

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

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



**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME
D'INGENIEUR D'ETAT EN SCIENCES DE LA MER**

Spécialité : AMÉNAGEMENT DU LITTORAL

Thème :

**Apport de la variable socio-économique sur
L'évaluation de la vulnérabilité
Côtère**

-Cas la baie d'Alger-

Présenté par:

MERZOUK Gaya

SAADANI Mohamed

Soutenu le 10 juin 2016 devant le jury suivant :

M. BOULAHIDJ M.	Professeur (ENSSMAL)	President.
M GUERFI S.	Professeur (ENSSMAL)	Promoteur.
Mme MEHDID S.	Maître assistante A (ENSSMAL)	Examinatrice.
M MEZOUAR K.	Maître de Conférences A (ENSSMAL)	Examineur.

Promotion : 2015/2016

Remerciements

REMERCIERMENTS

Remerciements

Ce travail de mémoire, nous ne l'avons pas fait seul ;

Nous tenons, en premier lieu, à remercier le BON DIEU de nous avoir procurés : santé, patience et amour ainsi aux membres de nos familles qui nous ont soutenu durant ce petit séjour pour réaliser ce modeste travail.

Merci aux membres de notre jury, premiers lecteurs attentifs de ce manuscrit : à notre promoteur **GUERFI S.**, à notre co-promoteur **MEZOUAR K.**, à **M BOULAHDID M** d'avoir présidé ce jury et à **Mme MEHDID S** d'avoir accepté d'examiner de ce travail.

Aussi, nous tenons vraiment à remercier tous ceux qui nous ont soutenus durant notre parcours. Merci à nos amis, à nos enseignants et à nos collègues de la promotion aménagement 2016. Si nous écrivons ces dernières lignes, c'est grâce à vous.

Finalement, merci à vous, lecteurs, pour l'intérêt que vous portez à ce manuscrit. Je ne sais si vous serez nombreux, mais je vous souhaite une bonne lecture.

Dédicaces

**« Ce travail de fin d'étude est dédié à mon Père M, ma
Mère H et à mes deux sœurs ; LYNA et TINHINANNE. »**

Gaya

**« Je Dédie Ce Modeste Travail à mon Père I, ma Mère N
et à ma sœur ; M et mes trois frères ; ABD EL RAOUF,
ANIS et HAMZA »**

Mohamed

TABLES DES MATIERES

Remercîments	I
Dédicaces	II
Tables des matières	III
Liste des acronymes.....	IV
Liste des figures	V
Liste des tableaux	VI
Introduction Générale	18

Chapitre I : GENERALITÉS

I.1. Quelques définitions

I.1.1. Risques	22
I.1.1.1. Les enjeux exposés au risque	22
I.1.2 Aléa	23
I.1.3. Vulnérabilité.....	23
I.1.4. Exposition, Resistance et Résilience d'un système côtier.....	24

I.2. Les dangers qui guettent la zone côtière.....24

I.2.1. La pollution marine	25
I.2.2. L'introduction des espèces exotiques en mer.....	25
I.2.3. Altération physique de trait de cote.....	25
I.2.4. Changement climatique	25
I.2.5. la pression démographique	26
I.2.6. L'urbanisation (artificialisation de la bande côtière)	27

I.3. L'évaluation de la vulnérabilité dans la zone côtière27

I.3.1. Les approches d'évaluation de la vulnérabilité	27
I.3.1.1. Approches utilisées en sciences du climat	27
I.3.1.2 Approches utilisées en sciences sociales :.....	28
I.3.2. Les outils d'évaluation de la vulnérabilité	28
I.3.2.1. L'indice de vulnérabilité	28
I.3.2.1.1. L'indice CVI et ses limites.....	28

1.3.2.1.2. L'indice de vulnérabilité côtière multi-échelle.....	29
---	----

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

II.1.Cadre physique	32
II.1.1. Cadre géographique	32
II.1.2. Cadre géologique	32
II.1.2.1. La géologie.....	32
II.1.3. Les caractères morphologiques de la côte algéroise.....	34
II.1.3.1. Les plages.....	34
II.1.3.2. Les dunes	34
II.1.3.3. Les falaises	34
II.1.3.4. La morphologie sous-marine.....	34
II.1.4. Contexte climatique	36
II.1.4.1. Les températures.	36
II.1.4.2. La pluviométrie.....	37
II.1.4.3. Courbe Ombrothermique.....	38
II.1.5. Le contexte hydrographique	39
II.1.6. Factures hydrodynamiques.....	40
II.1.6. 1. Les Vents.....	40
II.1.6.2. Les houles	42
II.2. Cadre socio-économique.....	43
II.2.1. Présentation administrative de la wilaya d'Alger.....	43
II.2.1.1. Présentation générale.....	43
II.2.1.2. Organisation administrative	43
II.2.2. Population et démographie	44
II.2.2.1 Evolution de la population et de la densité (RGPH)	44
II.2.2.2. Projection de la population selon le croit naturel (ONS).....	44
II.2.2.3 La population active dans la wilaya	44
II.2.2.4. Evolution de la population urbaine et rurale (RGPH)	45
II.2.3. Urbanisation et agglomération	45
II.2.3.1. Définition de l'urbain au niveau international	45
II.2.3.2. Les stratifications retenues en Algérie	45

II.2.3.2.1. Les strates légales	46
II.2.3.3. L'Agglomération algéroise	46
II.2.3.4. Classification des communes et leur typologie en fonction du degré d'urbanisation	47
II.2.3.5. Rejets urbains.....	48
II.2.4. Réseaux routiers.....	48
II.2.4.1. L'Infrastructures routières	48
II.2.4.2. L'Infrastructures ferroviaires	49
II.2.4.3. L'infrastructure portuaire	49
II.2.4.4. L'infrastructure aéroportuaire	49
II.2.5. Tourisme	50
II.2.5.1. Les Plages	50
II.2.6. Patrimoine culturel	51
II.2.6.1. Patrimoine culturel en Algérie	51
II.2.6.2. Le patrimoine culturel à Alger.....	52
II.2.7. Pêche.....	52
II.2.7.1. La pêche en Algérie	52
II.2.7.2. La pêche au niveau de La baie d'Alger	53
II.2.8. Lois littorales	53

Chapitre III : Matériels et méthodes

III.1 Méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité côtière.....	56
III.1.1 Méthode de variable multi-échelle	56
III.1.2 Choix de l'échelle	56
III.1.3. Choix des variables	56
III.1.4. Les équations de calculs	57
III.2.Variables	58
III.2.1. Sous-indice de caractérisation de la zone côtière	57
III.2.1.1 Type de rivage	57
III.2.1.2. Cours d'eaux	58
III.2.1.3. Géologie	58
III.2.1.4. Artificialisation du rivage	58

III.2.1.5. Elévation	58
III.2.2. Sous-indice de forçage côtier	59
III.2.2.1. Hauteur des vagues	59
III.2.2.2. Evolution du rivage	60
III.2.2.3. Amplitude moyenne de la marée	61
III.2.3. Sous indice socio-économique	61
III.2.3.1. Patrimoine culturel	61
III.2.3.2. L'occupation du sol	61
III.2.3.3. Voie ferrée	62
III.2.3.4. Routes	62
III.2.3.5 La désignation de conservation	63
III.2.3.6. Respect des lois	63
III.2.3.7. Type d'habitat	63
III.3. Tableau et méthodes de calcul.....	64

Chapitre IV : Résultats et Discussions

IV.1. Vulnérabilité en Algérie	67
IV.2. Élaboration des cartes de vulnérabilité	67
IV.2.1. Sous-indice de caractérisation de la zone côtière	67
Interprétation	68
IV.2.2. Sous-indice du forçage côtier	68
Interprétation	68
IV.2.3. Sous-indice socio-économique	69
Interprétation	69
IV.2.4. Carte Finale	70
Interprétation.....	70
IV.3. Impact de la donnée socio-économique sur la vulnérabilité côtière de la baie d'Alger	71
IV.3.1. Approche futur	71
IV.3.2. LES ENJEUX ET CONTRAINTES DE LA WILAYA :	71

Conclusion générale.....	73
Références bibliographiques	74
Annexes	79

Liste des acronymes

AMA:	Aire M étropolitaine d'Alger.
ANAAT:	Agence Nationale de l'Aménagement et l'Attractivité Territoriale.
APPL:	Agence de P romotion et de P rotection du L ittoral.
CVI:	C oastal V ulnerability I ndex.
E.R:	Entièrement R urale.
E.U:	Entièrement U rbanisées.
FAO:	F eeding F ood O rganisation.
Fig:	F igure.
Hs:	H oule S ignificative.
I.N.C.T:	I nstitut N ational de C artographie et de T éledétection.
IVC:	I ndice de V ulnérabilité C ôtière.
Km:	K ilomètres.
LEM:	L aboratoire des É tudes M aritimes.
m:	M ètre.
MATTA:	M inistère de l'Aménagement du T erritoire, du T ourisme et de l'Artisanat.
M.I:	C ommunes M ixtes.
M.N.T:	M odèle N umérique de T errain
MSPRH:	M inistère de la S anté de la P opulation et de la R éforme H ospitalière.
ONS:	O ffice N ational des S tatistiques.
ONM:	O ffice N ational de M étéorologie.
PAC:	P lan d'Aménagement C ôtier.
P.R:	P rédominance R urale.
P.U	P rédominance U rbaine.
RGPH:	R ecensement G énéral de la P opulation et de l' H abitat .
STEP:	S Tation d' É purat[i]on.
SWAN:	S imulating W AVes N earshore.
Tab:	T ableau.
UICN :	U nion M ondiale pour la N ature.
UNEP:	U nited N ations E nvironment P rogramme.

