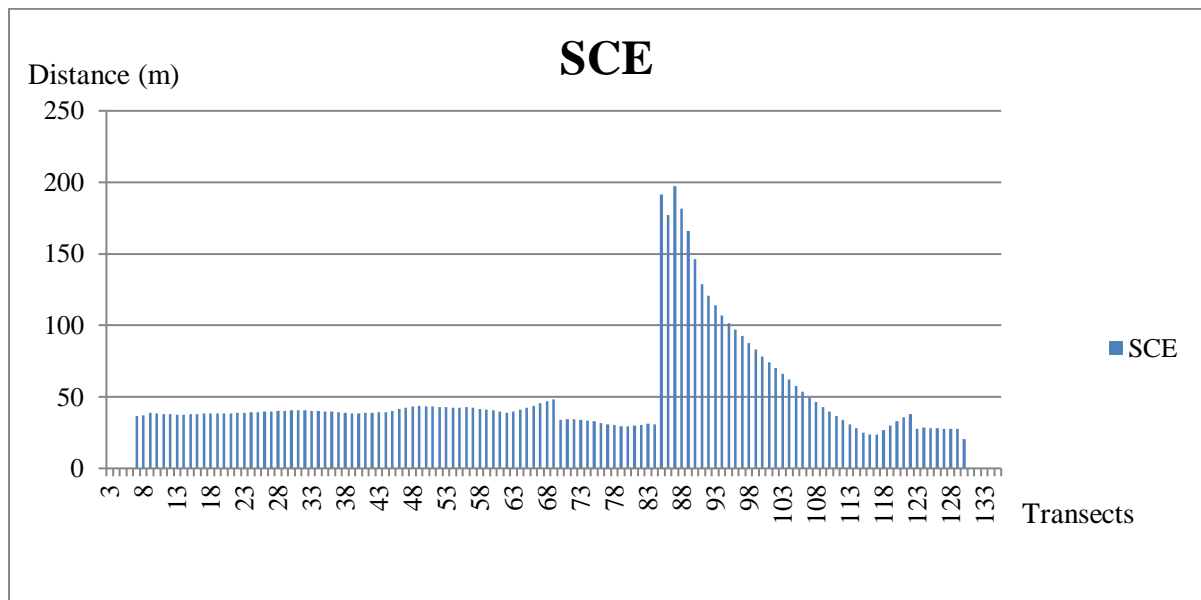


Figure 68: Histogramme de la plus grande distance entre tous les traits de côtes par mètre entre 1959-2015

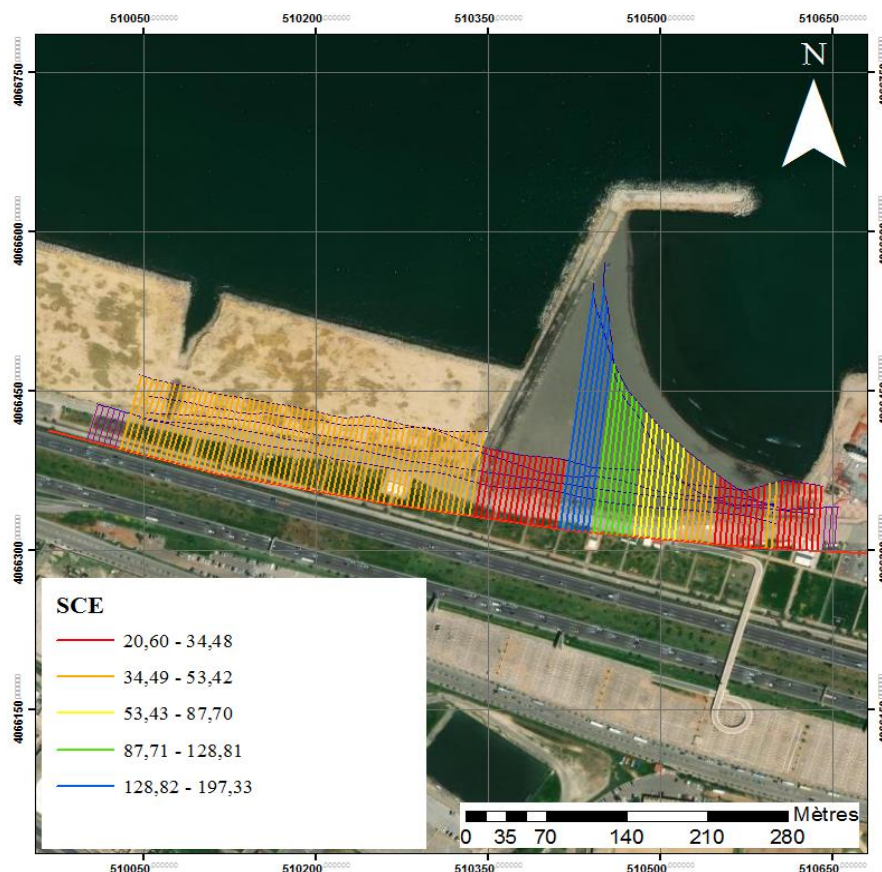


Figure 69: La plus grande distance entre tous les traits de côtes par mètre entre 1959-2015

Commentaire :

Ce paramètre nous montre l'étendue du développement du littoral et si la zone est exposée à l'accrétion ou à la perte de sédiments.

La plus longue distance entre la côte de 1959 et la côte de 2015 se situe dans la zone de la construction de la plage, Piquet Blanc, avec la plus grande valeur estimée à 197,33 mètres, indiquée dans la transect 86, qui est la distance entre le littoral le plus ancien de 1959 et le point culminant de la plage formée après les opérations de d'achèvement des infrastructures dans la zone d'étude

La plage étant en forme de poche, elle a montré des progrès entre 60 m et 197 m dans l'étude qui s'est déroulée sur une période de 56 ans, ce qui reflète le profit sédimentaire et l'impact de l'infrastructure dans le piégeage des sédiments et l'augmentation de la zone surface de la région;

La distance moyenne la plus longue entre les côtes a été estimée à 50,26 m, ce qui est une valeur de gain sédimentaire significative, la distance minimale étant enregistrée (20,6 m) dans les transects 110 à 118.

4.1.4 Conclusion sur la méthode de DSAS

Généralement cette méthode donne de bonnes estimations du trait de côte, par contre elle présente des inconvénients qui peuvent influencer le résultat. Le tri des lignes de référence peut affecter les résultats produits par cette méthode, dans certains cas, la relation spatiale entre le trait de côte et la ligne de référence est insuffisante et la perpendicularité des transects sur la ligne de référence peut poser des problèmes considérables lors de l'analyse (exemple: l'NSM et la région des lignes discontinues).

L'analyse chronologique des traits de côte par la méthode de DSAS dans la zone d'étude (Piquet Blanc) a permis de déterminer ses tendances évolutives.

Notre zone d'étude a connu beaucoup de changements après l'installation de la digue de protection sur son évolution du trait de côte sous l'effet de plusieurs facteurs cités précédemment. Ce changement est présenté dans tous les résultats des analyses (NSM, EPR et SCE) par une distance d'avancement de 50.26 m et une vitesse d'évolution moyen de 0.82 m/an pendant ces dernières 56 ans.

D'un point de vue pratique, après avoir comparé les résultats et les études appliquées et montré l'analyse de la période entre 1999 et 2015, l'approche **DSAS** nous a montré des statistiques chiffrées sur le changement qui s'est produit dans la zone d'étude après la mise en place de l'infrastructure, en termes de déséquilibre du stock sédimentaire et d'émergence d'une processus de piégeage des sédiments côtière par l'épi n°1 qui a permis d'une rentabilité dans la réserve sédimentaire et la formation d'une plage en poche dans la zone avec une faible tendance d'érosion sédimentaire dans la région d'après l'étude de 2015 par rapport aux périodes antérieures avant l'aménagement.

4.2 Etude de l'évolution de trait de côte par la méthode du polygone

4.2.1 Evolution du trait côte entre 1959 -1972 :

La Figure 70 ci-dessous montre l'évolution du trait côte entre 1959 -1972 avec les zones d'érosion et d'accumulations :



Figure 70: Evolution du trait de côte entre 1959 -1972 illustrée sur une carte de (Google Earth 2022)

Discussion

Entre 1959 et 1972 (Figure 70), et en appliquant l'approche par polygone, on constate qu'il y a une progression du trait de côte, c'est-à-dire qu'il y a un processus d'accumulation entre les deux années, et la zone de progrès est exprimée sur la carte en jaune.

Le principal avantage de l'approche par polygone est de permettre le calcul de la surface d'accumulation, qui dans ce cas est estimée à 5410 m² (0,514 ha), soit 416,15 m² de surface rentable par an (0.0416 ha /an), Les sédiments ici sont le résultat du processus d'accrétion des

sédiments continentaux qui atteignent la mer à travers les deux oueds d'El Harrach et d'El Hamiz, ainsi que des processus dynamiques de transport des sédiments marins. (Calvert and Dosseur, 1974)

4.2.2 Evolution du trait de côte entre 1972 -1980 :

La Figure 71 ci-dessous montre l'évolution du trait côte entre 1972 -1980 avec les zones d'érosion et d'accumulations :



Figure 71: Evolution du trait de côte entre 1972 -1980 illustrée sur une carte de (Google Earth 2022)

Discussion

Par le même principe, nous extrayons la zone entre les côtes de 1972-1980 (Figure 71), comme la période précédente. Nous notons l'achèvement du processus d'accumulation avec une zone de progrès estimée à $5020,52 \text{ m}^2$ (0,502 ha), soit $627,56 \text{ m}^2$ annuels (0.0627 ha/an).

L'accumulation se poursuit en raison de l'absence de mouvement sédimentaire due à l'augmentation de la vitesse du vent, ainsi que l'augmentation de la précipitation, qui joue un rôle important dans le processus de lavage du continent. (Commission européenne, 2008)

4.2.3 Evolution du trait de côte entre 1980 - 1999 :

La Figure 72 ci-dessous montre l'évolution du trait de côte entre 1980 -1999 avec les zones d'érosion et d'accumulations :



Figure 72 : Evolution du trait de côte entre 1980-1999 illustrée sur une carte de (Google Earth 2022)

Discussion

Dans la période de 1980 à 1999 (Figure 72), le processus d'accumulation s'est poursuivi dans la zone. Il y a eu des progrès dans la côte avec une superficie de 10642,08 m² (1,0642 ha). C'est une grande surface par rapport aux surfaces précédentes, la période entre les deux campagnes étant de 19 ans, ceci peut signifier que le rendement annuel était de 560 mètres carrés (0.056 ha/an), en l'absence d'obstacles ou d'infrastructures affectant le processus de transport des sédiments, la légère augmentation de la superficie gagnée annuellement est due, selon la Commission européenne sur le changement climatique, à l'intensification des processus d'érosion continentale et au dépôt de ses produits le long de côte, la différence ici est que la surface rentable n'était pas répartie de manière homogène le long la zone d'étude, les sédiments s'accumulent d'avantage dans la partie ouest, comme il est montré dans la Figure 72.

4.2.4 Evolution du trait de côte entre 1999 -2014 :

La Figure 73 ci-dessous montre l'évolution du trait de côte entre 1999-2014 avec les zones d'érosion et d'accumulations :

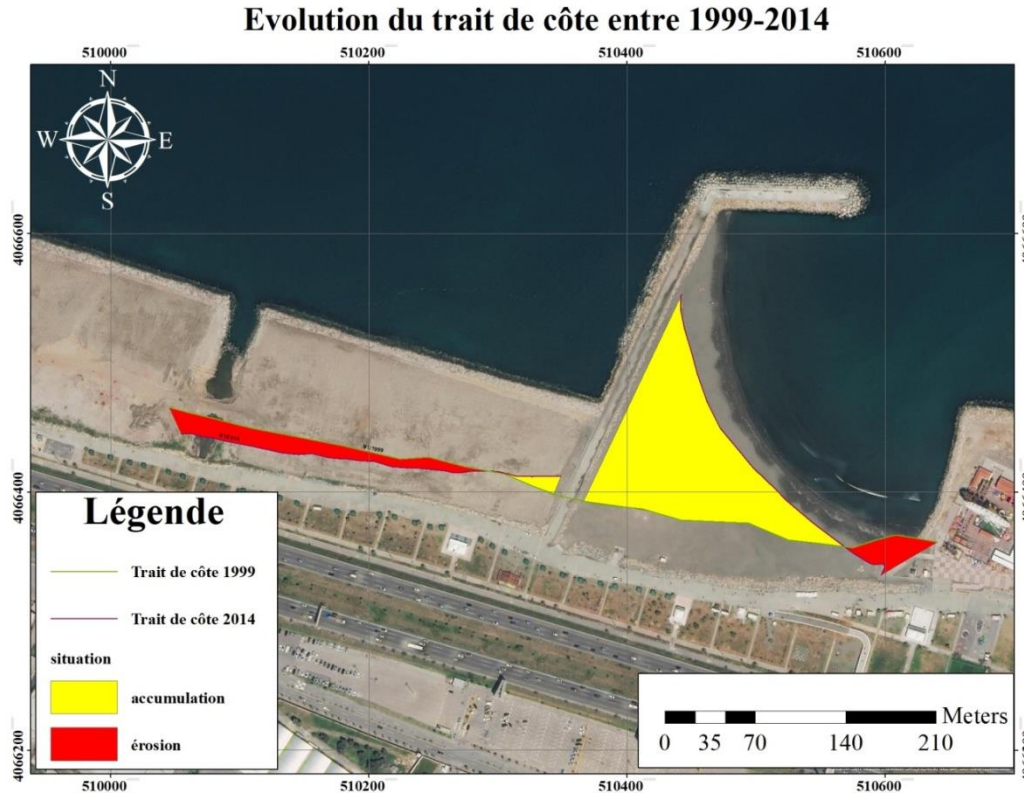


Figure 73: Evolution du trait de côte entre 1999 -2014 illustrée sur une carte de (Google Earth 2022)

Discussion

La période entre 1999 et 2014, l'Algérie dans son ensemble a connu une prise de conscience concernant l'importance de gérer les zones côtières et d'établir des projets et des infrastructures dans les fronts de mer.