LISTE DES FIGURES :

Figure.1.	Schéma explicatif de la relation entre l'Aléa et la vulnérabilité	22
Figure.2.	classification des trois différents sous-indices de vulnérabilité (McLaughlin et Cooper 2010).	26
Figure.3.	Situation géographique de la zone d'étude (M GUERFI)	32
Figure.4.	Carte géologique de la Baie d'Alger (INCT).	33
Figure.5.	Carte Bathymétrie de la Baie d'Alger. (SLIMANI, TAOUTAOU, 2004).	35
Figure.6.	Variations mensuelles des températures à la station de Dar El Beida (Période 1995 à 2004) (ONM).	37
Figure.7.	Moyennes annuelles des précipitations (1995 à 2004) (ONM).	38
Figure.8.	Courbe ombrothermique de la période 1995 à 2004. (ONM)	39
Figure.9.	Carte du réseau hydrographique de la baie d'Alger(ONM).	40
Figure. 10.	Rose annuelle des vents au large des côtes Algéroises (Période 1994-2004) (ONM).	41
Figure. 11.	Rose annuelle des houles au large des côtes algéroises (Période 1994-2004) (ONM).	42
Figure.12.	Cartes des communes de la Wilaya D'Alger (MATTA).	44
Figure.13.	Evolution de la population dans l'aire métropolitaine algéroise (RGPH).	45
Figure.14.	Carte d'évolution du périmètre de l'Agglomération Algéroise 1998-2008(RGPH).	47
Figure.15.	.Carte des principaux rejets sur la baie d'Alger (PAC).	48
Figure.16.	Carte du réseau routier de la Wilaya d'Alger (Mme Kacimi Malika) ;	50
Figure.17.	Évolution annuelle totale de la production halieutique nationale (HANANE E).	52
Figure.18.	Evolution annuelle de la production halieutique au port d'Alger (HANANE E)	53
Figure.19.	Bandes délimitées par la loi 02-02 du 05-02-2002	54
Figure.20.	Le relief de la wilaya d'Alger (INCT, ONS, TABTI-TALAMALI).	58
Figure.21	Illustration du profil d'élévation sur Google Earth Pro .	59

Figure.22.	Carte d'occupation des communes de la baie d'Alger, (BOUCHNAFA,M A et GUEMDANI,M W ,2016).	63
Figure.23.	Carte de vulnérabilité de la baie d'Alger selon le sous-indice de caractérisation côtière.	70
Figure.24.	Carte de vulnérabilité de baie d'Alger selon le sous-indice du forçage côtier.	71
Figure.25.	Carte de vulnérabilité de la baie d'Alger selon le sous-indice socio- économique.	72
Figure.26.	Carte de vulnérabilité côtière de la baie d'Alger selon l'indice multi- échelle.	73
Figure.1.	Réfraction de la houle pour une direction 270°N et une période de 9s.	ANX
Annexe.	(SWAN)	
Figure.2.	Carte représentatif du trait de côte de l'année 2013	ANX
Annexe.		
Figure.3.	Carte représentatif du trait de côte de l'année 2016.	ANX
Annexe.		
Figure.4.	Carte de l'évolution du trait de côte entre 2013 et 2016.	ANX
Annexe.		

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau.1.	Caractéristiques des stations pluviométriques (ONM) .	36
Tableau.2.	Variations mensuelles des températures à la station de Dar El Beida(ONM).	37
Tableau.3.	Moyennes annuelles des précipitations période (1995 à 2004) (ONM)	38
Tableau.4.	Fréquences d'apparition des vents (en%) pour les conditions saisonnières (ONM) .	41
Tableau.5.	Fréquences d'apparition des houles (en %) pour les conditions Annuelles. (ONM) .	42
Tableau.6.	Strates définies par les deux lois 2001-20 et 2006-06. (ONS) .	46
Tableau.7.	Les plages de la baie d'Alger (APPL)	50
Tableau.8.	Tableau du patrimoine culturel d'Algérie (ONESCO) .	51
Tableau.9.	Fréquences d'apparition des Classes de Hs en fonction des directions dominantes au large (Med Atlas)	59
Tableau.10.	Fréquences d'apparition des Hs en fonction des Tp au large (Source MedAtlas)	60
Tableau.11.	Variables de la vulnérabilité côtière selon McLaughlin et Cooper avec quelques arrangements et modifications.	64
Tableau.12.	Tableau des seuils utilisés dans les CVI.	65
Annexe.	les cotations attribuées pour les variables du sous-indice des caractéristiques côtières.	80
Tab.1.		
Annexe.	les cotations attribuées pour les variables du sous-indice du forçage côtier.	ANX
Tab.2.		
Annexe.	les cotations attribuées pour les variables du sous-indice socio-économique.	ANX
Tab.3.		
Annexe.	Résultat final des CVI selon l'indice multi-échelle	ANX
Tab.4.		
Annexe.	Evolution de la population durant 1998/2002/2004. (ONS)	ANX
Tab.5.		
Annexe.	Tableau de la classification des communes d'Alger en fonction de degré d'urbanisation (ONS) .	ANX
Tab.6.		

INTRODUCTION
GÉNÉRALE

Introduction générale

La zone côtière est un espace à la fois complexe et sensible. Elle est le fief de multiples interactions naturelles et activités humaines. Les enjeux économiques, industriels ou autres touristiques présents dans cet espace précieux sont considérés comme une arme à double tranchant, ces activités ne cessent pas de rendre cette zone de plus en plus vulnérable. Cette vulnérabilité est aggravée par les changements climatiques, notamment dans le pourtour méditerranéen.

La zone côtière algérienne, qui se situe dans la partie sud du bassin méditerranéen est davantage vulnérable, parce qu'elle a toujours eu une évolution liée au climat et à sa variabilité (AGOUMI A, 2003), et qu'elle est soumise à de multiples risques naturels. Cette région connaît en effet une grande variabilité spatiale et temporelle des précipitations, qui se traduit par des épisodes fréquents de sécheresse, des inondations importantes (AGOUMI A, 2003), comme celles qu'a connues Alger en 2001, qui ont fait un millier de victimes et d'importants dégâts matériels. C'est aussi une zone de grande activité sismique (un séisme de 3,5 sur l'échelle de Richter est enregistré tous les deux mois et de risques de Tsunami, (LARARA et al., 2012) ; l'érosion prend des proportions préoccupantes, surtout dans la partie Est de la côte., Les risques d'érosion et/ou submersion marine sont très importants, la côte algéroise perdrait en moyenne 2.25 m/an). Parmi les côtes les plus urbanisées en Algérie se trouve en premier lieu la zone côtière algéroise notamment la baie d'Alger.

La côte algéroise étouffée par l'avancée du béton L'urbanisation est une autre menace pour les côtes algériennes dont celle de l'Algérois. Selon M. GRIMES, « *d'une manière globale, toutes les communes ont connu une évolution de leur tissu urbain* ». En 2013, la wilaya d'Alger est urbanisée à 42%, alors que son linéaire côtier est à 70% et la zone de servitude n'est pas épargnée avec un taux d'urbanisation dépassant les 60% pour les deux années (entre 2011 et 2013). Plusieurs communes sont à 100% urbanisées dont Bab El Oued, La Casbah, Alger-Centre, El Hamma et Hussein-Dey. Pour les cas de Reghaïa et Heuraoua, dont le linéaire côtier reste encore vierge, ce taux ne dépasse pas les 40%. Les communes de Bab El Oued, Raïs Hamidou et Bologhine sont des zones très artificialisées avec un taux de 70% de surface urbanisée et un linéaire côtier occupé à 100%. Les communes de Aïn Benian, Bordj El Kiffan et Bordj El Bahri subissent le même sort. Pour Aïn Taya et El Marsa, il est de 44% pour la première et 42% pour la seconde. Zeralda est une commune moins urbanisée, soit 17% avec un linéaire côtier à 15% urbanisé. Pour la conurbation (agglomération urbaine formée de plusieurs villes qui se sont rejointes au cours de leur croissance, mais qui ont conservé leur statut administratif), la loi 02-02 stipule que l'extension de deux agglomérations adjacentes situées sur le littoral est interdite, à moins que la distance les séparant soit de 5 kilomètres au moins du littoral. Or, aucune commune n'a respecté cette distance. Pire encore, « *les routes, voies ferrées, ports et aéroports ont été réalisés pour l'essentiel sur la frange du littoral souvent au détriment des terres fertiles* », signale M. GRIMES Ce qui a engendré « *des pertes considérables générées par le développement urbain et économique* ». Conséquence des changements climatiques, des nouvelles politiques ont été entreprises dans le but de protéger et conserver la zone côtière algérienne, cette protection fait appel à des méthodes d'évaluation simple et efficace qui intègre à la fois des indices individuelles et multi-échelles afin de déterminer le degré de la vulnérabilité de milieu physique et humaine face à ces menaces (BALICA et al., 2012).

Depuis l'an 2000, une nouvelle politique d'aménagement et de développement durable est mise en œuvre, avec pour objectif de protéger le littoral en rééquilibrant vers l'intérieur du pays l'urbanisation et les activités (**la loi littoral**).

Parmi les outils de planification territoriale utilisés, il y a l'évaluation de la vulnérabilité côtière. Ces évaluations offrent un moyen rapide et peu onéreux de planification et de gestion du littoral, et donnent un aperçu sur les secteurs à risques actuels ou futurs (**PALMER et al. 2011**).

L'évaluation est un processus d'estimation, pour une zone donnée, de la probabilité d'occurrence d'un phénomène potentiellement désastreux d'une amplitude donnée et à une période donnée. L'évaluation est un processus interdisciplinaire qui nécessite la combinaison de grandes quantités de données sur les divers paramètres contribuant à la vulnérabilité d'un territoire. De nombreux auteurs ont développé des indices de vulnérabilité, avec pour objectifs la simplification du nombre complexe de paramètres qui interagissent entre eux, représentés par divers types de données, à une forme plus facilement compréhensible et ainsi ayant une utilité pour la gestion du territoire. Les SIG sont le moyen d'intégration des données et la production de ces indices qui expriment l'effet combiné de ces paramètres.

Le but principal de l'évaluation de la vulnérabilité est de fournir de l'information pour guider le processus d'adaptation et améliorer les capacités adaptatives de la **société**. De nombreux indices ont été développés pour évaluer de la vulnérabilité des côtes, notamment au changement climatique (**GORNITZ, 1990**) et à l'érosion côtière à la pollution par les hydrocarbures (**FATTAL, 2009**), etc .

Les décisions concernant la gestion du trait de côte et les problèmes d'érosion/submersion marine, impliquent de nombreux acteurs et intègrent une multitude de données quantitatives et qualitatives, elles se prennent dans le cadre de la gestion intégrée des zones côtières (GIZC), c'est donc un problème de cartographie décisionnelle multicritères. La méthode utilisée dans le cadre de ce travail est une adaptation d'une approche par indicateurs qui tient compte de l'avis d'experts.

Introduction générale

Il n'y a pas un indice de vulnérabilité type qui peut être appliqué à toutes les situations. Les composantes qui contribuent à la vulnérabilité, le type de donnée et leur disponibilité et l'utilité de l'approche par indice varient avec l'échelle. L'objectif de ce travail est de :

- Faire un état de l'art des méthodes et outils utilisés pour l'évaluation de la vulnérabilité côtière.
- Présenter la baie d'Alger physiquement et socio-économiquement.
- Identifier une méthode robuste et « facile à utiliser » pour l'évaluation de la vulnérabilité qui est la méthode de l'indice multi-échelle.
- Appliquer cette méthode sur la baie d'Alger.
- Se focaliser sur la variable socio-économique en indiquant son apport majeur sur la vulnérabilité côtière.

L'indice de vulnérabilité multi-échelle développé par **McLAUGHLIN et COOPER (2010)** sur l'Irlande du Nord est la méthode la plus complète, puisque à côté des paramètres physiques de la sensibilité côtière, est prise en compte l'action de l'homme sur le milieu en intégrant les variables socio-économiques. Dans le présent travail, nous évaluons d'une façon préliminaire le potentiel d'application de cet indice dans une échelle régionale (la Baie d'Alger) tout en se basant sur l'apport des variables socio-économiques (occupation du sol, réseaux routiersetc) sur l'évaluation de la vulnérabilité côtière de la baie d'Alger.

Chapitre I
GÉNÉRALITÉS

I.1 Quelques définitions :

I.1.1. Risque :

Il y a diverses définitions du risque naturel selon les pays, les époques et les domaines traités. Le risque de glissement de terrain par exemple augmente avec les changements qui affectent le climat, et le risque d'y être exposé augmente avec l'urbanisation en zone où ce danger est susceptible de s'exprimer (FATTAL, 2009). (LEONE et VINET, 2011) considère le risque comme étant un événement physique potentiellement préjudiciable qui peut causer la perte de la vie, de dommages, de dégâts matériels, la rupture sociale et économique ou la dégradation environnementale, le risque peut être climatique ou non climatique. Le risque est la confrontation d'un aléa (phénomène naturel dangereux) et d'une zone géographique où existent des enjeux qui peuvent être humains, économiques ou environnementaux.

Risque = Aléa x Vulnérabilité

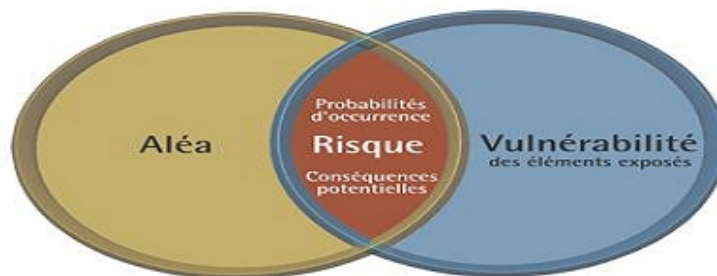


Fig.1. Schéma explicatif de la relation entre l'Aléa et la vulnérabilité

I.1.1.1. Les enjeux exposés au risque :

L'analyse de la vulnérabilité des territoires exposés aux risques littoraux doit s'appuyer sur l'identification et la hiérarchisation des enjeux qui s'y trouvent localisés. Différentes catégories d'enjeux peuvent être distinguées :

- ▶ Les enjeux opérationnels, qui doivent être recensés en vue de la préparation des actions de prévention et d'intervention ;
- ▶ Les enjeux humains qui, par leurs caractères non négociables, doivent faire l'objet d'une hiérarchisation basée sur l'analyse de leur vulnérabilité ;
- ▶ les enjeux matériels qui peuvent faire l'objet d'une description, y compris en termes monétaires pour certains d'entre eux. Ces estimations peuvent servir pour l'analyse des bénéfices associés à un plan de gestion du risque ou pour l'évaluation des dommages ex-post.

I.1.2. Aléa

L'aléa est la manifestation d'un phénomène naturel potentiellement dommageable d'occurrence et d'intensité donnée. **(LEONE et VINET, 2011)** ont défini l'aléa comme la probabilité d'occurrence d'un processus physique dans le cas d'un risque naturel.

I.1.3. La vulnérabilité

La vulnérabilité d'un système naturel ou humain est le fait d'être sensible aux blessures, aux attaques ou d'éprouver des difficultés pour recouvrer un équilibre mis en péril après un désastre naturel **(MOSS, 1996)**. Il n'y a pas de consensus universellement admis sur la définition de la vulnérabilité. La notion de vulnérabilité est aujourd'hui couramment utilisée pour désigner un état de fragilité, une propension à subir des dommages ou une faible capacité à faire face à des événements désastreux. Elle désigne aussi bien des situations individuelles que collectives, tant des fragilités matérielles que morales, des personnes que des choses ou encore des territoires. Le terme vulnérabilité qui a son origine dans la littérature des risques naturels, de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et du développement est largement appliqué aux études d'impacts face aux changements climatiques **(DOWNING, 2003; FAO, 2000)**. Dans le domaine des risques naturels, la vulnérabilité est définie comme étant «le degré auquel une unité à risque est susceptible de subir des dommages via l'exposition à une perturbation ou à une contrainte, et la capacité (ou l'impossibilité) de l'unité à risque de faire face, de s'en sortir ou de s'adapter de manière fondamentale (en devenant un nouveau système) ou de disparaître **(KASPERSON et al., 2002)**. La littérature sur les catastrophes utilise le terme dans le sens de «degré de perte» (0 à 100) résultant d'un phénomène potentiellement néfaste. En revanche, la littérature sur la pauvreté et le développement **(BOHLE et al., 1994)** met l'accent sur les conditions socio-économiques et définit la vulnérabilité comme une mesure globale du bien-être humain qui intègre l'exposition à un éventail de phénomènes néfastes d'ordre environnemental, social, économique et politique.

La notion de la vulnérabilité est étroitement liée à la notion du risque elle représente la mesure dans laquelle un système est sensible aux dommages – et incapable de faire face – aux effets défavorables du risque (dans le cadre de notre étude : inondation, feu de brousse tardif, sécheresse). C'est en fait une notion qui met en exergue l'inégalité des dommages et pertes des différents écosystèmes, des sociétés humaines et des infrastructures face à un phénomène donné. Pour une même exposition, l'impact peut être différent. La vulnérabilité d'une unité d'exposition est une fonction de :

- ✓ la nature, de l'ampleur et du rythme du risque.
- ✓ l'exposition à ce risque.
- ✓ la sensibilité de ce système.
- ✓ et de sa capacité d'adaptation.

Équation de la Vulnérabilité selon FONTAINE et STEINEMANN (2009) :

$$V = (E + S)/A$$

Avec **V** = vulnérabilité, **E**= exposition; **S**=sensibilité et **A**=capacité d'adaptation.

I.1.4. Exposition, résistance, résilience, sensibilité et la capacité d'adaptation d'un système côtier :

- ❖ **L'exposition** : est la probabilité de subir des pertes dues à un risque (Dow, 1993).
- ❖ **Résistance** : ou possibilité de supporter les effets d'un risque ou bien la capacité à résisté face à un évènement non souhaité
- ❖ **Résilience** : est capacité à surmonter les effets d'un risque. On peut distinguer :

Résilience écologique : degré selon lequel des perturbations peuvent être absorbées par un système avant qu'il passe d'un état à un autre. La stabilité est l'autre concept associé, définie comme la tendance d'un système à retourner à une position d'équilibre après une perturbation (LUDWIG et al., 2002).

Résilience sociale : capacité des groupes ou communautés à s'adapter et à apprendre à faire face à des stress et à des perturbations externes d'ordre politique, social, économique ou environnemental (ADGER, 2004).

- ❖ **Sensibilité** : Degré auquel un système exposé est touché par les impacts du risque. Par exemple les dommages causés par les inondations sont plus grand pour une maison sensible que par une maison moins sensible. La maison moins sensible peut absorber des perturbations tout en conservant sa structure de base et ses modes de fonctionnement alors que la maison sensible est détruite.
- ❖ **Capacité d'adaptation** : se définit comme la totalité des possibilités, des ressources et des institutions propres à un pays, à une région, à une collectivité ou à un groupe, servant à mettre en œuvre des mesures efficaces d'adaptation, comme par exemple l'ajustement des systèmes naturels ou des systèmes humains face à un nouvel environnement ou un environnement changeant, et/ou sa réhabilitation après l'occurrence d'un hasard.

I.2. Les dangers de la zone côtière :

Le programme des nations unies pour l'environnement a établi une liste des dangers guettant les zones côtières et l'environnement marin : La pollution marine, L'introduction d'espèces exotiques, Les altérations physiques du rait de cote, Le changement

climatique (UNEP, 2002). On peut citer aussi d'autres dangers tels que la pression démographique et la littoralisation.

I.2.1. La pollution marine :

Depuis l'ère industrielle, l'homme exerce une très grande pression, sur le milieu marin par Plusieurs activités ce qu'il rend fragile et complexe, en y introduisant des substances tout à fait étrangères, modifiant toute sa structure originelle, ce qui permet des variations dans l'écosystème et donc il agit à la vie marine et l'humaine, on cite comme exemple :

- la contamination par les égouts,
- l'eutrophisation des eaux côtières,
- les déchets non biodégradables entrant dans l'écosystème

I.2.3. Altération physique de trait de côte :

L'évolution du trait de côte est régie par des phénomènes d'érosion (majorité des cas) ou d'avancée (progradation). L'ampleur spatiale et la rapidité de cette évolution sont fonction de la nature géologique du littoral, de paramètres tels que la hausse du niveau de la mer et de certains phénomènes météorologiques (houle, tempête). Ces derniers paramètres, qui pourraient être renforcés par le changement climatique, pourraient accentuer à l'avenir l'amplitude des modifications du trait de côte. (DIREN, 2007).

I.2.4. Changement climatique :

Les océans jouent un rôle fondamental dans la régulation de l'équilibre climatique global de la Terre : ils absorbent la chaleur et la redistribuent dans le monde par le biais des courants marins et de leurs interactions dans l'atmosphère. Ils absorbent également des fractions de gaz présents dans l'atmosphère. L'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère entraîne **une hausse de la température moyenne des océans**. De plus l'absorption de grandes quantités de CO₂ entraîne **une augmentation de l'acidité de l'eau**. Les océans seraient devenus 30 % plus acides qu'avant la Révolution industrielle. Les conséquences de ce phénomène se sont déjà fait sentir, notamment par la mort de larges zones de récifs coralliens. Les scientifiques pensent aussi que cette acidification pourrait réduire les réserves en carbonates de calcium dans l'eau de mer, notamment l'aragonite, une substance particulièrement importante qui est utilisée par de nombreux organismes pour fabriquer leur coquille.