Les projets ont été lancés dans le front de mer d'Alger avec la construction du corridor écologique à Oued El Harrach et l'aménagement de la zone des Sablettes, au niveau de la zone d'étude. En 2013, le processus de construction d'un épi artificiel a provoqué l'interception des sédiments provenant des deux Oueds et également par les courants marins et les facteurs dynamiques pour la formation d'une plage en poche sur le côté Est de l'épi, où la zone d'accumulation a été estimée à environ $13\,180\text{ m}^2$ (1,318 ha), environ 878 m^2 (0,0878 ha) par an, tandis que l'érosion est apparue sur le côté ouest de la colonne, ce qui a causé une perte de surface estimée à $3\,524\text{ m}^2$ (0,3524 ha), ou $234\text{ m}^2/\text{an}$ (0,0234 ha/an).

Dans cette période de 15 ans, la prédominance de l'accumulation sédimentaire a été observée au détriment de l'érosion (le résultat de la différence de surface est de 9656 m² (0,9656 ha) d'accumulation).

4.2.5 Evolution du trait de côte entre 2014 -2015 :

La Figure 74 ci-dessous montre l'évolution du trait côte entre 2014 -2015 avec les zones d'érosion et d'accumulations :

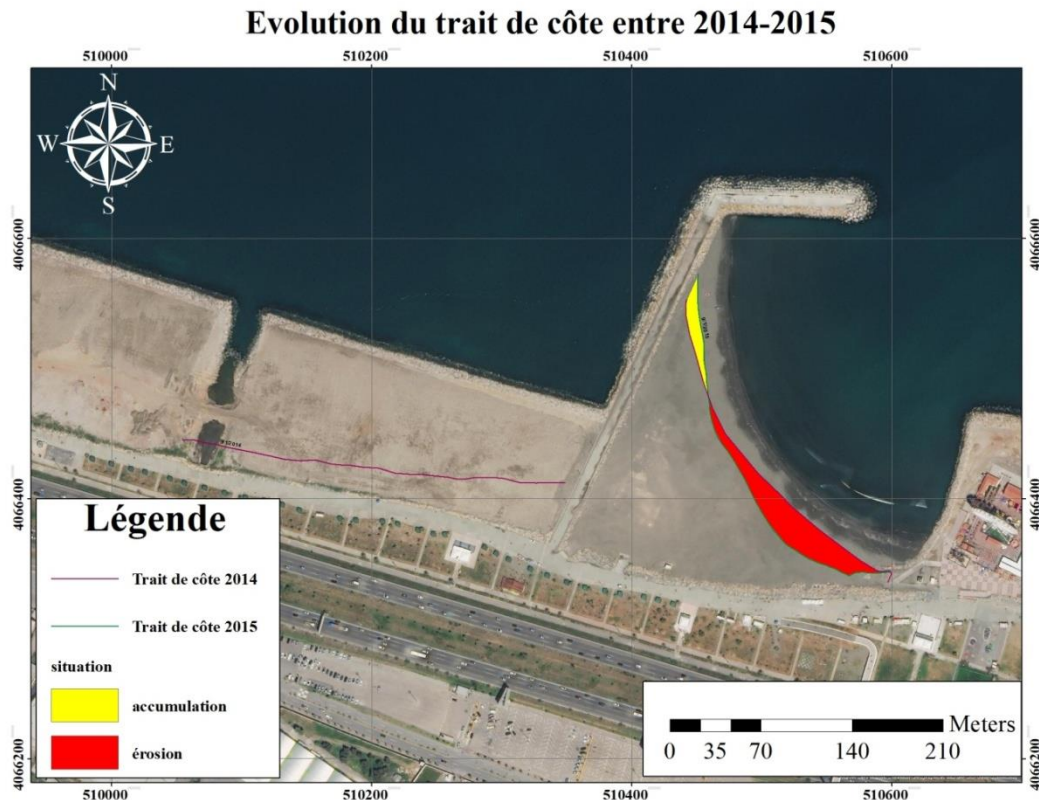


Figure 74: Evolution de trait de côte entre 2014 -2015 illustrée sur une carte de (Google Earth 2022)

Discussion

Entre 2014 et 2015, c'est-à-dire la période suivant l'achèvement du projet, on observe pour la première fois dans la zone d'étude que le processus d'érosion l'emportait sur le processus d'accumulation, où après la formation de la plage, l'accumulation était dans une proportion appropriée par rapport aux périodes d'étude de 1959 à 1999 avec une superficie estimée à 571 m² (0,0571 ha), et l'érosion sédimentaire était d'une superficie de 2664,2 m² (0,26642 ha), ce qui reflète les risques de l'intervention artificielle sur la dynamique des côtes.

4.2.6 Evolution total du trait de côte de chaque processus

4.2.6.1 L'accumulation totale entre 1959-2015 selon la méthode de polygone

La Figure 75 ci-dessous montre l'évolution du trait côte entre 1959 -2015 avec les zones d'accumulations totale :

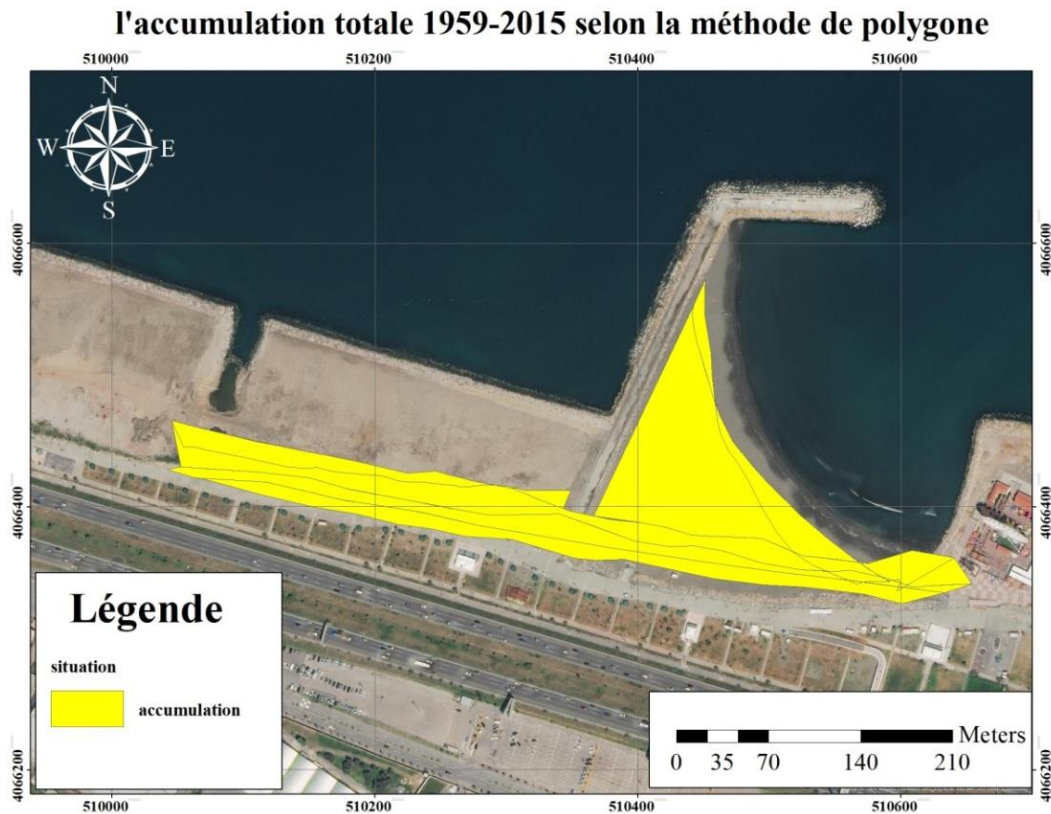


Figure 75: L'accumulation totale 1959-2015 selon la méthode de polygone illustrée sur une carte de (Google Earth 2022)

Discussion

Dans le Piquet Blanc, de 1959 à 2015, l'approche par polygone nous a montré des progrès dans la côte résultant de la force du processus d'accumulation sédimentaire résultant de la combinaison de facteurs de transport sédimentaire avec des facteurs hydrauliques et météorologiques (vitesse et direction du vent), l'approche par polygone a montré la progression de la côte avec une superficie estimée à $34\,824\text{ m}^2$ (3,4824 ha), soit environ 622 m^2 (0,0622 ha) de zone rentable annuellement, de sorte que l'on peut dire que le Piquet Blanc a acquis une superficie harmonieuse au cours des 56 dernières années en termes d'accumulation annuelle, à l'exception du déséquilibre qui s'est produit après l'établissement de l'épi l'étude appliquée au cours des deux dernières périodes entre 1999 et 2015 a montré

un déséquilibre important dans le processus de dynamique sédimentaire côtière, représenté par le grand processus d'accumulation par rapport aux périodes étudiées précédentes en raison de le début de la construction d'infrastructures et la formation d'une plage en poche mentionnée précédemment dans la zone d'étude.

4.2.6.2 L'érosion totale entre 1959-2015 selon la méthode de polygone

La Figure 76 montre l'évolution du trait côte entre 1959 -2015 avec les zones d'érosion :

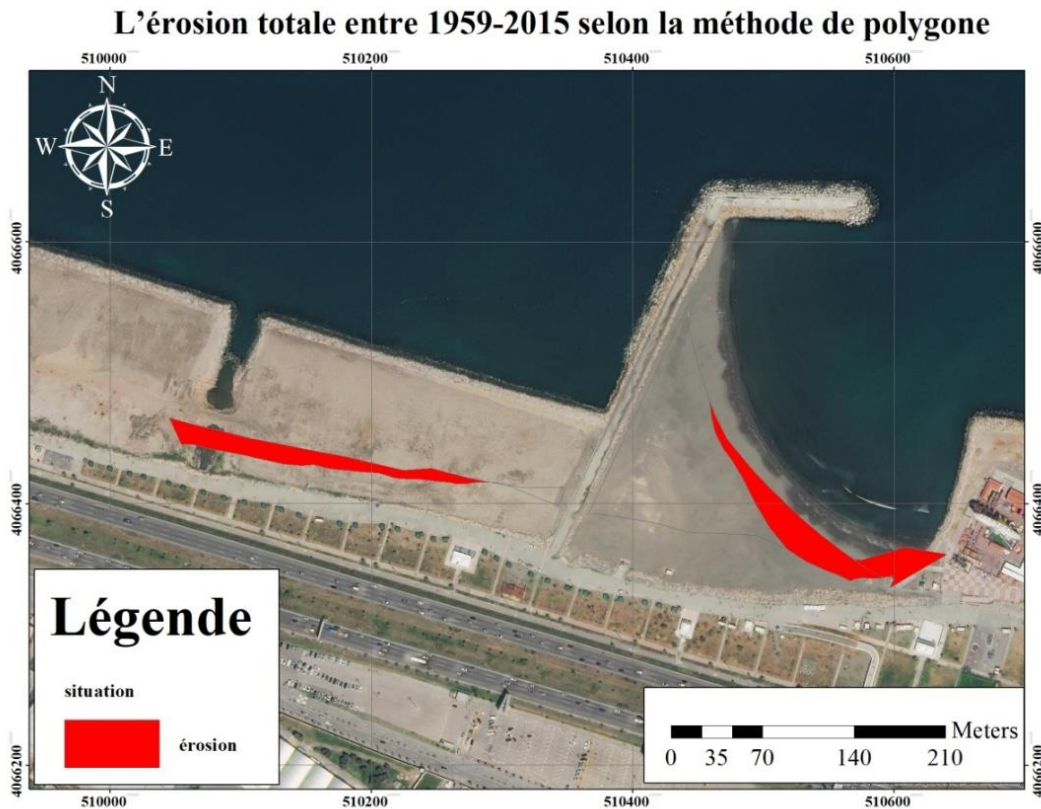


Figure 76: L'érosion totale entre 1959-2015 selon la méthode des polygones illustrée sur une carte de (Google Earth 2022)

Discussion:

Le processus d'érosion est apparu uniquement dans notre zone d'étude, au cours des deux périodes d'étude entre 1959 et 2015, après l'installation de l'infrastructure représentée par l'épi en 2013, où le phénomène d'érosion est apparu après l'année 2013 sévèrement d'environ 6188 m² (0,6188 hectares) de la superficie de la zone d'étude selon le polygone d'approche.

Le calcul de la surface d'érosion annuelle pour toute la période d'étude (56 ans) montre une perte d'environ 110 m² par an (0,011 ha). Cette zone ne semble pas très grande mais quand on sait qu'elle s'est perdue en quelques années seulement (puisque l'épi a été installé en 2013),

dans notre cas on a affaire à une plage en forme de poche, ce type de plage est globalement connu pour être limité par les facteurs de transport sédimentaire, et sa morphologie en est fortement dépendante. Le risque de recul du littoral et de diminution de la taille des plages, en particulier dans la période entre 2014 et 2015, où, bien que la réserve sédimentaire totale connaisse un grand profit, elle a récemment connu des tendances érosives (Figure 76).

L'enjeu ici est de mieux comprendre les schémas de circulation entre l'érosion et l'accumulation, tout en précisant la réponse de la plage aux infrastructures et les conséquences des processus naturels de transfert sédimentaire pour tenter de revitaliser davantage la réserve sédimentaire.

4.2.7 Evolution totale du trait de côte entre 1959-2015

La Figure 77 ci-dessous montre l'évolution totale du trait de côte entre 1959 -2015 :

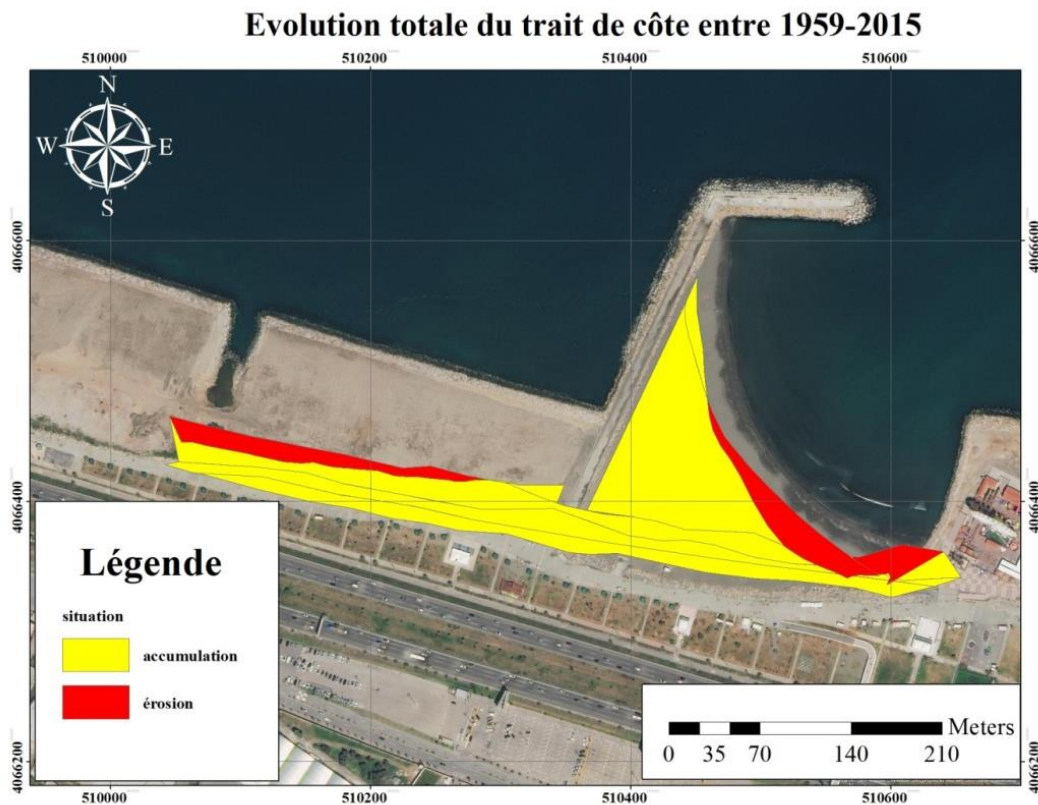


Figure 77: Evolution totale du trait de côte entre 1959-2015 illustrée sur une carte de (Google Earth 2022)

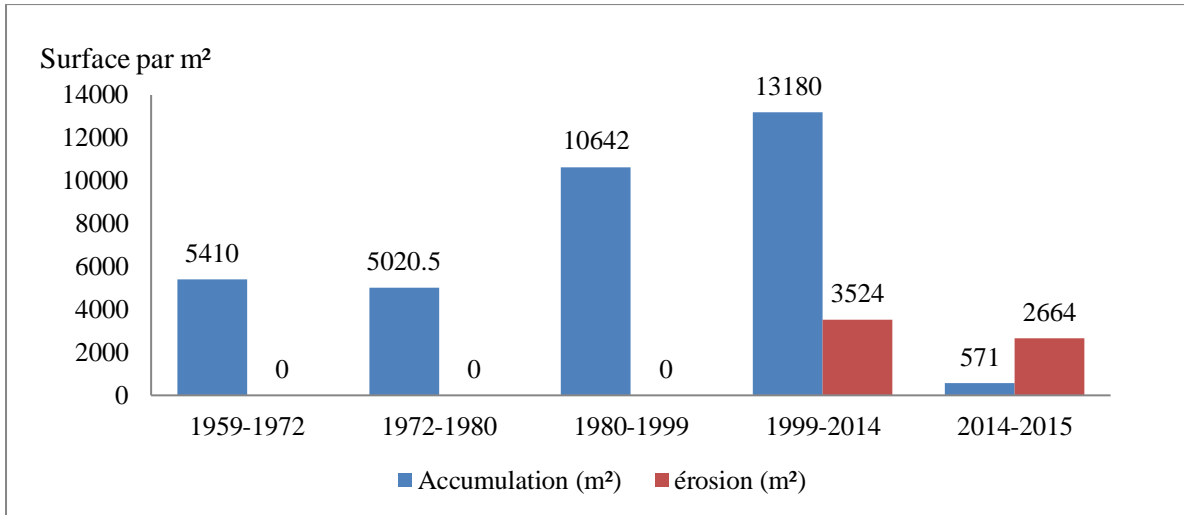


Figure 78: Histogramme de comparaison entre les surfaces d'accumulation et d'érosion dans la zone d'étude entre 1959 et 2015

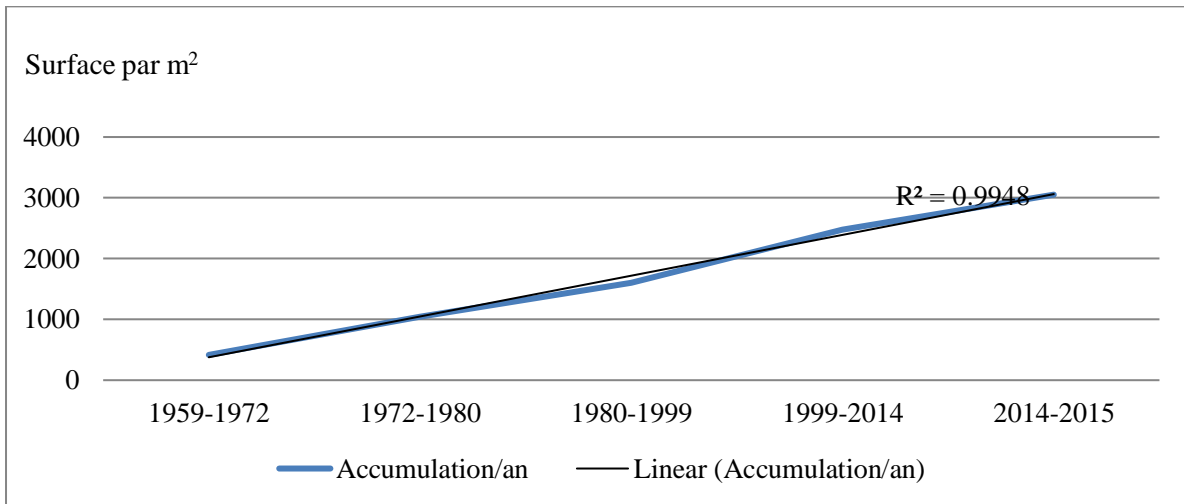


Figure 79: Courbe d'intégration de la surface d'accumulation annuelle entre 1959 et 2015 avec une représentation du coefficient de variation linéaire R^2

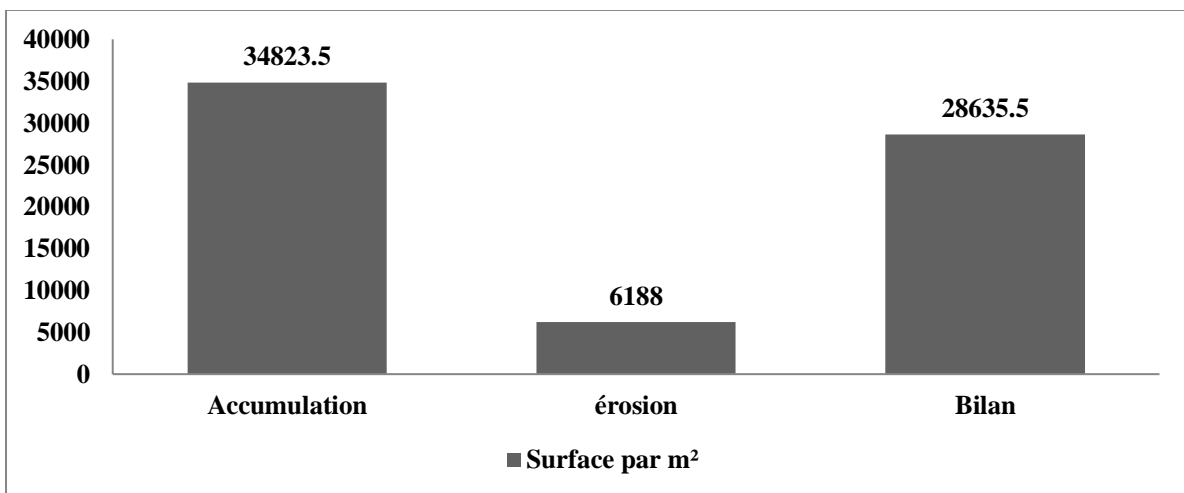


Figure 80: Evolution totale du trait de côte entre 1959-2015

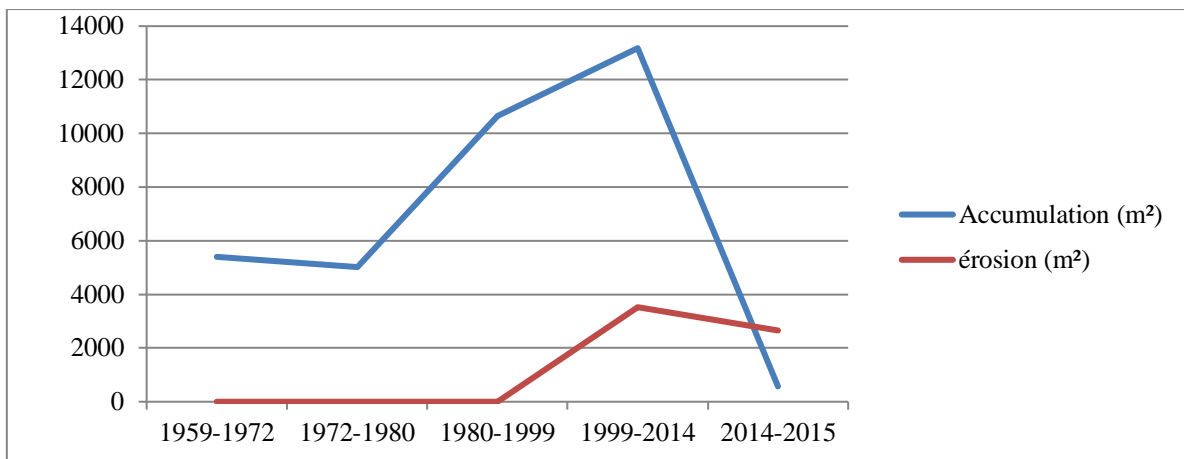


Figure 81: Traçage des processus d'érosion et d'accumulation au cours des années de 1959 à 2015 dans le Piquet Blanc

Discussion des résultats

En général, l'étude de l'évolution du trait de côte dans la période entre 1959 et 2015 en utilisant l'approche polygonale, a montré que la zone de notre étude, Piquet Blanc, représente un centre d'accumulation homogène de 610,4 mètres carrés par an avec un coefficient de régression linéaire de $R^2=0,994$ (Figure 79).

La détermination du coefficient R^2 est basée sur une régression linéaire, par la méthode LSM (méthode des moindres carrés (Least Square Method), où la régression est basée sur la méthode des polygones en utilisant les taux du trait de côte en fonction de l'intervalle de temps.

Pour chaque période, le taux de variation moyen de l'ensemble du littoral analysé est déterminé en mètres/an et en ha/an, Ce taux général est obtenu par la moyenne arithmétique de tous les taux extraits de chaque polygone soustrait. La régression linéaire, par la méthode LSM, pour le croisement de chaque taux de variation et son intervalle de temps respectif génère un coefficient R^2 pour la variation du littoral au fil du temps. Plus le R^2 tend vers 1 (de zéro à 1), plus le nombre de mesures pouvant expliquer leur variabilité par le modèle de régression estimé est élevé. Cela représente la capacité de la méthode employée d'expliquer la variabilité du rivage dans la zone d'étude.

En bref, ce coefficient nous montre l'équilibre du stock sédimentaire qui est profitable sur les différentes périodes d'étude, avec le lien entre les processus d'accrétion et d'érosion selon une équation mathématique.

Le coefficient d'accumulation annuel linéaire est approprié surtout si l'on tient compte du fait que la mise en place de l'épi a affecté l'augmentation de l'accumulation à travers la formation de la plage en piégeant les sédiments lors du processus de complétion. Après l'achèvement de l'infrastructure en 2013, le processus d'érosion a commencé et si sévèrement qu'environ 6188 m² (0,6188 ha) ont été perdus entre les deux relevés qui ont eu lieu entre 1999 et 2015 (Figure 80).

La courbe de suivi du processus d'accumulation et d'érosion (Figure 81) exprime une grande indication du risque de carence en sédiments et du grand défaut causé par la formation de l'épi de Piquet Blanc, qui apparaît dans l'intensification et le dépassement du processus d'érosion par rapport à l'accumulation.