I.2.5. La pression démographique :

Le littoral mondial représente plus de 350000 kilomètres de côtes et plus de 2 millions de kilomètres de rivages répartis autour des différents continents et de nombreuses îles. Il s'avère que plus de 60% de la population mondiale vit aujourd'hui sur la grande zone côtière. Ce qui

représente environ 2.8 milliard d'individus vivant à moins de 150 kilomètres de rivage. (SHINE c. et LEFEBRE c., 2003).

La façade méditerranéenne avec 2.8 millions résidents en 2005, connaît une certaine saturation de son espace en bord de mer, la densité des communes littorales y est 5 fois plus supérieure à la moyenne nationale. (Insee, 2008).

L'Algérie ne se déroge pas de la règle, la côte algérienne étant considérée aujourd'hui comme l'une des plus peuplées du bassin méditerranéen. (PAC, 2005).

Il a été estimé plus de 40% de la population nationale vit sur un territoire représentant à peine 1,9% de la superficie totale du pays. (PAC, 2005).

La concentration de la population sur le littoral rend cet espace très fragile (vulnérable), en aggravant l'effet des aléas côtiers et cela par l'amplification de l'exposition qui est par définition « la probabilité de subir des pertes dues à un risque » tout en diminuant la résilience ou bien possibilité de supporter les effets d'un risque.

I.2.6. L'urbanisation (artificialisation de la bande côtière ou bien la littoralisation) :

Les zones côtières méditerranéennes sont soumises à des processus d'artificialisation de ces espaces agricoles et naturels générés par l'augmentation de la population et l'extension de l'urbanisation, développements des activités, constructions des complexes touristiques ou encore l'intensification agricole sur des espaces très productifs si en prend en considération, une définition large de l'artificialisation.

L'évolution du taux d'urbanisation des régions côtières de la méditerranées est saisissante. Alors qu'il est déjà 44% en 1950, il atteint 66% en 2000 et les prévisions révèlent un taux de 75% pour 2030 (PNUE), la croissance des flux touristiques sera de 2,3% par an jusqu'en 2025 et 20% d'urbains s'ajouteront aux 96 millions recensé en 2000. Bien que le processus d'artificialisation du sol soit engagé depuis le milieu de XXe siècle, les rythmes de progression sont spectaculaires ces dernières décennies.

I.3. L'évaluation de la vulnérabilité côtière :

I.3.1. Approches utilisées en évaluation de la vulnérabilité :

Bien que plusieurs disciplines conviennent d'accepter une définition commune de la vulnérabilité comme "susceptible de nuisance", l'utilisation du terme change en fonction des disciplines et des secteurs de recherche. Les sociologues considèrent la vulnérabilité d'une population comme représentant l'ensemble des facteurs socio-économiques qui déterminent la capacité à faire face à un désastre (ALLEN, 2003; CUTTER et al., 2000), tandis que les sciences du climat perçoivent la vulnérabilité en termes de probabilité d'occurrence d'événements et d'impacts liés au climat (NICHOLLS et al., 1999). La première approche synthétique vise donc à cerner les conditions ou les facteurs influant sur la capacité de réponse à une situation de crise, et la deuxième approche consiste à mesurer les dommages potentiels des éléments exposés.

I.3.1.1. Approches utilisées en sciences du climat :

Les sciences du climat ont longtemps étudié les risques en se focalisant sur l'aléa, sur le phénomène potentiellement destructeur, sur les processus en jeu et leurs manifestations physiques. Elles utilisent le plus souvent les données historiques et les projections des **MCGs**. Elles sont souvent employées dans les études de vulnérabilité aux risques naturels face au changement climatique et examinent l'exposition humaine aux risques. Elles consistent en une mesure analytique quantitative, c'est-à-dire en une évaluation des dommages potentiels aux biens, aux personnes et à l'environnement économique. Cette approche a été utilisée dans plusieurs régions du monde afin de prévoir les impacts potentiels du changement climatique via les projections quantitatives établies dans le futur (**BARROW et al., 2004**).

L'approche prédictive donne une indication des conséquences et identifie les biens qui sont affectés par les changements climatiques. À cet effet, elle est souvent utilisée pour la gestion des risques.

I.3.1.2 Approches utilisées en sciences sociales :

L'analyse des interactions et des relations entre la société et son environnement, appelée approche écosystémique, conduit à mettre en évidence les principaux facteurs socio-économiques, institutionnels, et, à un moindre degré, politiques et culturels qui déterminent comment les populations répondent et font face aux risques posés par le climat en évolution (**BURTON, et al., 1993; ADGER et KELLY, 1999; DOWNING et al., 2001; GONZALEZ, 2002; VINCENT, 2004**). Au lieu de se concentrer seulement sur le risque d'exposition aux phénomènes physiques, cette approche reconnaît que de tels phénomènes sont exacerbés ou atténués par le contexte humain particulier (social, politique, économique, et institutionnel) dans lequel ils se produisent. L'ampleur des impacts du changement de climat est intimement liée aux conditions humaines qui créent une résilience ou une vulnérabilité à cet événement.

Plusieurs méthodes sont utilisées pour appréhender les aspects sociaux de la vulnérabilité des populations face aux changements climatiques telle que la recherche déductive ou qualitative.

Selon **LEPAGE et al. (2007)**, « *l'approche qualitative permet de comprendre l'univers de référence des enquêtés, soit la manière dont ils interprètent le monde qui les entoure, les relations qu'ils entretiennent avec leur groupe et leur environnement et comment leur perception du monde guide leur compréhension* ».

I.3.2. Les outils d'évaluation de la vulnérabilité :

I.3.2.1. L'indice de la vulnérabilité :

L'indice de vulnérabilité vise à simplifier et à représenter l'information sous forme des cartes compréhensibles et utiles pour les gestionnaires.

I.3.2.1.1. L'indice CVI et ses limites :

L'indice de vulnérabilité (IVC) est la méthode la plus utilisée pour évaluer la vulnérabilité côtière au changement climatique et/ou non climatique, en particulier quant aux risques d'érosion et /ou inondation, (**GORNITZ *et al.*, 1991, RAMIERI *et al.*, 2011**).

La plus grande contrainte du CVI est son incapacité à inclure l'aspect socio-économique (comme par exemple le nombre de personnes affectées, l'infrastructure potentiellement à risque, ou les coûts associés à la vulnérabilité côtière) dans l'évaluation de la vulnérabilité côtière (**Gornitz *et al.*, 1993; Cooper and McLaughlin, 1998**).

Malgré le développement et l'utilisation croissante d'indices de vulnérabilité, ce concept demeure souvent peu opérationnel, notamment en raison de la confusion dans la définition du terme, mais aussi en raison de l'échelle d'application (**HINKEL, 2011**). Ainsi, lorsque les paramètres utilisés pour définir l'indice de vulnérabilité sont quantifiés à partir d'un territoire trop grand, les résultats peuvent difficilement être utilisables par des gestionnaires à l'échelle locale ou des communautés, notamment pour mettre en place des solutions d'adaptation.

I.3.2.1.2.L'indice de la vulnérabilité côtière multi-échelle et ces limites :

Une étude menée par **McLaughlin et Cooper (2010)** sur le développement d'un indice de vulnérabilité multi-échelle, la vulnérabilité est fonction de caractéristiques côtières (soit la résilience et la susceptibilité), des forçages côtiers et des facteurs socio-économiques. C'est en se basant sur ces trois éléments que l'indice de vulnérabilité à l'érosion côtière qu'ils ont développé intègre trois sous-indices à savoir les caractéristiques physiques de la côte, les forçages hydrodynamiques côtiers et les caractéristiques socio-économiques (**McLaughlin et Cooper, 2010**). Selon **McLaughlin et Cooper (2010)**, il n'y a pas d'indice de vulnérabilité qui peut convenir à toutes les échelles spatiales c'est pourquoi leur indice a été développé pour 3 échelles différentes avec différents indicateurs pour un même sous-indice selon l'échelle considérée. Les différents paramètres sont comptabilisés de 1 à 5 pour créer chaque sous-indice. Les 3 sous indices sont ensuite intégrés dans un indice global.



Fig.2. classification des trois différents sous-indices de vulnérabilité (McLaughlin et Cooper 2010).

$$\text{Vulnérabilité côtière} = \frac{(\text{sous-indice de caractéristiques côtières} + \text{sous-indice de forçage} \\ \text{côtier} + \text{sous-indice socioéconomique})}{3}$$

L'indice développé par **McLaughlin et Cooper (2010)** est très intéressant, notamment par son côté multi-échelles. Cependant, les lacunes résident dans son application qui est seulement actuelle et ne tient pas compte du moyen et long terme, ni de ce qui est vulnérable rapidement ou dans longtemps.

Chapitre II :
PRÉSENTATION DE
LA ZONE D'ÉTUDE

I.1. Cadre physique :

II.1.1. Cadre géographique :

La baie d'Alger s'étend au débouché du bassin de la Mitidja. Elle est située entre deux unités morphologiques (Fig.1) :

- le massif de la Bouzareah à l'ouest,
- le cap Matifou à l'Est.

Les coordonnées géographiques de la Baie d'Alger.