À travers les colonnes de données produites en calculant les bilans de changement, le taux de changement annuel et le coefficient linéaire, nous pouvons mener les études statistiques suivantes (Figure 82) :

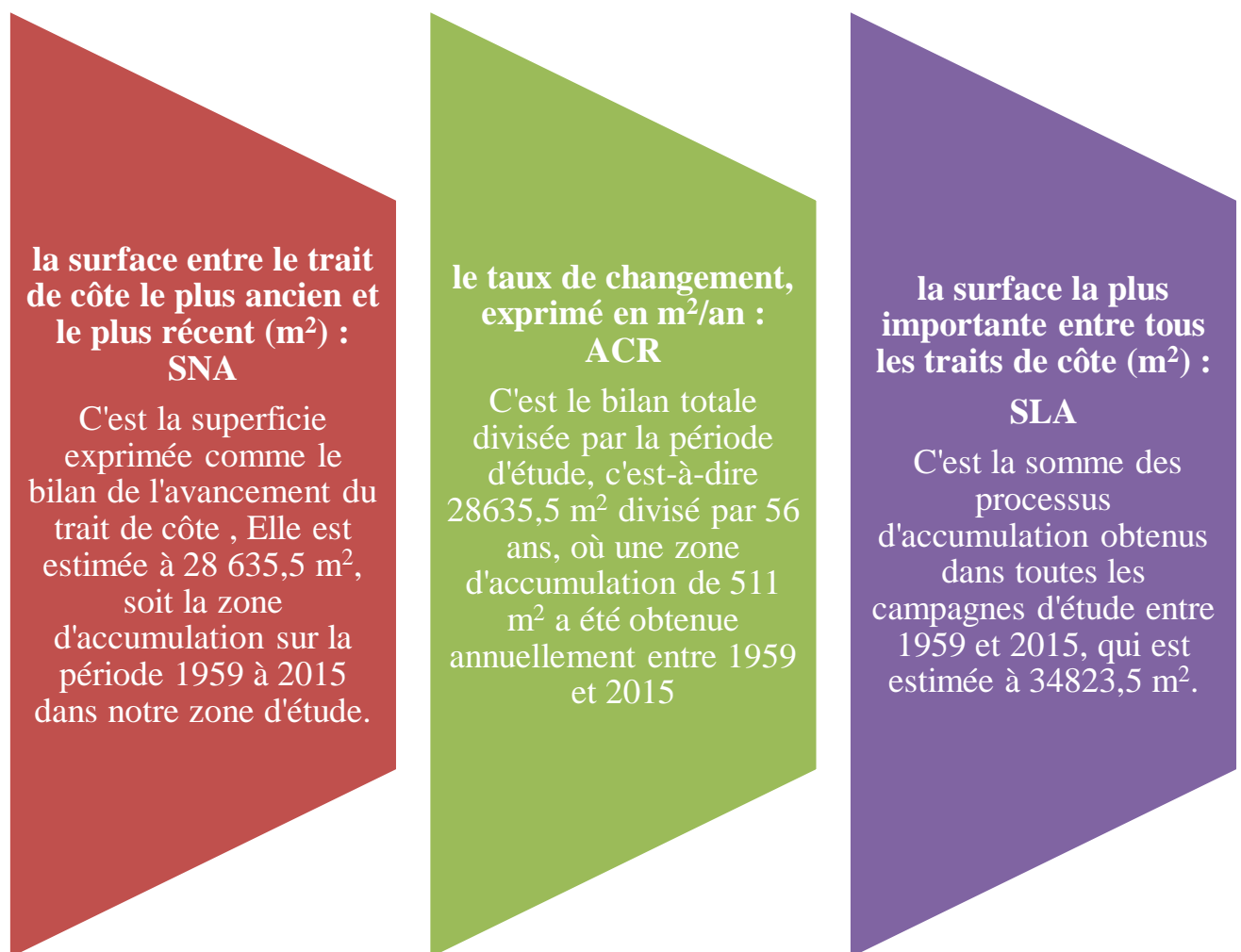


Figure 82: Les paramètres statistiques SNA, ACR, SLA extraits de la méthode de polygone

4.2.8 Conclusion sur la méthode des polygones

L'approche polygonale est l'une des méthodes les plus récentes actuellement utilisées aux États-Unis d'Amérique et en Europe pour déterminer l'évolution de la côte, car elle se caractérise par la prise en compte de toute la partie côtière où l'espacement entre les lignes perpendiculaires n'est pas pris en compte. Pour calculer l'érosion dans la méthode de la section transversale ne laisse pas non plus de zones de changement. Il n'est pas quantifié et ne biaise pas par rapport aux différences isolées. C'est aussi une approche facile à apprendre avec une utilité prouvée pour identifier diverses zones et la gestion de zones touristiques rentables.

De manière générale, l'étude de l'évolution du littoral dans la période comprise entre 1959 et 2015 à l'aide de la méthode des polygones, a montré que notre zone d'étude, Piquet Blanc, représente un centre homogène d'accumulation de 610,4 mètres carrés par an avec une progression linéaire (coefficient $R^2 = 0,994$). Après la construction de l'infrastructure (épi n°1) en 2013, l'érosion a commencé sur la zone d'étude de façon si forte qu'environ 6 188 mètres carrés ont été perdus entre les deux relevés réalisés entre 1999 et 2015.

Les résultats obtenus sont également révélateurs du grand déséquilibre du processus de stockage des sédiments côtiers, qui a conduit à un gain important du stock sédimentaire dans la zone d'étude après la formation de l'infrastructure dans la zone Becket Blanc, ce qui a entraîné un maintien de sédiments qui ont abouti à une plage en forme de poche.

Malgré l'équilibre sédimentaire gagnant, la zone a montré une tendance à l'érosion et une perte de sédiments dans la période entre 2014 et 2015, ce qui constituera une menace pour l'avenir de la région si l'impact des infrastructures et ses répercussions sur les processus d'érosion et l'accumulation ne sont pas bien comprises, afin de mettre en place des mesures de prévention et de maintenance structurelle.

4.3 Conclusion sur l'évolution spatiotemporelle et l'Analyse d'impact

Après avoir déterminé le développement de trait de côte à la fois par des méthodes statistiques et les fondements appropriés dans la zone d'étude, Piquet Blanc, et après déterminé les tendances du développement de la ligne côtière dans la période entre 1959 et 2015, au cours de laquelle le littoral a été modifié après la construction de l'infrastructure (l'épi n°1), nous sommes arrivés à ce qui suit :

- Adopter les deux principales méthodes de détermination et de l'évaluation de trait de côte, la méthode des Transects et la méthode de polygones, qui présentent toutes deux des avantages et des inconvénients d'une manière ou d'une autre et avec la sélection des meilleures méthodologie fiables, nous sommes arrivés à , selon notre étude, la méthode du polygone offre la possibilité de calculer l'ensemble de la zone variée sans laisser aucune partie, et d'autre part, la méthode de la section transversale est plus sujette aux erreurs dans la détermination des taux de variance, c'est donc l'approche du polygone qui convient à la zone de notre étude, bien sûr, ces résultats restent directement liés à la précision des données du trait de côte dans la zone d'étude.
- Après l'accumulation des sédiments et la création d'une plage en poche après la construction de l'infrastructure n°1, La zone de Piquet Blanc, connaît une tendance à l'érosion et un déséquilibre de la dynamique sédimentaire, ce qui nécessite une surveillance continue au niveau du littoral pour mieux appréhender ce phénomène.

D'après les résultats obtenus, l'impact des infrastructures sur la dynamique du littoral dans la zone de Piquet Blanc qui devenue une destination touristique très fréquentée durant la saison estivale :

- La qualité des eaux de baignade et forte pollution au niveau de la plage.
- Modification de la dynamique hydro sédimentaire, accroissement et élargissement de la plage.

Ainsi, les aménageurs du secteur des Sablettes, en particulier la zone Piquet Blanc, doivent rester vigilants sur ce problème pour éviter des dégâts irréversibles.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les côtes sont généralement considérées comme une ligne fine séparant deux milieux de nature complètement différente qui représentent des ressources naturelles très riches qui peuvent ensuite être exploitées par l'homme. Leur étude est cruciale, car elle permet de comprendre leur comportement.

La capitale, Alger, dans le cadre du développement touristique et de l'aménagement du littoral, connaît une pression majeure, avec le basculement vers le tourisme côtier, et s'ouvre ainsi à de nouveaux espaces et progrès sur la mer.

Dans de nombreux cas, Les autorités interfèrent avec les processus de sédimentation naturelle par le biais de divers types de projets de construction. Les changements qui en ont résulté ont causé des problèmes dans de nombreux endroits.

Sur cette base, cette étude visait à étudier l'impact des infrastructures côtières sur la dynamique sédimentaire et en même temps à comparer les méthodes modernes de suivi de la ligne de rivage.

En comparant la méthode des polygones et la méthode des transects, les deux sont des moyens de mesurer du développement des lignes côtières et donnent de bons résultats. Cependant, en utilisant la méthode du polygone, il est à noter que cette dernière est la méthode la plus opérationnelle car la méthode des transects, bien que correcte, est plus sujette aux erreurs dans la détermination des taux de variation puisqu'elle prend en compte la mesure ponctuelle de la variabilité dans certain secteur de la côte.(Albuquerque et al., 2013)

D'après nos recherches, d'une manière générale, il est souhaitable de combiner toutes les méthodes de suivi de l'évolution de trait de côte car l'application des deux approches dans la zone d'étude Piquet Blanc entre 1959 et 2015 a révélé que la construction d'infrastructure en 2013 a entraîné un déséquilibre important du bilan sédimentaire par rapport aux périodes précédemment étudiées, Ce qui a conduit à la formation d'une plage en poche face à l'oued El Harrach et à la création de la phénomène d'une érosion sévère qui nécessite une surveillance constante sur le littoral.

Cette étude a fourni une définition des meilleures approches pour suivre le trait de côte en comparant les résultats obtenus après leur application dans la zone d'étude de Piquet Blanc, les deux approches polygone et transects, et montrant également des résultats importants

Conclusion général

concernant la vulnérabilité du littoral en général et la zone Piquet Blanc en particulier, avec les impacts face aux procédures humaines et à la construction d'infrastructures côtières.

Perspectives :

- Cette étude sur la zone de Piquet Blanc nous a certes fourni des résultats importants concernant la dynamique sédimentaire et sa vulnérabilité face aux aménagements humains, mais cette étude est encore loin d'être parfaite, elle nécessite des études plus approfondies dans le but d'améliorer la qualité des résultats et la bonne application des méthodes d'évolution des traits des côtes.
- Étant donné les raisons et les facteurs qui ont conduit à l'impact du dynamique côtier sur la zone de notre étude ne sont pas nécessairement locaux, et la nature des faits ainsi que les activités humaines qui se déroulent dans l'ensemble de la baie d'Alger, il serait intéressant de on de mener une étude qui couvre une zone plus large et inclut l'impact des diverses infrastructures de la baie.
- Nous pouvons également compléter ce travail, en menant une étude de gestion intégrée des zones côtières (GIZC) en mettant l'accent sur le facteur de changement climatique en termes d'impact sur l'équilibre entre les processus d'érosion et d'accumulation, ainsi que la création de scénarios futurs pour la dynamique sédimentaire dans la région.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Albuquerque, M., Espinoza, J., Teixeira, P., de Oliveira, A., Corrêa, I., & Calliari, L. (2013). Erosion or Coastal Variability: An Evaluation of the DSAS and the Change Polygon Methods for the Determination of Erosive Processes on Sandy Beaches. *Journal of Coastal Research*, 65 (10065), 1710-1714. <https://doi.org/10.2112/SI65-289.1>
- Amrouni. (2022). *Dynamique sédimentaire des plages sableuses microtidales à barres et du trait de côte à plusieurs échelles spatio-temporelles*. https://www.academia.edu/44598285/DYNAMIQUE_SEDIMENTAIRE_DES_PLAGES_SABLEUSES_MICROTIDALES_A_BARRES_ET_DU_TRAIT_DE_COTE_A_PLUSIEURS_ECHELLES_SPATIO_TEMPORELLES
- ANRH. (2022). *Agence Nationale des Ressources Hydrauliques*. <https://www.cariassociation.org/Organismes/Agence-Nationale-des-Ressources-Hydrauliques-Direction-Generale-Algerie>
- Atroune, F. (2012). *Répartition des métaux lourds dans les sédiments superficiels, charriés par l'Oued El Harrach dans la baie d'Alger et son environnement immédiat*. 167.
- BELKESSA, R., & Fernane, L. (2022). *Évaluation de la vulnérabilité côtière du littoral centre ouest algérien (cherchell), sous l'angle de la géomatique*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5779564>
- Belkherroubi, Z., & Belguerguid, A. (2017). *Evolution du risque d'érosion de la plage Est de Sidi Fredj*.
- BENALLOU, I. (2020). *Evaluation des impacts des changements climatiques et des activités anthropiques sur le littoral de la baie de Zemmouri : Vulnérabilité et adaptation*. ENSSMAL.
- Berezowska-Azzag, E., Abdelatif, I., Akrou, N., Bouallag-Azoui, O., & Srir, M. (2014). La recherche d'intercommunalité par l'évaluation des performances environnementales locales à Alger. *Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Mediterranean geography*, 123, 31-47. <https://doi.org/10.4000/mediterranee.7366>
- BOUDAB, C. zed, & HADJ DJILANI, A. (2019). *Apport de la modélisation physique et numérique dans l'étude de l'hydrodynamisme sédimentaire : Cas de l'aménagement d'une plage artificielle au niveau des Sablettes*. ENSSMAL.

Références bibliographiques

- Boukert, & Azzi. (2017). *Contribution à la connaissance de la morphologie et de la dynamique sédimentaire du littoral centre de l'Algérie (cas d'étude : Boumerdès, Sidi Fredj et Hamdania)*.
- BOUKHDICHE, W. (2017). *Etude de faisabilité de rechargement artificiel des plages de la cote Ouest-algéroise*.
- Boulvain. (2021a). *Sédimentologie*. <http://www.geolsed.ulg.ac.be/sedim/sedimentologie.htm>
- Boulvain. (2021b). *Une introduction aux processus sédimentaires*. <http://www.geolsed.ulg.ac.be/processus/processus.htm>
- BRGM. (2012, novembre). *Synthèse de référence des techniques de suivi du trait de côte – BRGM*. <https://www.rolnp.fr/rolnp/index.php/ressources-et-travaux/ressources/128-these-publications-etc/316-synthese-de-reference-des-techniques-de-suivi-du-trait-de-cote-brgm-novembre-2012>
- Calvert, & Dosseur. (1974). *Direction des études de milieu et de la recherche hydraulique*. 62.
- Castelle. (2006). *Modélisation du courant sagittal induit par les vagues au-dessus des systèmes barre/bâine de la côte aquitaine (France) | Request PDF*. https://www.researchgate.net/publication/29468305_Modelisation_du_courant_sagittal_induit_par_les_vagues_au-dessus_des_systemes_barrebaine_de_la_cote_aquitaine_France
- Climatsetvoyages. (2022). *Climat Algerie : Températures, précipitations*. Climatsetvoyages. <https://www.climatsetvoyages.com/climat/algerie>
- Commission européenne. (2008). *Conséquences du changement climatique*. https://ec.europa.eu/clima/climate-change/consequences-climate-change_fr
- Culture Maritime. (2022). *La géomorphologie—Les vagues—La houle—Culture Maritime*. https://www.culture-maritime.com/fr/page-mme4_cours.xhtml
- Dar-El-Beida. (2022). *Dar-El-Beida | Historial Meteorológico*. Meteostat. <https://meteostat.net/es/station/60390?t=2022-05-15/2022-05-22>
- Data analysis techniques for the coastal zone—Coastal Wiki*. (s. d.). Consulté 14 avril 2022, à l'adresse http://www.coastalwiki.org/wiki/Data_analysis_techniques_for_the_coastal_zone
- Djemai. (2021). *Etude d'aménagement de la baie d'Alger zone situé entre Bordj El Kiffan (Le Lido) et Verte Rive*.

Références bibliographiques

- Douibi, A., & Ferdi, B. (2020). *Changement climatique et risques côtier dans la métropole algéroise*.
- DYNALIT. (2018). *DGPS / Morphologie / Instruments de mesure / Mesures / DYNALIT - DYNALIT*. <https://www.dynalit.fr/Mesures/Instruments-de-mesure/Morphologie/DGPS>
- ESRI. (2015). *Create Thiessen Polygons—ArcGIS Pro*. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/analysis/create-thiessen-polygons.htm>
- France Nature Environnement. (2014). *Pour une meilleure gestion et protection du littoral vendéen*. France Nature Environnement. <http://fne85.eklablog.com/pour-une-meilleure-gestion-et-protection-du-littoral-vendeen-a113394296>
- Géoconfluences. (2022). *Houle -Géoconfluences* [Terme]. <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/houle>
- GéoLittoral. (2016, janvier 29). *Dynamiques et évolution du littoral—Synthèse des connaissances*. <https://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/dynamiques-et-evolution-du-littoral-synthese-des-r462.html>
- Ghodbani, T., Milewski, A., & Bellal, S. A. (2015). Un écosystème littoral fragile menacé sur la rive sud de la Méditerranée. *Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Mediterranean geography*, 125, 153-164. <https://doi.org/10.4000/mediterranee.8104>
- Google Earth. (2022). <https://earth.google.com/web/@0,0,0a,22251752.77375655d,35y,0h,0t,0r>
- Haddadi-Hamdane, A. (1996). Bryozoaires du Pliocène du Sahel d'Alger. *Travaux et Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon*, 140(1), 3-189.
- HATTABI, M. E. A., & KADDOUR, H. (2018). *Impact de l'élévation de niveau de la mer et des tempêtes sur l'évolution morpho dynamique de la région Est de la baie d'Alger : Simulation numérique des processus hydro-sédimentaires*.
- Hénaff, A., & Philippe, M. (2014). *Gestion des risques d'érosion et de submersion marines*.
- Koubzili, & Boumessaoud. (2017). *Etat de l'art de la quantification de l'évolution spatio-temporelle du trait de côte : Comparaison entre la méthode des polygones et la méthode des transectes*.
- LEM. (2014a). *Etude d'aménagement de la promenade de la baie d'alger : Aménagement d'une promenade au niveau du site des sablettes*. LEM.

Références bibliographiques

- LEM. (2014b). *Etude de la propagation de la houle site sablettes*.
- LEM. (2018). *LEM: Bureau d'études en ingénierie maritime*. <https://www.lem-dz.com/search/SABLETTE/>
- Loi n° 02-02, relative à la protection et à la valorisation du littoral. (2002).
- Longshore current – Linguee. (2022). <https://www.linguee.fr/anglais-francais/traduction/longshore+current.html>
- Mallet, C., & Michot, A. (2012). *Techniques de suivi du trait de cote*.
- Maouche. (1987). *Mecanismes hydrosedimentaires en baie d'alger (algerie): Approche sedimentologique, geochimique et traitement statistique*. <http://www.theses.fr/1987PERP0034>
- Mermet, L., Billé, R., Leroy, M., Narcy, J.-B., & Poux, X. (2005). L'analyse stratégique de la gestion environnementale: Un cadre théorique pour penser l'efficacité en matière d'environnement. *Natures Sciences Sociétés*, 13(2), 127-137.
- Météo Algérie. (2022). <https://www.meteo.dz/home>
- Migniot, C. (1977). Action des courants, de la houle et du vent sur les sédiments. *La Houille Blanche*, 63(1), 9-47. <https://doi.org/10.1051/lhb/1977001>
- Moore, L. J. (2000). Shoreline Mapping Techniques. *Journal of Coastal Research*, 16(1), 111-124.
- Morris, & Chapman. (2022). *L'extraction du sable, une ressource non-renouvelable*. <https://www.greenfacts.org/fr/extraction-sable/index.htm>
- MSP Québec, M. de la S. publique du Q. (2022). *Les causes de l'érosion côtière—Ministère de la Sécurité publique*. <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/surveillance-du-territoire/erosion-cotiere/causes.html>
- Nadir. (2016). *Modélisation numérique de la morphodynamique d'une côte sableuse soumise à l'effet des vagues et des houles cas : Plage Est de SIDI Fredj*.
- ORRM. (2022). *Les submersions marines | ORRM*. <http://observatoire-regional-risques-paca.fr/article/submersions-marines>
- Paskoff, R. (2010). Agents et processus de l'évolution des littoraux. In *Les littoraux: Vol. 3e éd.* (p. 15-40). Armand Colin. <https://www.cairn.info/les-littoraux--9782200249267-p-15.htm>

Références bibliographiques

- Prediccion de oleaje puertos.es.* (2022). <https://www.puertos.es/en-us/oceanografia/Pages/portus.aspx>
- Processus dynamiques littoraux et aménagement.* (2022). <https://www.u-picardie.fr/beauchamp/littoral/GRENOBLE-2.html>
- Projetecolo. (2022). *Érosion marine : Définition, types, exemples et conséquences.* <https://www.projetecolo.com/erosion-marine-definition-types-exemples-et-consequences-410.html>
- Puertos.es.* (2022). <https://www.puertos.es/en-us/oceanografia/Pages/portus.aspx>
- Rabehi, W., Guerfi, M., & Mahi, H. (2018). Cartographie de la vulnérabilité des communes de la baie d'Alger. *Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Mediterranean geography.* <https://journals.openedition.org/mediterranee/8625>
- Rabehi, W., Guerfi, M., & Mahi, H. (2019). La baie d'Alger, un espace côtier prisé, entre pressions d'urbanisation et gouvernance territoriale. *Geo-Eco-Marina*, 25, 113-130. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3609744>
- Relevés météo en temps réel à Dar-El-Beida—Algérie | Real-time weather records in Dar-El-Beida—Infoclimat.* (s. d.). Consulté 29 mai 2022, à l'adresse <https://www.infoclimat.fr/observations-meteo/temps-reel/dar-el-beida/60390.html?metar>
- Safar Zitoun, M. (2009). *Alger d'aujourd'hui : Une ville à la recherche de ses marques sociales* (N° 44-45). 44-45, 33-55. <https://doi.org/10.4000/insaniyat.385>
- Said. (2012). *L'urbanisation anarchique et dense du littoral réduit la portée des mesures prises par les pouvoirs publics Samir Grimes. Spécialiste de la protection des écosystèmes côtiers sensibles.* vitaminedz.com. <https://www.vitaminedz.com/fr/Algerie/l-urbanisation-anarchique-et-dense-du-littoral-563391-Articles-0-0-1.html>
- Suanez, S. S. (2010). *La question du bilan sédimentaire des côtes d'accumulation. Rôle des forçages naturels et anthropiques dans les processus morphodynamiques analysés à partir de quelques exemples pris en Méditerranée et en Bretagne.* 219.
- UNESCO. (1971). *Chaînes alpines de la Méditerranée centrale (Algérie et Tunisie septentrionales, Sicile, Calabre et Apennin méridional)—UNESCO Digital Library.* <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000014894>

Références bibliographiques

- Universalis, E. (2022). *Dérive littorale*. Encyclopædia Universalis. <https://www.universalis.fr/encyclopedie/derive-littorale/>
- U.S. Geological Survey. (2018, octobre 4). *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) | U.S. Geological Survey*. <https://www.usgs.gov/centers/whcmssc/science/digital-shoreline-analysis-system-dsas>
- USGS. (2022). *U.S. Geological Survey Oceanographic Time-Series Data Collection*. <https://stellwagen.er.usgs.gov/>
- Vagues et houles—Encyclopédie de l'environnement*. (2018). <https://www.encyclopedie-environnement.org/eau/vagues-houles/>
- Weather in Algiers—RP5*. (2022). https://rp5.ru/Weather_in_Algiers
- Wikhydro. (2013a). *Changement climatique—Submersions marines—Wikhydro*. http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Changement_climatique_-_submersions_marines
- Wikhydro. (2013b, avril). *Le trait de côte—Wikhydro*. http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Le_trait_de_c%C3%B4te
- Wright, & Short. (1984). *Morphodynamic variability of surf zones and beaches : A synthesis*. https://www.researchgate.net/publication/238375548_Morphodynamic_variability_of_surf_zones_and_beaches_A_synthesis

Annexes

Annexes

Barre d'outils de DSAS :

- Définir / Modifier les paramètres : spécifier les noms de fichiers pour les entrées de référence et de rivage et d'autres paramètres, tels que l'espacement des profils.
- Transects Cast : génère une nouvelle (ou écrase un existant) classe d'entités des profils en fonction des paramètres par défaut spécifiés par l'utilisateur.
- Le menu déroulant : répertorie tous les fichiers de transect reconnus ajoutés au projet ArcMap actif.
- Calculer les statistiques : lance une boîte de dialogue peuplée avec une liste sélectionnable des statistiques de changement de taux à calculer.
- Clip transects à SCE : lance une boîte de dialogue offrant aux utilisateurs la possibilité de générer une copie du fichier de profils spécifié qui est accroché à l'enveloppe de changement de rivage (SCE) ou la distance maximale entre tous les rivages.
- Lancer la fonction d'aide DSAS.
- A propos de DSAS : fournit des informations sur le logiciel, y compris le numéro de version (USGS, 2016)

Etapes de travail de la méthode des transects:

Préparation des données d'entrée (inputs) :

Tout d'abord les données doivent être exprimées en mètres dans un système de coordonnées projetées (WGS_1984_UTM_Zone_31N). Deux vecteurs sont nécessaires afin d'utiliser l'extension **DSAS**, 'est deux vecteurs doivent être contenus dans une geodatabase personnelle.

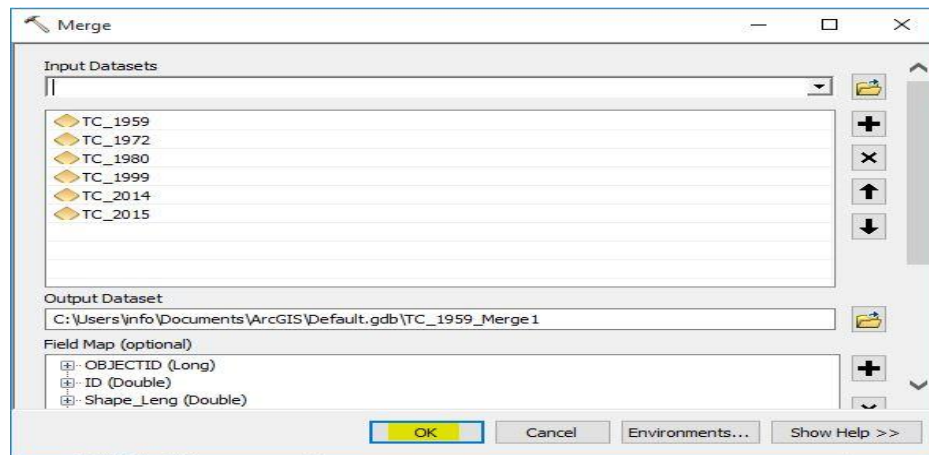
Création d'un vecteur traits de côte Shoreline :

Dans une geodatabase nous allons créer un vecteur (Shoreline). Dans notre cas, 06 traits de côte ont été utilisés : ceux de 1959, 1972, 1980, 1999, 2014 et 2015. Pour les fusionner dans un seul vecteur « Shoreline », nous avons suivi les étapes suivantes :

Dans Arc toolbox : on clique sur Data Management Tools → General → Merge

Annexes

Dans la fenêtre de l'outil, les traits de côte ont été introduits comme données d'entrée. Le vecteur en sortie est enregistré dans la Geodatabase.



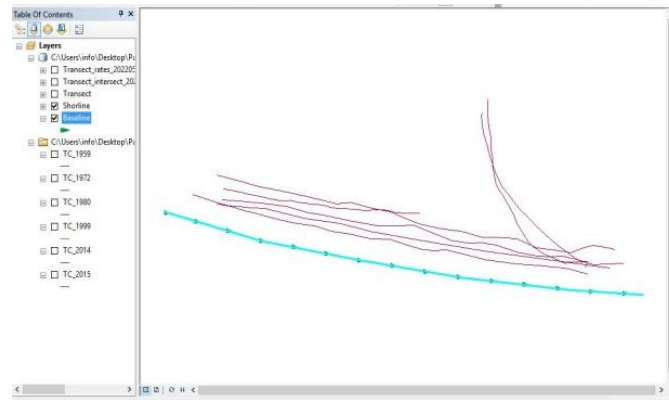
Dans la table attributaire du vecteur « Shoreline », les dates et les incertitudes doivent être introduites pour chaque trait de côte.