36° 44' 55 " -36 48' 92" de latitude Nord

03° 04' 66" -03 09' 30" de longitude

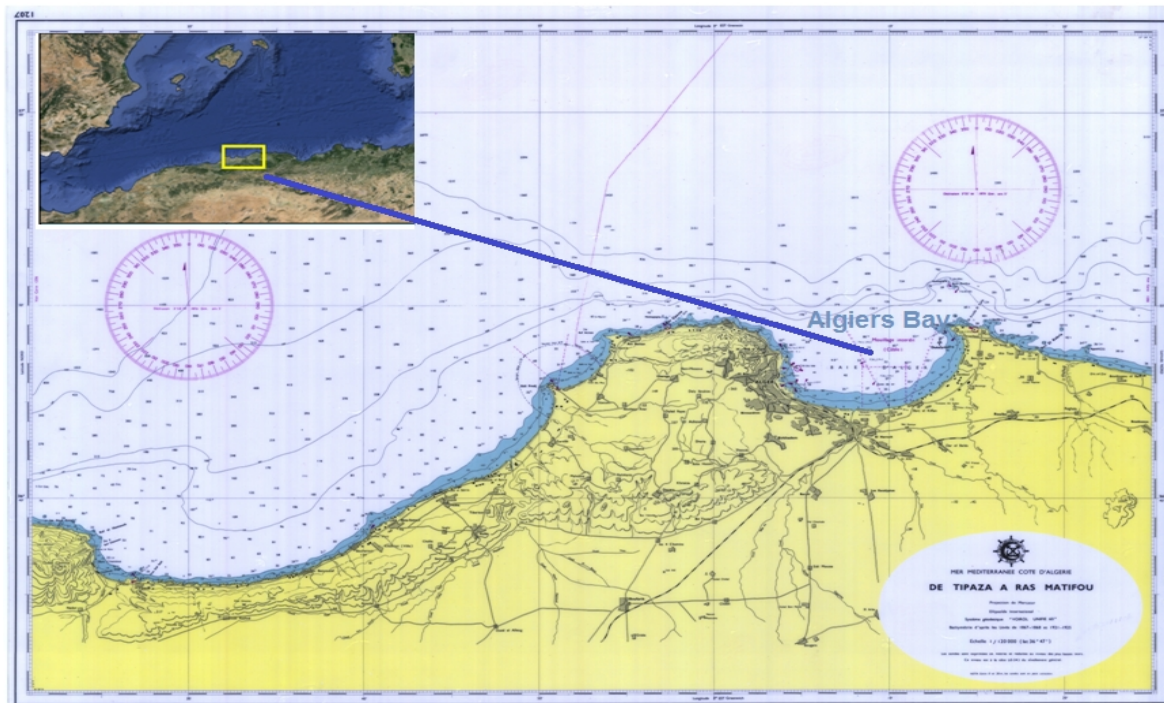


Fig.3. Situation géographique de la zone d'étude source (M GUERFI)

II.1.2. Cadre géologique :

II.1.2.1. La géologie :

Le bassin d'Alger est compris entre le massif d'Alger à l'Ouest et le Cap de Bordj El Bahri à l'Est.

Le rivage s'incurve et délimite une baie très régulière, bien encadrée dans les terres émergées de la Mitidja au Sud.

Entre Rais Hamidou (pointe Pescade) et Bordj El Bahri (Cap Matifou), s'étale un cordon littoral sableux. Il est peu développé et est entrecoupé de noyaux rocheux au niveau de Bordj El Kiffan, Verte Rive, Bateau cassé, Alger plage et Tamenfoust.

La région d'Alger a connu une très grande lacune sédimentaire au cours du Secondaire et de la base du Tertiaire (éocène, oligocène). Seul le primaire et le mio-plio-quaternaire y sont représentés (Fig. 4.).

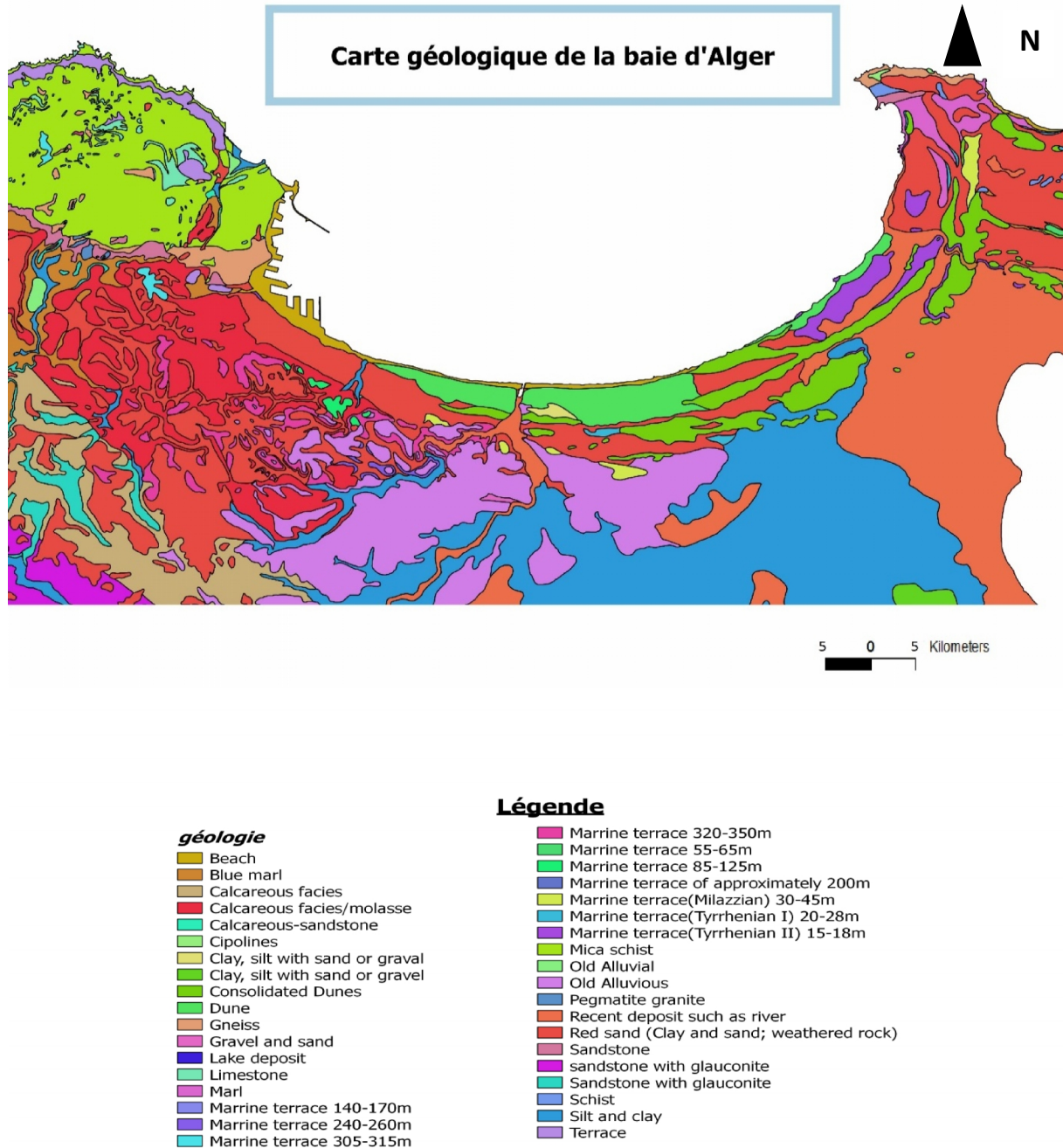


Fig.4. Carte géologique de la Baie d'Alger. (INCT, 2015).

II.1.3. Les caractères morphologiques de la côte algéroise :

Le linéaire côtier de la Baie d'Alger s'étend sur environ 20 Km. Il est composé de plages, de dunes et de côtes rocheuses.

II.3.1. Les plages :

Se rencontrent essentiellement au niveau à Mohamadia, au lido, à Bordj El Kiffan, à l'embouchure d'Oued El Hamiz et au niveau d'Alger plage. Ces plages sableuses assez développées présentent le plus souvent des pentes faibles < 3%. La largeur de ces plages varie entre 20m et 40m.

Elles sont caractérisées par une granulométrie de types sable fin et moyen, au niveau des plages Bateau Cassé et Verte Rive, lido, Mohamadia et Alger plage ; ou sable grossier au niveau des plages Stamboul et Sirène. Au niveau de Bordj El Kiffan les plages sont caractérisées par des largeurs réduites limitées par des affleurements gréseux peu étendues et creusés par l'érosion marine, montrant un profil longitudinal irrégulier.

II.1.3.2. Les dunes :

Les dunes forment une petite barrière sablo gréseuse allongée parallèlement au rivage et se développent à l'Ouest à partir de la rive droite de l'Oued El Hamiz et entre l'embouchure d'Oued El Harrach et la plage le Lido. Au niveau de Bordj El Kiffan, suite à la surexploitation du site liée essentiellement à l'urbanisation anarchique, les dunes sont devenues des formes absentes au niveau de toutes les plages de cette zone. Cependant, quelques traces subsistent au niveau de la plage Bateau cassé et au niveau de la plage Ondine Est. Ces dunes subissent une dégradation très avancée et sont en voie de disparition.

II.1.3.3. Les falaises :

Les falaises prennent naissance à la limite de la plage Ondine Est sur une longueur de 389m. Ces falaises sont constituées de roches cristallophylliennes (les gneiss, les schistes et les micaschistes) et de dépôts marins à sable rouge poudingues et grès grossier et des dunes consolidées.

II.1.3.4. La morphologie sous-marine :

La pente continentale passe du massif de la Bouzareah au Cap Matifou d'une façon quasi rectiligne, le rivage s'incurve entre la pointe de Rais Hamidou et le Cap Matifou et délimite une baie très régulière, bien encastrée dans les terres émergées, le fond de cette baie est en pente douce, uniforme de 0 à 100 mètres (0°35').

La carte bathymétrique constitue un document fondamental, et nécessaire pour reconnaître et interpréter la morphologie sous-marine. La carte bathymétrique réalisée par **Slimani et Taoutaou (1995) (Fig.3)** montre que la zone infralittorale est subdivisée en deux régions selon la morphologie sous-marine.

➤ **Zone allant du port d'Alger au Bateau cassé.**

Les isobathes suivent le contour de la côte avec, à certains endroits, des morphologies positives qui correspondent à des rides d'avant côte. Ces rides soulignent la zone du transfert sédimentaire. Toutefois, on note la présence d'une morphologie artificielle à l'entrée du port qui n'est pas visible sur le levé bathymétrique. Cependant l'analyse du profil 1 montre que cette morphologie correspond à un chenal de navigation.

➤ **Zone allant du Bateau cassé au Cap Matifou :**

Au droit du Bateau cassé, il existe une ébauche de chenal bien prononcée qui prend naissance depuis la côte. Par contre, au-delà, les isobathes présentent une vergence vers le large, traduisant la présence d'un pointement rocheux.

Plus à l'Est (Pérouse – Cap Matifou I), les isobathes sont relativement serrées et irrégulières traduisant un relief sous-marin accidenté marqué par la présence de chenaux et quelques dépressions creusées dans un substratum rocheux. Ce relief accidenté présente, au droit de la Pérouse, un alignement de la morphologie sous-marine selon une orientation WNW.

Au-delà, sur l'ensemble de la baie d'Alger, les isobathes sont régulières, mettant en évidence un fond à pente faible.

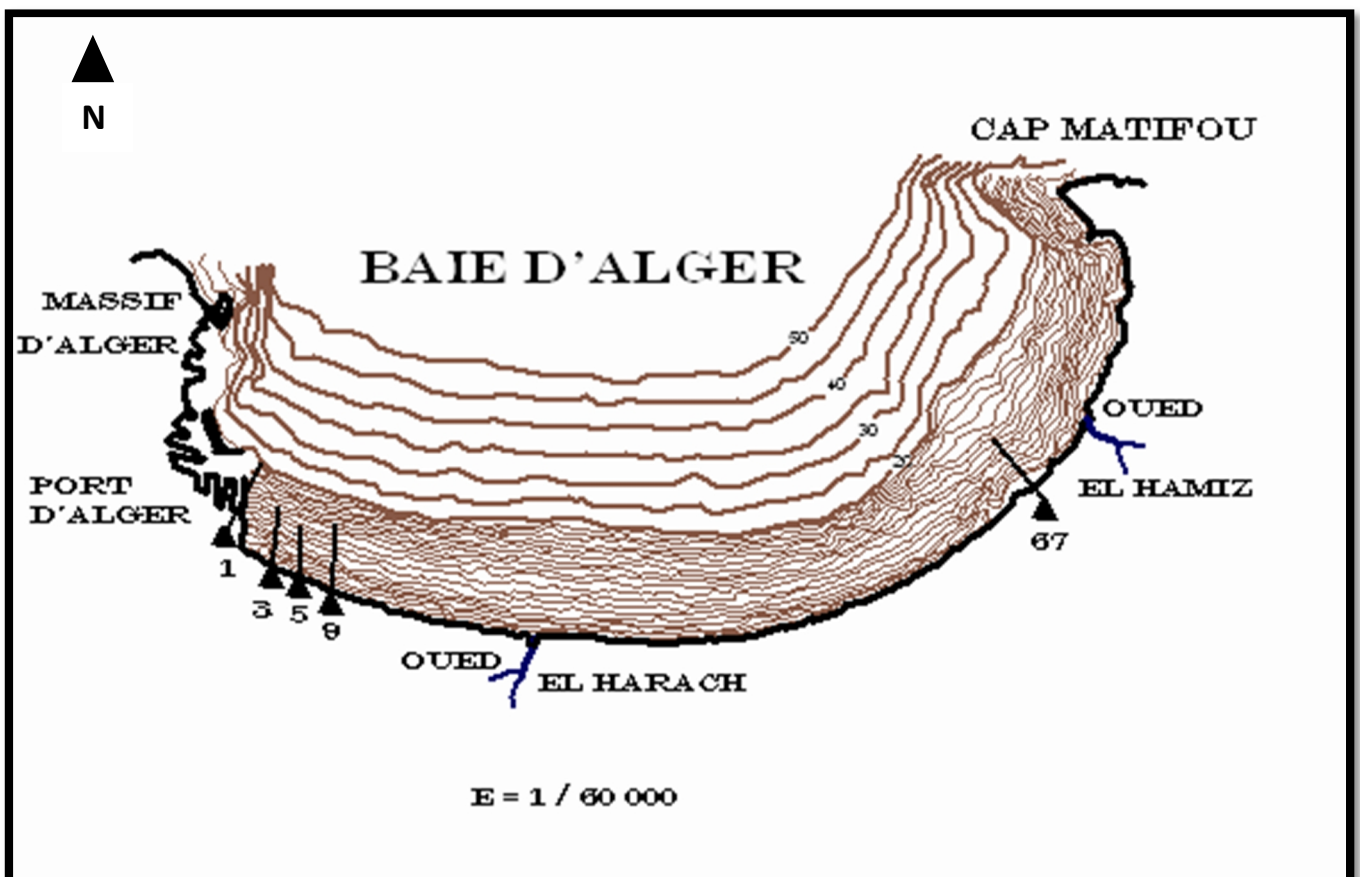


Fig. 5. Carte Bathymétrie de la Baie d'Alger. (SLIMANI, TAOUTAOU, 2004).

II.1.4. Contexte climatique :

Le but de cette étude porte sur l'analyse des principes paramètres climatiques (Températures, précipitations, Vent, Houles) ayant une influence directe ou indirecte sur notre zone d'étude.

Les données relatives aux précipitations et aux températures, ont été mesurées au niveau des stations (Dar El Beida, Hamiz barrage, Baraki) pendant la dernière décennie (1995 à 2004) (Tab.1).

Tab.1. Caractéristiques des stations pluviométriques. (ONM, 2004).

Codes	Stations	X	Y	Altitude (m)	Position/secteur d'étude
02.0611	Dar El Beida	547,35	379,60	024	SE
02.602	Hamiz barrage	558,55	367,40	120	NE
02.1421	Baraki	535,05	376,50	020	SW

II.1.4.1. Les températures :

L'analyse des différentes températures, enregistrées au niveau des stations citées ci-dessus et regroupées dans le tableau.2 ci-dessous, ainsi que l'interprétation des courbes donnant les variations de températures maximales, moyennes et minimales (Fig.4), nous permet de tirer les notes suivantes :

- la température maximale moyenne mensuelle est enregistrée en Août avec 26,34°C ;
- une température moyenne de l'ordre 18°C ;
- la température minimale moyenne mensuelle est enregistrée en Février avec 11,20°C ;
- une progression de température allant de Février à Août (11,20 à 26,34°C) ;
- une régression de température allant de Septembre à Février (23,47 à 11,20°C) ;
- les moyennes des maxima et des minima reflètent la même évolution.

Tab.2. Variations mensuelles des températures à la station de Dar El Beida (Période 1995 à 2004).

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin.	Juil.	Août
Tmin	17,65	14,19	9,54	7,29	6,06	5,39	7,03	8,60	12,60	16,40	19,00	20,48
Tmax	29,61	26,46	20,90	18,31	17,20	17,80	18,25	21,77	24,70	28,90	31,40	32,70
Tmoy	23,47	19,97	14,98	12,24	11,40	11,20	13,46	15,18	18,70	22,80	25,20	26,34

(Source: ONM, 2004)

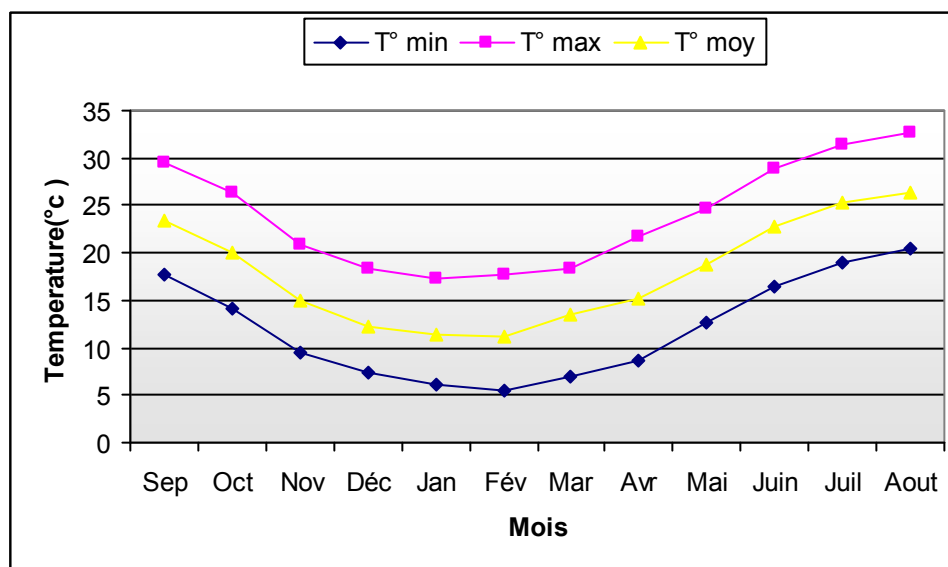


Fig. 6. Variations mensuelles des températures à la station de Dar El Beida (Période 1995 à 2004). (ONM, 2004).

II.1.4.2. La pluviométrie :

La répartition des totaux annuels de la pluviométrie correspondant aux trois stations étudiées (Tab.3) confirme leurs appartenances au même régime pluviométrique. La moyenne des variations annuelles montre que les valeurs enregistrées au niveau de la station d'El Hamiz (597,5 mm) sont légèrement supérieures à celles de Dar El Beida (570,39 mm), et de Baraki (570,39 mm). Ces résultats sont en relation avec l'altitude des stations où l'on a enregistré la plus forte valeur à la station d'El Hamiz située à 120 m d'altitude.

Tab.3. Moyennes annuelles des précipitations période (1995 à 2004) (ONM).

Année Stations	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Moy
Dar El Beida	555,0	808,0	545,0	610,0	807,0	280,0	441,0	488,0	736,0	705,0	597,5
Hamiz	695,2	878,9	341,4	863,8	705,7	531,3	541,5	360,0	1058,6	883,4	684,2
Barraki	707,3	701,9	396,2	703,5	581,3	470,3	430,5	401,5	639,7	671,7	570,4
Moy	646,4	768,6	396,7	728,6	675,3	460,6	455,1	398,7	816,6	744,8	