OBJECTID *	SHAPE *	ID	DATE	UNCERTAINTY	SHAPE_Length
1	Polyline	0	9/1/2015	0.3	312.560466
2	Polyline	0	9/1/2014	0.3	584.316515
3	Polyline	0	9/1/1999	4.5	611.994813
4	Polyline	0	9/1/1980	4.5	613.264722
5	Polyline	0	9/1/1972	4.5	634.679439
6	Polyline	0	9/1/1959	4.5	565.879703

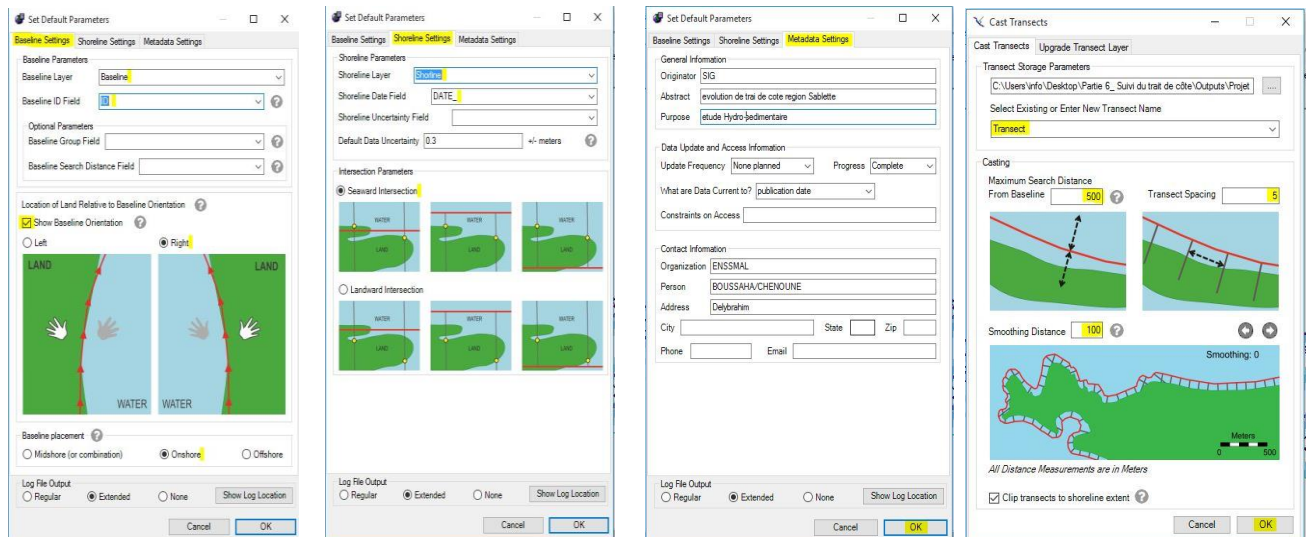
Création d'un vecteur de la ligne de base :

Nous allons créer un vecteur de la ligne de base dans la même géodatabase avec un même système de coordonnées (WGS_1984_UTM_Zone_31N). Deux champs ont été ajoutés à la table attributaire du vecteur : ID (identifiant) et le groupe de ligne de base, la ligne de base (Baseline) a été tracée par la suite à l'aide des outils d'édition de la barre d'outils « editor » d'ArcGIS.

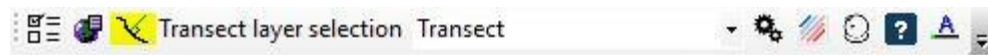
Annexes

**Configuration du DSAS :**

Dans la barre d'outils DSAS, on clique sur **Set Default Paramètres**. Ensuite, nous procédons aux configurations suivantes:



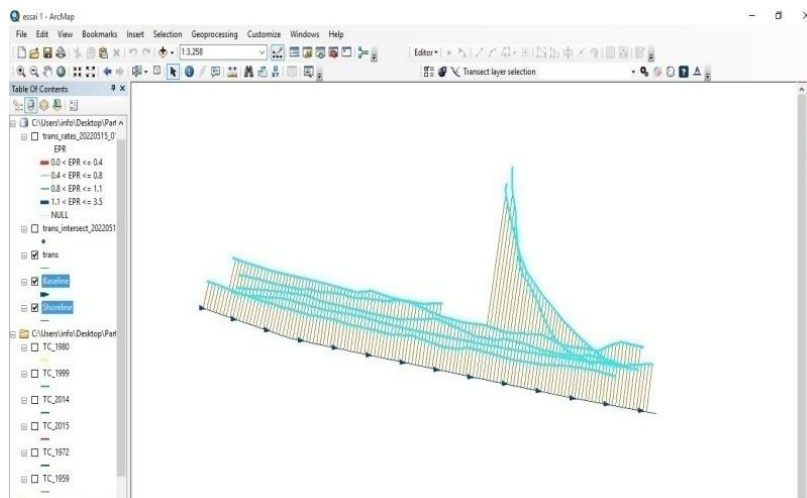
Ensuite, on clique sur **Cast transects** et on remplit les informations demandées tel qu'illustré sur la Figure ci-dessous.



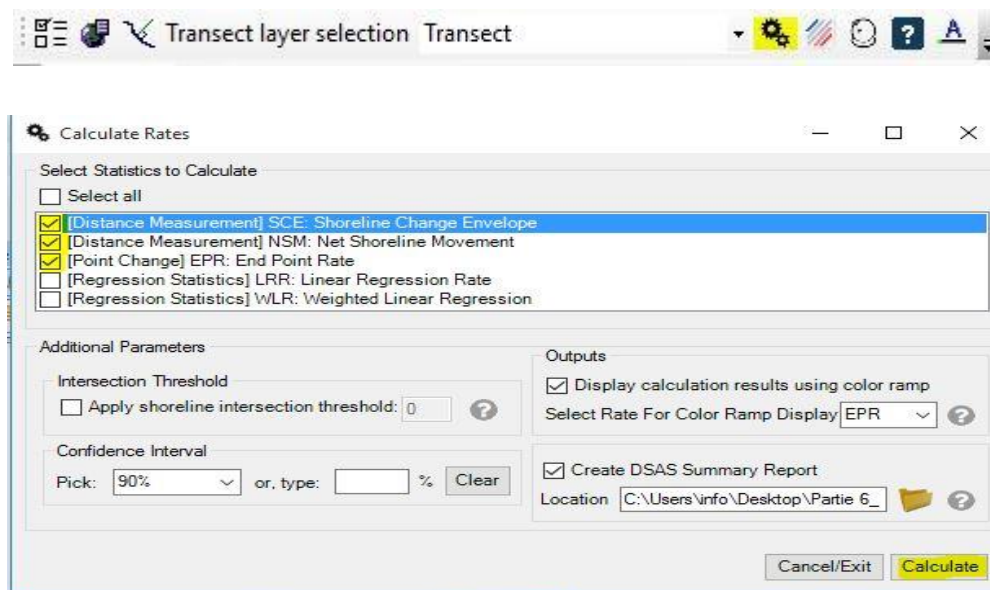
- 500m : la longueur maximale des transects
- 5m : la distance entre les transects
- 100m : le degré de lissage (Smoothing) ; afin d'avoir une bonne représentation des transects (sans croisements).

Annexes

Le résultat des transects générés est présenté dans la figure suivante :



Enfin, nous cliquons sur **Calculate rate** et nous choisissons les paramètres statistiques à calculer, à savoir **NSM**, **EPR** et **SCE**, et on clique sur **Calculate**.



DSAS créera un rapport de synthèse (DSAS Summary Transect, qui englobe un résumé de tous les paramètres statistiques calculés et des informations dont nous avons besoin. Il crée également un vecteur `Transect_rates`.

Annexes

Tableaux de résultats numériques de NSM SCE EPR:

objet_identifiant *	geometry *	TransectID	BaselineID	GroupID	TransOrder	Azimuth	ShrCount	TCD	SHAPE_Length	SCE	NSM	EPR	EPRunc
1	Polyline	1	1	<Null>	1	195.51	1	35	35.190072	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
2	Polyline	2	1	<Null>	2	195.51	1	40	35.095251	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
3	Polyline	3	1	<Null>	3	195.51	1	45	34.942334	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
4	Polyline	4	1	<Null>	4	195.51	1	50	34.818486	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
5	Polyline	5	1	<Null>	5	195.51	1	55	34.694666	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
6	Polyline	6	1	<Null>	6	195.51	1	60	34.570845	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
7	Polyline	7	1	<Null>	7	195.51	2	65	71.227834	36.78	36.78	1.36	0.02
8	Polyline	8	1	<Null>	8	195.51	2	70	71.248466	36.93	36.93	1.37	0.02
9	Polyline	9	1	<Null>	9	195.51	3	75	71.269194	38.8	38.8	0.97	0.01
10	Polyline	10	1	<Null>	10	195.51	5	80	71.37263	38.34	22.14	0.4	0.07
11	Polyline	11	1	<Null>	11	195.51	5	85	71.513455	37.92	22.63	0.41	0.07
12	Polyline	12	1	<Null>	12	195.51	5	90	71.654254	37.83	22.27	0.4	0.07
13	Polyline	13	1	<Null>	13	195.51	5	95	71.795079	37.27	22.17	0.4	0.07
14	Polyline	14	1	<Null>	14	195.51	5	100	71.935878	37.55	22.66	0.41	0.07
15	Polyline	15	1	<Null>	15	195.38	5	105	72.072177	37.82	23.15	0.42	0.07
16	Polyline	16	1	<Null>	16	195.13	5	110	72.205675	38.09	23.64	0.43	0.07
17	Polyline	17	1	<Null>	17	194.89	5	115	72.340461	38.36	24.12	0.44	0.07
18	Polyline	18	1	<Null>	18	194.64	5	120	72.49362	38.43	24.4	0.44	0.07
19	Polyline	19	1	<Null>	19	194.4	5	125	72.693777	38.44	24.56	0.45	0.07
20	Polyline	20	1	<Null>	20	194.15	5	130	72.895293	38.45	24.73	0.45	0.07
21	Polyline	21	1	<Null>	21	193.91	5	135	73.222771	38.58	24.85	0.45	0.07
22	Polyline	22	1	<Null>	22	193.67	5	140	73.619113	38.78	24.89	0.45	0.07
23	Polyline	23	1	<Null>	23	193.42	5	145	74.016792	38.98	25.04	0.46	0.07
24	Polyline	24	1	<Null>	24	193.18	5	150	74.415613	39.18	25.13	0.46	0.07
25	Polyline	25	1	<Null>	25	192.93	5	155	74.866971	39.39	25.19	0.46	0.07
26	Polyline	26	1	<Null>	26	192.69	5	160	74.561954	39.61	25.45	0.46	0.07
27	Polyline	27	1	<Null>	27	192.44	5	165	74.538392	39.83	26.07	0.47	0.07
28	Polyline	28	1	<Null>	28	192.2	5	170	74.492443	40.03	26.68	0.49	0.07
29	Polyline	29	1	<Null>	29	191.95	5	175	74.440874	40.22	27.89	0.51	0.07
30	Polyline	30	1	<Null>	30	191.71	5	180	74.390742	40.42	29.39	0.53	0.07
31	Polyline	31	1	<Null>	31	191.47	5	185	74.34191	40.61	30.02	0.55	0.07
32	Polyline	32	1	<Null>	32	191.22	5	190	74.294489	40.49	29.7	0.54	0.07

objet_identifiant *	geometry *	TransectID	BaselineID	GroupID	TransOrder	Azimuth	ShrCount	TCD	SHAPE_Length	SCE	NSM	EPR	EPRunc
33	Polyline	33	1	<Null>	33	190.98	5	195	74.248418	40.31	29.32	0.53	0.07
34	Polyline	34	1	<Null>	34	190.73	5	200	74.203595	40.12	29.41	0.53	0.07
35	Polyline	35	1	<Null>	35	190.62	5	205	74.158488	39.91	29.61	0.54	0.07
36	Polyline	36	1	<Null>	36	190.62	5	210	73.960051	39.52	30.03	0.55	0.07
37	Polyline	37	1	<Null>	37	190.62	5	215	73.748572	39.12	30.24	0.55	0.07
38	Polyline	38	1	<Null>	38	190.62	5	220	73.537173	38.72	30.3	0.55	0.07
39	Polyline	39	1	<Null>	39	190.62	5	225	73.325712	38.31	30.66	0.56	0.07
40	Polyline	40	1	<Null>	40	190.62	5	230	73.114313	38.51	31.62	0.57	0.07
41	Polyline	41	1	<Null>	41	190.62	5	235	72.902835	38.73	32.16	0.58	0.07
42	Polyline	42	1	<Null>	42	190.62	5	240	72.691472	38.95	32.16	0.58	0.07
43	Polyline	43	1	<Null>	43	190.62	5	245	72.479975	39.17	32.16	0.58	0.07
44	Polyline	44	1	<Null>	44	190.62	5	250	72.268496	39.39	32.91	0.6	0.07
45	Polyline	45	1	<Null>	45	190.61	5	255	73.106253	40.22	33.43	0.61	0.07
46	Polyline	46	1	<Null>	46	190.54	5	260	74.422428	41.32	33.93	0.62	0.07
47	Polyline	47	1	<Null>	47	190.46	5	265	75.737969	42.42	34.48	0.63	0.07
48	Polyline	48	1	<Null>	48	190.39	5	270	77.052505	43.52	34.68	0.63	0.07
49	Polyline	49	1	<Null>	49	190.32	5	275	77.599369	43.85	34.88	0.63	0.07
50	Polyline	50	1	<Null>	50	190.24	5	280	77.217497	43.38	35.21	0.64	0.07
51	Polyline	51	1	<Null>	51	190.17	5	285	76.835715	43.19	35.82	0.65	0.07
52	Polyline	52	1	<Null>	52	190.09	5	290	76.45394	42.99	36.27	0.66	0.07
53	Polyline	53	1	<Null>	53	190.02	5	295	75.072251	42.8	36.67	0.67	0.07
54	Polyline	54	1	<Null>	54	189.95	5	300	75.690467	42.6	37.7	0.69	0.07
55	Polyline	55	1	<Null>	55	189.87	5	305	75.469392	42.59	39.34	0.72	0.07
56	Polyline	56	1	<Null>	56	189.8	5	310	75.370719	42.8	41.08	0.75	0.07
57	Polyline	57	1	<Null>	57	189.73	5	315	75.272255	42.21	41.33	0.75	0.07
58	Polyline	58	1	<Null>	58	189.65	5	320	75.173832	41.46	41.43	0.75	0.07
59	Polyline	59	1	<Null>	59	189.58	5	325	75.597325	41.21	41.21	0.75	0.07
60	Polyline	60	1	<Null>	60	189.51	5	330	75.812571	40.78	40.78	0.74	0.07
61	Polyline	61	1	<Null>	61	189.43	5	335	75.499666	39.82	39.82	0.72	0.07
62	Polyline	62	1	<Null>	62	189.36	5	340	75.178089	38.84	38.84	0.71	0.07
63	Polyline	63	1	<Null>	63	189.29	5	345	75.21519	39.58	39.58	0.72	0.07
64	Polyline	64	1	<Null>	64	189.21	5	350	75.844732	40.94	40.94	0.74	0.07