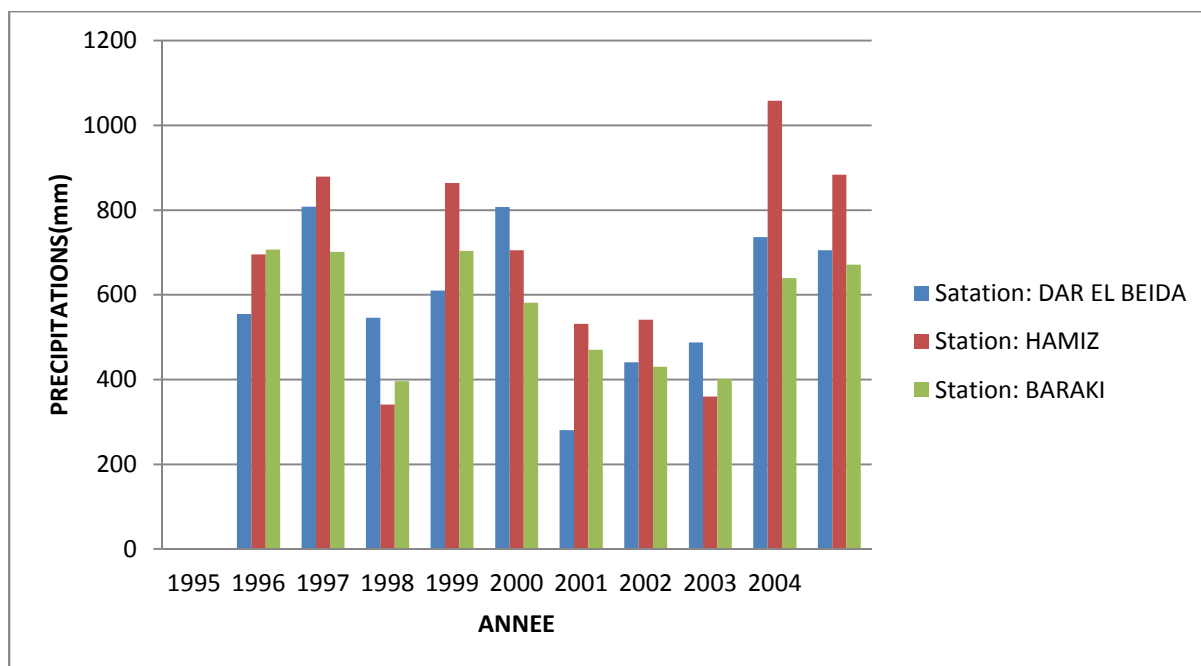
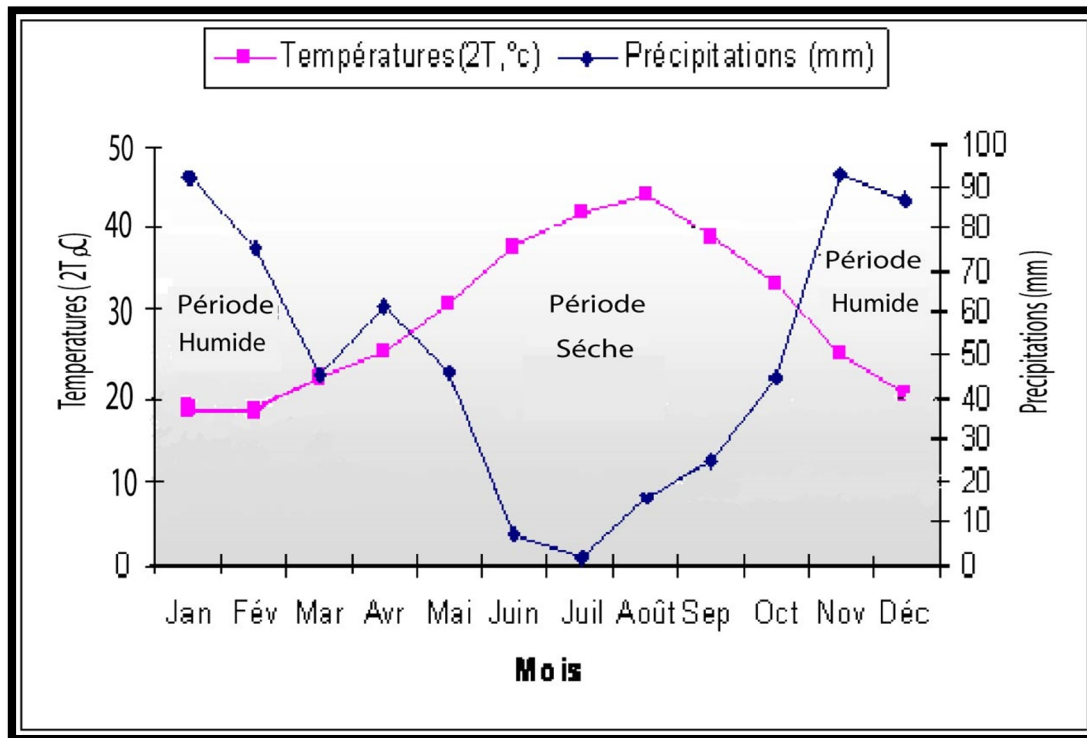


Fig.7. Moyennes annuelles des précipitations (1995 à 2004) (ONM).

II.1.4.3. Courbe ombrothermique :

Pour apprécier la nature du climat on retient parmi les méthodes de représentation synthétique du climat, la méthode du diagramme ombrothermique (**Brancucci et Nola, 1993**). Ce diagramme (Fig. 6) est construit sur les données de précipitations et de températures et permet une identification immédiate des périodes de sécheresse lorsqu'elles existent.

Fig.8.Courbe ombrothermique de la période 1995 à 2004. (ONM: Station de Dar El



Beida).

II.1.5. Le contexte hydrographique.

Le réseau hydrographique joue un rôle capital dans l'alimentation des plages. En effet, les apports charriés par les différents oueds interviennent dans l'équilibre sédimentaire côtier en reconstituant le stock sédimentaire extrait au niveau de la côte ou au niveau des lits d'oueds.

Oued El-Harrach est l'un des principaux oueds qui sillonne la dépression de la Mitidja (Fig. 7), le régime hydrologique de cet oued se caractérise par une longue période d'étiage de six mois et des crues rapides et violentes qui surviennent pendant l'hiver et le printemps.

▪ Oued El-Harrach

Son bassin versant couvre une superficie de 1200km, il s'écoule du sud vers le nord à travers l'atlas Blideen, la Mitidja et le sahel ou finalement il se jette à la mer.

Le bilan des écoulements moyens annuels est de 5,41m³.

Ce dernier reçoit tous les rejets urbains, industriels et agricoles, de ce fait altère toute la biodiversité qui y vit, de part sa qualité physico-chimique et microbiologique très dégradée (Charakdji et al, 2006)

▪ Oued EL-Hamiz

La superficie de bassin d'Oueds EL-HAMIZ est de l'ordre 315km², son embouchure se situe près du cap de Matifou. La présence de Barrage El-Hamiz a réduit considérablement les apports solides vers la mer.

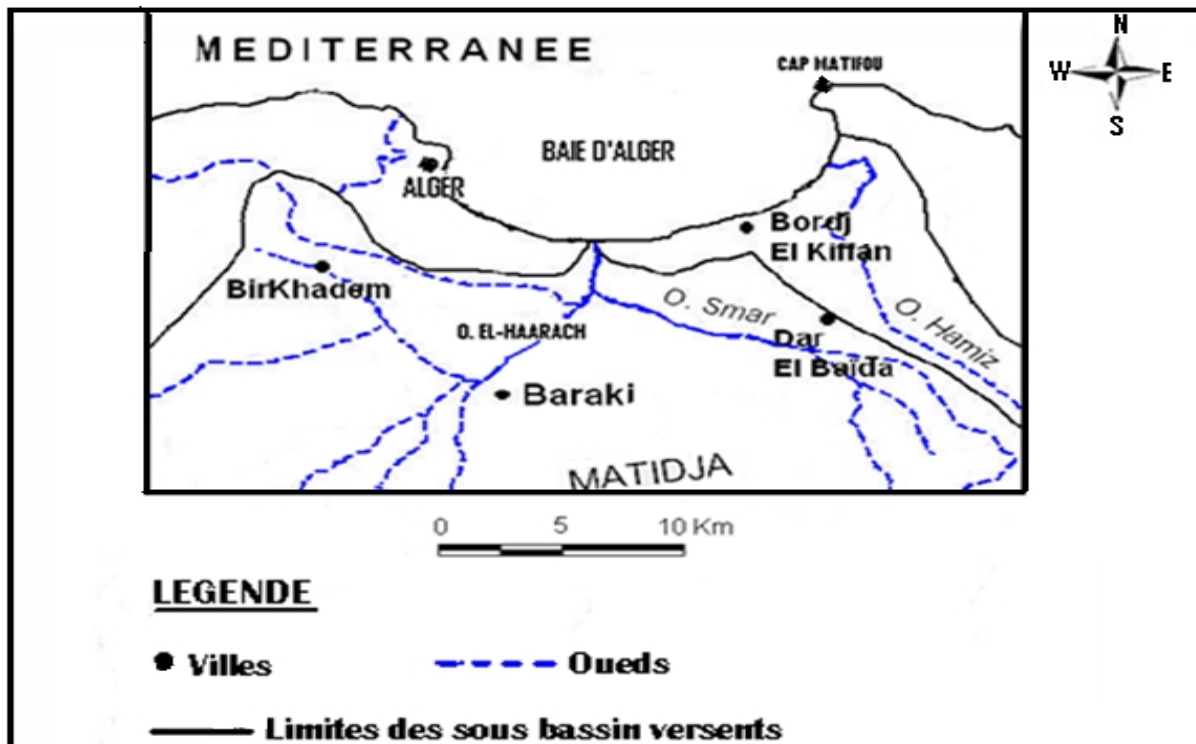


Fig.9. Carte du réseau hydrographique de la baie d'Alger (ONM).

II.1.6. Factures hydrodynamiques :

L'étude hydrodynamique nous permettra de déterminer le rôle des vagues et houles, sur la dynamique littorale ainsi que celui des courants.

II.1.6. 1. Les Vents :

Les vents jouent un rôle important dans la dynamique des eaux marines superficielles. Ils sont générateurs des houles et des courants superficielles. Leur impact évolue avec leur vitesse (A. Guilcher, 1979).

Des valeurs de vents mesurées, durant la période (1994-2004) et publiés dans le MEDATLAS (Tab.4.), au large des côtes Algéroises (N37°. E3°) nous ont permis de tracer la rose annuelle des vents, en prenant en considération les trois facteurs principaux qui sont : la vitesse des vents, sa fréquence d'apparition et sa direction.

Tab.4.. Fréquences d'apparition des vents(en%) pour les conditions saisonnières (ONM).

Direction	Nord	Nord Est	Est	Sud Est	Sud	Sud Ouest	Ouest	Nord Ouest
Période Annuelle	162	5,83	7,12	2,44	2,06	4,57	7,12	2,54

-Interprétation des données :

Sur le plan annuel les vents met en évidence le secteur Est et Ouest, avec une fréquence d'apparition de l'ordre 0,48%, de plus, l'intensité de ces vents entre 7m/s et 18m/s.

Le secteur Nord Est et Sud présente une fréquence d'apparition généralement impotente de l'ordre 0,4% a 0,38%.

Les vents de secteur Nord et Nord Ouest sont les moins représenté et n'ont pratiquement aucune importance sur l'environnement hydrodynamique au niveau de la Baie d'Alger.