objet_identifiant *	geometry *	TransectID	BaselineID	GroupID	TransOrder	Azimuth	ShrCount	TCD	SHAPE_Length	SCE	NSM	EPR	EPRunc
65	Polyline	65	1	<Null>	65	189.15	5	355	76.476117	42.3	42.3	0.77	0.07
66	Polyline	66	1	<Null>	66	189.15	5	360	77.320378	43.88	43.88	0.8	0.07
67	Polyline	67	1	<Null>	67	189.15	5	365	78.215062	45.51	45.51	0.83	0.07
68	Polyline	68	1	<Null>	68	189.15	5	370	79.016989	46.88	46.88	0.85	0.07
69	Polyline	69	1	<Null>	69	189.15	5	375	79.818884	48.26	48.26	0.88	0.07
70	Polyline	70	1	<Null>	70	189.15	4	380	64.871701	33.88	33.88	0.85	0.01
71	Polyline	71	1	<Null>	71	189.15	4	385	64.63185	34.22	34.22	0.86	0.01
72	Polyline	72	1	<Null>	72	189.15	4	390	64.392098	34.48	34.48	0.86	0.01
73	Polyline	73	1	<Null>	73	189.15	4	395	64.152247	33.95	33.95	0.85	0.01
74	Polyline	74	1	<Null>	74	189.15	4	400	63.912479	33.42	33.42	0.84	0.01
75	Polyline	75	1	<Null>	75	189.15	4	405	63.672644	32.89	32.89	0.82	0.01
76	Polyline	76	1	<Null>	76	189.12	4	410	63.434753	31.78	31.78	0.79	0.01
77	Polyline	77	1	<Null>	77	188.95	4	415	63.551452	30.9	30.9	0.77	0.01
78	Polyline	78	1	<Null>	78	188.77	4	420	63.834726	30.2	30.2	0.75	0.01
79	Polyline	79	1	<Null>	79	188.6	4	425	64.11852	29.49	29.49	0.74	0.01
80	Polyline	80	1	<Null>	80	188.43	4	430	64.402712	29.55	29.55	0.74	0.01
81	Polyline	81	1	<Null>	81	188.26	4	435	64.687438	30.05	30.05	0.75	0.01
82	Polyline	82	1	<Null>	82	188.09	4	440	64.972676	30.55	30.55	0.76	0.01
83	Polyline	83	1	<Null>	83	187.92	4	445	65.25835	31.05	31.05	0.78	0.01
84	Polyline	84	1	<Null>	84	187.75	4	450	64.747188	30.75	30.75	0.77	0.01
85	Polyline	85	1	<Null>	85	187.58	5	455	225.078829	191.36	191.36	3.48	0.07
86	Polyline	86	1	<Null>	86	187.41	5	460	210.331106	177	177	3.22	0.07
87	Polyline	87	1	<Null>	87	187.24	6	465	230.03544	197.33	197.33	3.52	0.07
88	Polyline	88	1	<Null>	88	187.07	6	470	213.856491	181.77	181.77	3.25	0.07
89	Polyline	89	1	<Null>	89	186.9	6	475	197.631552	166.17	166.17	2.97	0.07
90	Polyline	90	1	<Null>	90	186.73	6	480	177.332413	146.49	146.49	2.62	0.07
91	Polyline	91	1	<Null>	91	186.56	6	485	159.035891	128.81	125.56	2.24	0.07
92	Polyline	92	1	<Null>	92	186.39	6	490	150.494549	120.89	110.91	1.98	0.07
93	Polyline	93	1	<Null>	93	186.22	6	495	143.366619	113.89	102.4	1.83	0.07
94	Polyline	94	1	<Null>	94	186.04	6	500	136.173573	106.83	96.72	1.73	0.07
95	Polyline	95	1	<Null>	95	1							

Annexes

object identifier*	geometry*	TransectID	BaselineID	GroupID	TransOrder	Azimuth	ShrCount	TCD	SHAPE Length	SCF	NSM	EPR	EPRunc
97	Polyline	97	1	<Null>	97	185.74	6	515	121.399415	92.45	79.51	1.42	0.07
98	Polyline	98	1	<Null>	98	185.74	6	520	116.522073	87.7	72.71	1.3	0.07
99	Polyline	99	1	<Null>	99	185.74	6	525	111.644484	82.96	64.79	1.16	0.07
100	Polyline	100	1	<Null>	100	185.74	6	530	106.767498	78.21	56.69	1.01	0.07
101	Polyline	101	1	<Null>	101	185.74	6	535	102.755013	74.33	50.06	0.89	0.07
102	Polyline	102	1	<Null>	102	185.74	6	540	98.875773	70.35	43.23	0.77	0.07
103	Polyline	103	1	<Null>	103	185.74	6	545	94.996542	66.25	36.98	0.66	0.07
104	Polyline	104	1	<Null>	104	185.74	6	550	91.0756	62.11	31.55	0.56	0.07
105	Polyline	105	1	<Null>	105	185.74	6	555	86.802007	57.61	27	0.48	0.07
106	Polyline	106	1	<Null>	106	185.74	6	560	82.826786	53.42	23.58	0.42	0.07
107	Polyline	107	1	<Null>	107	185.74	6	565	79.382745	49.75	20.85	0.37	0.07
108	Polyline	108	1	<Null>	108	185.74	6	570	75.938695	46.31	18.27	0.33	0.07
109	Polyline	109	1	<Null>	109	185.64	6	575	72.585282	43.04	16.08	0.29	0.07
110	Polyline	110	1	<Null>	110	185.53	6	580	69.225073	39.76	14.55	0.26	0.07
111	Polyline	111	1	<Null>	111	185.43	6	585	66.129963	36.75	13.2	0.24	0.07
112	Polyline	112	1	<Null>	112	185.32	6	590	63.076144	33.78	12.13	0.22	0.07
113	Polyline	113	1	<Null>	113	185.22	6	595	60.015248	30.78	10.95	0.2	0.07
114	Polyline	114	1	<Null>	114	185.11	6	600	57.05136	27.89	9.01	0.16	0.07
115	Polyline	115	1	<Null>	115	185	6	605	54.138721	25.05	7.5	0.13	0.07
116	Polyline	116	1	<Null>	116	184.9	6	610	52.504385	23.48	8.06	0.14	0.07
117	Polyline	117	1	<Null>	117	184.79	6	615	52.457987	23.64	10.12	0.18	0.07
118	Polyline	118	1	<Null>	118	184.69	6	620	54.799376	26.72	11.59	0.21	0.07
119	Polyline	119	1	<Null>	119	184.58	6	625	56.956232	29.8	12.33	0.22	0.07
120	Polyline	120	1	<Null>	120	184.48	6	630	59.106641	32.88	13.36	0.24	0.07
121	Polyline	121	1	<Null>	121	184.37	6	635	60.921155	35.62	15.03	0.27	0.07
122	Polyline	122	1	<Null>	122	184.27	5	640	62.341979	37.96	16.39	0.3	0.07
123	Polyline	123	1	<Null>	123	184.16	3	645	63.761309	27.55	27.55	1.02	0.02
124	Polyline	124	1	<Null>	124	184.06	3	650	64.250653	28.38	28.38	1.05	0.02
125	Polyline	125	1	<Null>	125	183.95	3	655	63.737702	28.21	28.21	1.04	0.02
126	Polyline	126	1	<Null>	126	183.85	3	660	63.224806	28.04	28.04	1.04	0.02
127	Polyline	127	1	<Null>	127	183.74	3	665	62.711838	27.87	27.87	1.03	0.02
128	Polyline	128	1	<Null>	128	183.63	3	670	62.199013	27.69	27.69	1.03	0.02

object identifier*	geometry*	TransectID	BaselineID	GroupID	TransOrder	Azimuth	ShrCount	TCD	SHAPE Length	SCF	NSM	EPR	EPRunc
102	Polyline	102	1	<Null>	102	185.74	6	540	98.875773	70.35	43.23	0.77	0.07
103	Polyline	103	1	<Null>	103	185.74	6	545	94.996542	66.25	36.98	0.66	0.07
104	Polyline	104	1	<Null>	104	185.74	6	550	91.0756	62.11	31.55	0.56	0.07
105	Polyline	105	1	<Null>	105	185.74	6	555	86.802007	57.61	27	0.48	0.07
106	Polyline	106	1	<Null>	106	185.74	6	560	82.826786	53.42	23.58	0.42	0.07
107	Polyline	107	1	<Null>	107	185.74	6	565	79.382745	49.75	20.85	0.37	0.07
108	Polyline	108	1	<Null>	108	185.74	6	570	75.938695	46.31	18.27	0.33	0.07
109	Polyline	109	1	<Null>	109	185.64	6	575	72.585282	43.04	16.08	0.29	0.07
110	Polyline	110	1	<Null>	110	185.53	6	580	69.225073	39.76	14.55	0.26	0.07
111	Polyline	111	1	<Null>	111	185.43	6	585	66.129963	36.75	13.2	0.24	0.07
112	Polyline	112	1	<Null>	112	185.32	6	590	63.076144	33.78	12.13	0.22	0.07
113	Polyline	113	1	<Null>	113	185.22	6	595	60.015248	30.78	10.95	0.2	0.07
114	Polyline	114	1	<Null>	114	185.11	6	600	57.05136	27.89	9.01	0.16	0.07
115	Polyline	115	1	<Null>	115	185	6	605	54.138721	25.05	7.5	0.13	0.07
116	Polyline	116	1	<Null>	116	184.9	6	610	52.504385	23.48	8.06	0.14	0.07
117	Polyline	117	1	<Null>	117	184.79	6	615	52.457987	23.64	10.12	0.18	0.07
118	Polyline	118	1	<Null>	118	184.69	6	620	54.799376	26.72	11.59	0.21	0.07
119	Polyline	119	1	<Null>	119	184.58	6	625	56.956232	29.8	12.33	0.22	0.07
120	Polyline	120	1	<Null>	120	184.48	6	630	59.106641	32.88	13.36	0.24	0.07
121	Polyline	121	1	<Null>	121	184.37	6	635	60.921155	35.62	15.03	0.27	0.07
122	Polyline	122	1	<Null>	122	184.27	5	640	62.341979	37.96	16.39	0.3	0.07
123	Polyline	123	1	<Null>	123	184.16	3	645	63.761309	27.55	27.55	1.02	0.02
124	Polyline	124	1	<Null>	124	184.06	3	650	64.250653	28.38	28.38	1.05	0.02
125	Polyline	125	1	<Null>	125	183.95	3	655	63.737702	28.21	28.21	1.04	0.02
126	Polyline	126	1	<Null>	126	183.85	3	660	63.224806	28.04	28.04	1.04	0.02
127	Polyline	127	1	<Null>	127	183.74	3	665	62.711838	27.87	27.87	1.03	0.02
128	Polyline	128	1	<Null>	128	183.63	3	670	62.199013	27.69	27.69	1.03	0.02
129	Polyline	129	1	<Null>	129	183.63	3	675	61.674259	27.52	27.52	1.02	0.02
130	Polyline	130	1	<Null>	130	183.63	2	680	61.149431	20.6	20.6	1.08	0.02
131	Polyline	131	1	<Null>	131	183.63	1	685	41.039234	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
132	Polyline	132	1	<Null>	132	183.63	1	690	41.52604	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
133	Polyline	133	1	<Null>	133	183.63	1	695	42.012832	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>

Etapes de travail de la méthode des polygones:

Préparation des données d'entrée (inputs) :

Tout d'abord les données doivent être exprimées en mètres dans un système de coordonnées projetées (WGS_1984_UTM_Zone_31N).

La méthode des polygones, l'indicateur du trait de côte vectorisé sur une photo aérienne ou une image satellite (appelée ligne de base ou ligne de référence) est utilisé pour générer et calculer les polygones.

Tout comme nous l'a fait avec l'approche par DSAS, la création d'un vecteur "Shoreline" et la création d'un vecteur de "ligne de base" consistent en les mêmes étapes dans les deux méthodes.

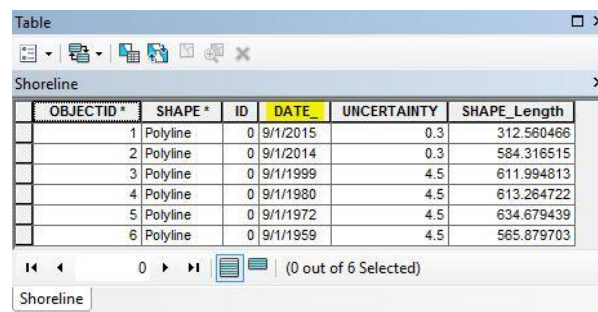
Création d'un vecteur "Shoreline" :

Dans une geodatabase nous allons créer un vecteur (Shoreline). Dans notre cas, 06 traits de côte ont été utilisés : ceux de 1959, 1972, 1980, 1999, 2014 et 2015. Pour les fusionner dans un seul vecteur « Shoreline », nous avons suivi les étapes suivantes :

Dans Arc toolbox : on clique sur Data Management Tools → General → Merge

Dans la fenêtre de l'outil, les traits de côte ont été introduits comme données d'entrée. Le vecteur en sortie est enregistré dans la Geodatabase.

Dans la table attributaire du vecteur « Shoreline », les dates et les incertitudes doivent être introduites pour chaque trait de côte.

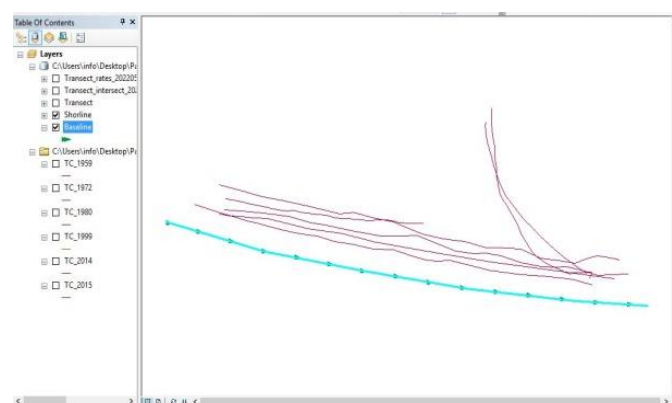


OBJECTID	SHAPE	ID	DATE	UNCERTAINTY	SHAPE_Length
1	Polyline	0	9/1/2015	0.3	312.560466
2	Polyline	0	9/1/2014	0.3	584.316515
3	Polyline	0	9/1/1999	4.5	611.994813
4	Polyline	0	9/1/1980	4.5	613.264722
5	Polyline	0	9/1/1972	4.5	634.679439
6	Polyline	0	9/1/1959	4.5	565.879703

Création d'un vecteur de "la ligne de base" :

Lors de la création d'un vecteur de base dans la même géodatabase avec le même système de coordonnées (WGS_1984_UTM_Zone_31N).

Afin qu'il corresponde au vecteur de base utilisé dans l'approche DSAS pour permettre la comparaison des résultats, Il est préférable de réintroduire la même ligne de base de la méthode DSAS.



La génération des polygones

- **la première étape** : Cela dépend de la formation d'un polygone au moyen de l'outil d'édition, comprenant à la fois la ligne de base et le trait de côte de 1959 que nous puissions calculer sa superficie Figure 83

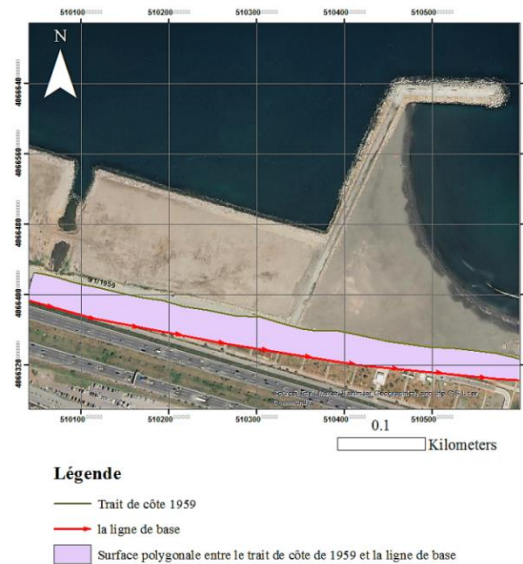


Figure 83: Digitalisation du trait de côte de l'année 1959 avec la ligne de base

- **La deuxième étape** (Figure 84): De la même manière, nous créons un polygone avec l'outil d'ajustement, comprenant à la fois la ligne de base et le trait de côte pour l'année 1972

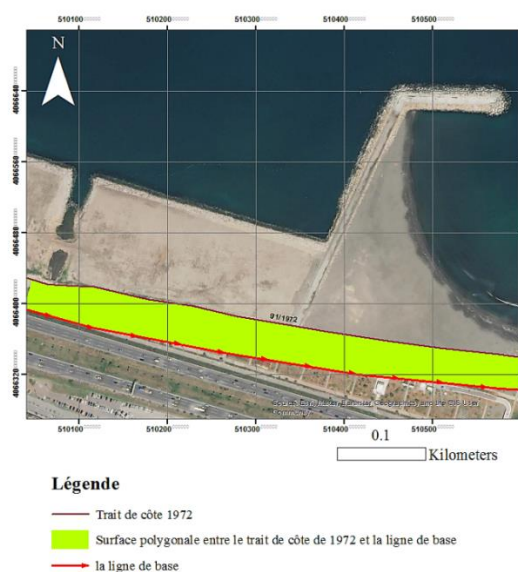


Figure 84: Digitalisation du trait de côte de l'année 1972 avec la ligne de base

Annexes

- **La troisième étape (Figure 85) :**

Pour calculer la surface érodée ou accumulée, dans chaque intervalle analysé, le polygone résultant de la date la plus ancienne doit être soustrait de celui résultant de la plus récente. La valeur de la zone finale, en mètres carrés, représente la zone érodée ou accumulée pendant cette période.

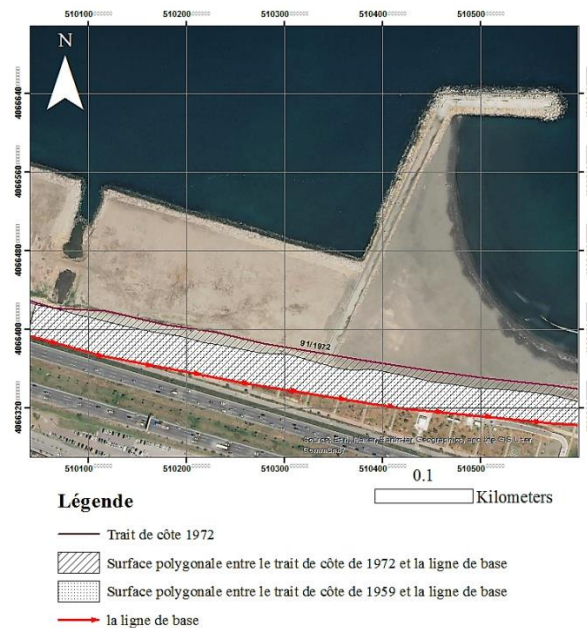


Figure 85: Superposition des deux polygones et extraction de la différence de surface

- **La quatrième étape :**

Nous effaçons les zones identiques et préservons le polygone de différence

Enfin, Nous répétons les quatre étapes précédentes pour chaque deux position différente des traits de côte pour obtenir les résultats finaux.

Evolution du trait de cote entre 1959-2022 :

La carte dans la Figure 86 montre les processus d'accumulation et d'érosion dans la région avec les travaux industriels sur la ligne de rivage :

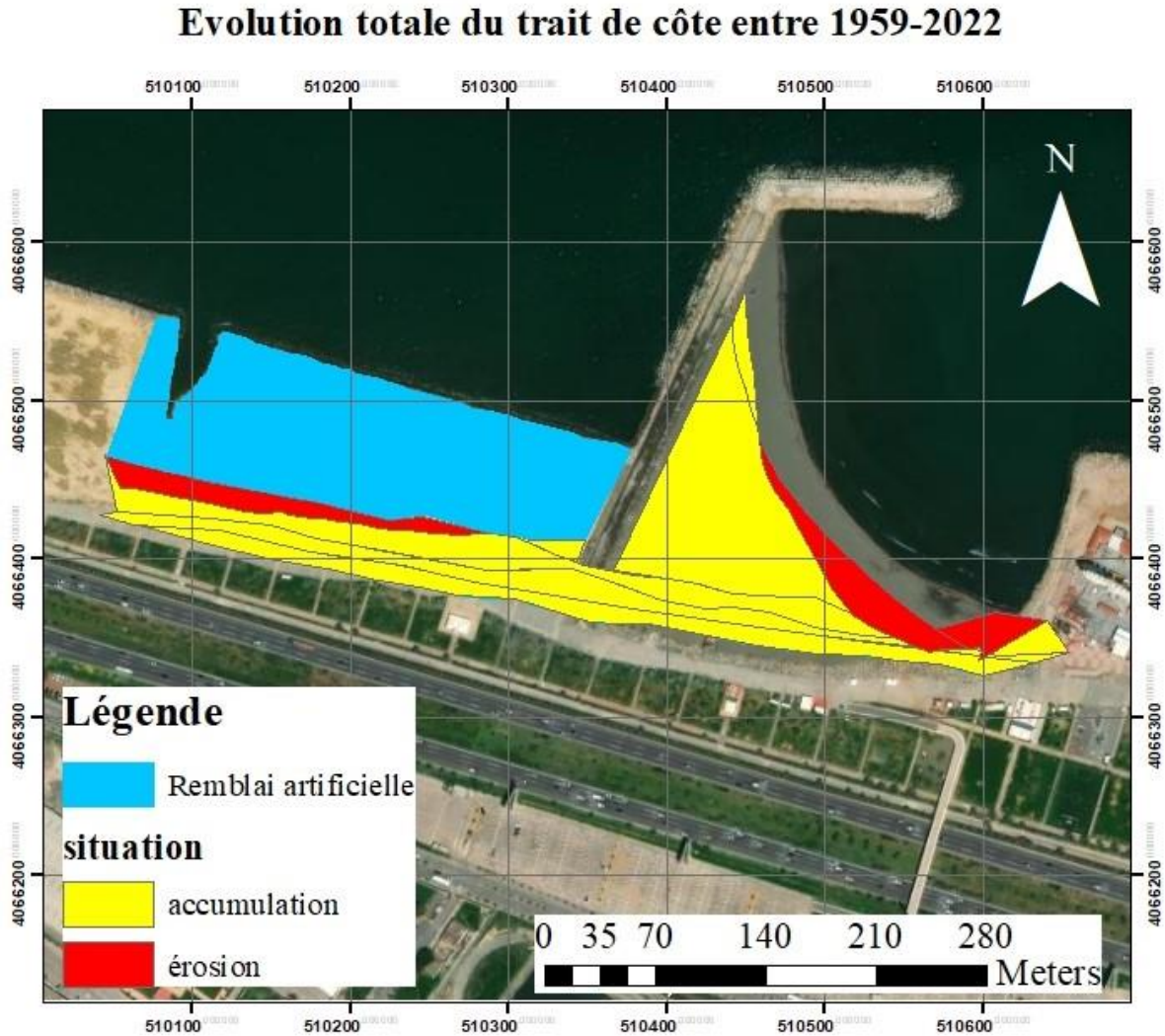


Figure 86: Evolution du trait de côte entre 1959-2022 (Google Earth 2022)

Résumé

Ces dernières années, la capitale, Alger, a connu une tendance mondiale au développement touristique et à l'aménagement du littoral, qui s'est traduite par de nombreux projets des infrastructures côtières, dans le but de s'ouvrir à des nouveaux espaces et de progression vers la mer, ces projets interfèrent avec les processus naturels de sédimentation et modifient ainsi la dynamique des sédiments côtiers

La plage de Piquet Blanc, notre zone d'étude, est située à l'extrême est de la zone des Sablettes, à côté de l'Oued El Harrach, cette zone est fortement anthropomorphe, faisant partie du projet d'aménagement de la baie d'Alger débuté en 2013 avec un grand nombre des projets de gestion qui nécessitent des études spécialisées sur le changement de ligne de rivage et le mouvement sédimentaire,

Dans ce mémoire nous répondrons à deux questions qui sont à la base de la réalisation de cette recherche, à savoir l'impact des infrastructures mises en place dans la zone Piquet Blanc sur la dynamique des sédiments, tout en précisant les meilleures méthodes mondiales contemporaines utilisées pour étudier et surveiller l'évolution de le trait de côte, on peut dire que cette étude est une investigation pratique et une évaluation des effets du plan stratégique de l'état d'Alger représenté dans le développement de la façade côtière de la baie d'Alger dans le cadre de la mise en place du corridor environnemental.

Pour répondre à la problématique, une série d'études approfondies a été organisée en quatre (04) chapitres :

Le premier et le deuxième chapitres présentent la zone d'étude en définissant les principales caractéristiques du site (sédimentaires, climatiques, géomorphologiques, océaniques et anthropiques).

Le troisième chapitre a abordé :

- l'importance de la gestion côtière, ainsi que les risques qui menacent la zone d'étude (érosion et submersion).
- les méthodes empiriques d'enquêtes utilisées dans la collecte de données, saisies dans le SIG afin d'extraire la ligne de rivage ainsi que pour calculer le taux de changement de la côte, avec une comparaison entre les deux approches d'étude spatiotemporelle: l'approche des polygones et l'approche des transects.

Le dernier chapitre a repris les résultats obtenus en appliquant les deux approches, en déterminant les effets résultant de la réalisation des infrastructures par rapport à la dynamique sédimentaire côtière et la valeur du bilan sédimentaire.

Mots clés : dynamique sédimentaire, ligne de rivage, évolution du trait de côte, approche des polygones, approche DSAS, SIG, plage en poche, infrastructures côtières, Sablettes, Piquet Blanc, Baie d'Alger.