Annuelle

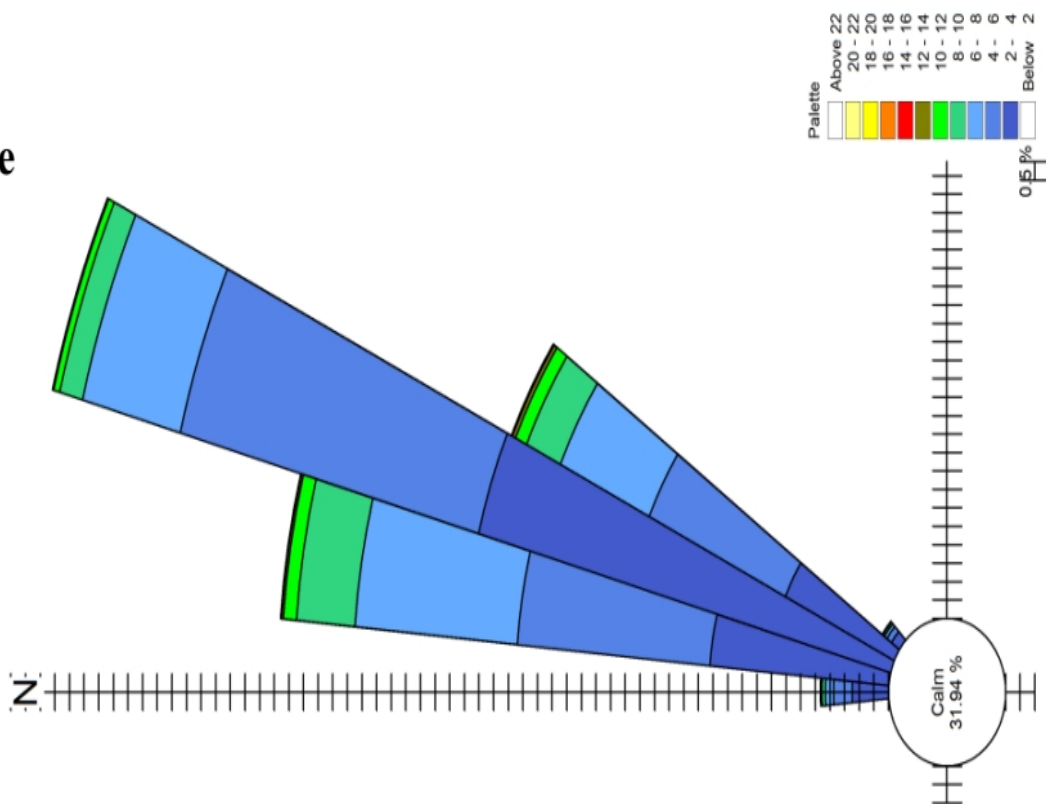


Fig. 10.Rose annuelle des vents au large des côtes Algéroises (Période 1994-2013) (ONM).

II.1.6.2. Les houles :

La houle est le facteur le plus important de l'agitation côtière, elle permet la création des courants de la dérive littorale qui à leurs tours sont responsables des transits sédimentaires littoraux qui naissent le long de la côte.

Les résultats du paramètres (houle) ont synthétisés à partir des prélèvements directe sur la région la plus proche de notre zone d'étude (37N. 3 E) durant la période (1994-2004)

Ces données sont regroupées dans le **tab.5**. Les fréquences d'apparition, font apparaitre les huit directions dominantes.

Tab.5.Fréquences d'apparition des houles (en %) pour les conditions Annuelles (MEDATLAS 2004).

Direction \ Période	Nord	Nord Est	Est	Sud Est	Sud	Sud Ouest	Ouest	Nord Ouest
Annuelle	4,29	14,58	1,86	0,13	0,13	0,06	7,41	1,17

Interprétation des données :

Pendent l'année, les houles dominantes sont issues de la direction Nord Est, avec une fréquence d'apparition de 33,36% (**Fig.11.**). Est des amplitudes qui peuvent atteindre les 3m cependant les houles issues de secteur Ouest sont moins fréquentés avec 7,41%.

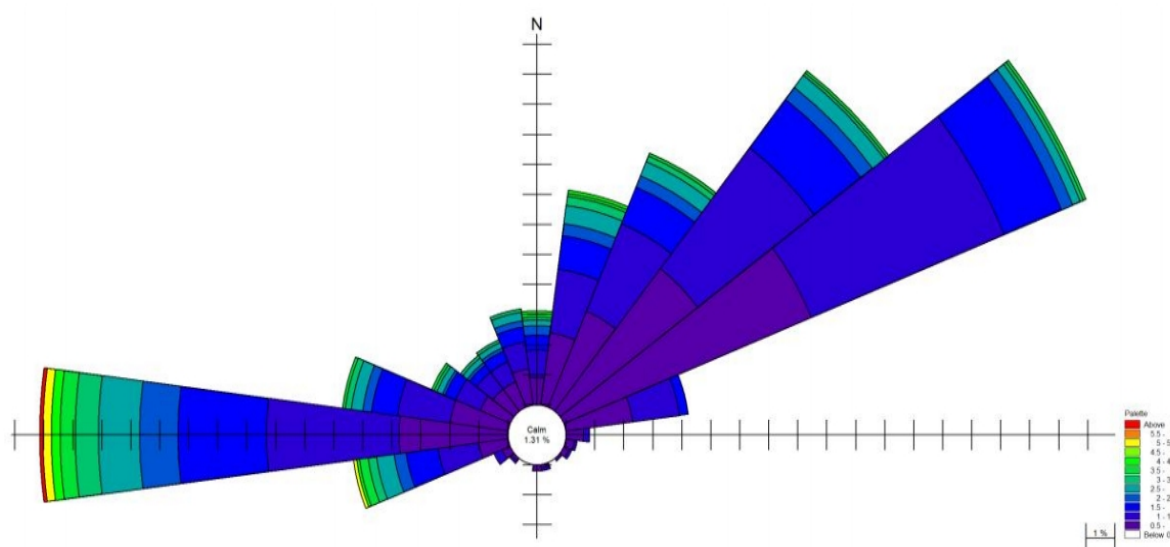


Fig. 11.Rose annuelle des houles au large des côtes algéroises (MEDATLAS) (Période 1999-2004).

II.2. Cadre socio-économique :

II.2.1 Présentation administrative de la wilaya d'Alger :

II.2.1.1. Présentation générale :

Capitale du pays, Alger est de par son statut, sa taille, ses fonctions, la première ville d'Algérie. Elle comprend les plus importantes concentrations au niveau national de populations, d'activités de services, d'équipements, d'infrastructures, de centres de recherche, d'industries et de grands projets urbains. Alger est la capitale politique, administrative et économique du pays. Elle est le siège de toutes les administrations centrales, des institutions politiques et sociales, des grands établissements économiques et financiers, des grands centres de décisions et de représentations diplomatiques.

Elle s'étale sur une superficie de 809.22 km² et concentre 2.987.160 habitants (RGPH 2008), ce qui représente 55 % de la population de l'Aire métropolitaine d'Alger (AMA). Elle dispose d'un linéaire côtier de 123,94 km.

II.2.1.2. Organisation administrative :

La Densité de la population est de : 3 691,41 habitants/km². C'est la densité la plus élevée à l'échelle nationale.

Administrativement, la wilaya d'Alger est composée 13 daïras et de 57 communes dont :

06 communes rurales,

29 communes côtières,

28 communes qui constituent l'agglomération algéroise (61 % de la population totale de la Wilaya).

Et de 13 Daïras dont :

- Zéralda
- Chéraga
- Draria
- Birtouta
- Bir Mourad Raïs
- Bouzaréah
- Bab El Oued
- Hussein Dey
- El Harrach
- Baraki
- Dar el Beïda
- Rouiba
- Sidi M'Hamed

La wilaya d'Alger est limitée par:

- la mer méditerranée au nord ;
- la wilaya de Blida au Sud ;
- la wilaya de Tipaza à l'ouest ;

II.2.2.4. Evolution de la population urbaine et rurale (RGPH) :

	RGPH 1987		RGPH 1998		RGPH 2008	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Population urbaine	1.894.095	89,25	2.323.348	90,66	2.777 185	94,30
Population Rurale	228.093	10,75	239.478	9,34	170.276	5,70
Population Totale	2.122.188	100%	2.562.826	100%	2 947 461	100%

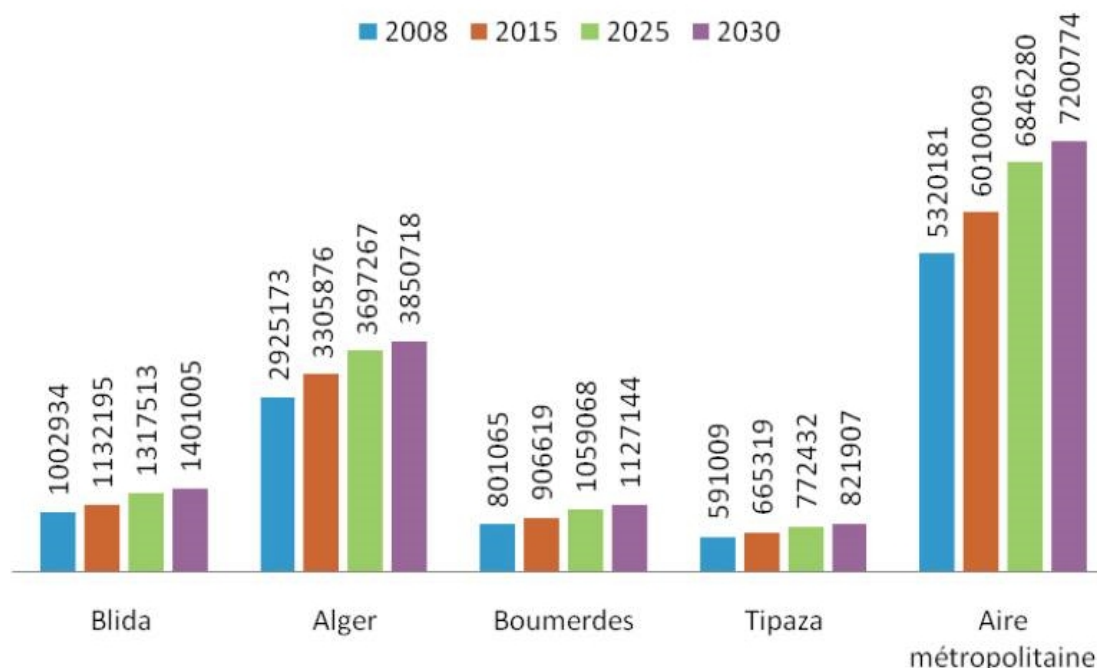


Fig.13. Evolution de la population dans l'aire métropolitaine algéroise.

II.2.3. Urbanisation et agglomération :

II.2.3.1. Définition de l'urbain au niveau international :

Les définitions des notions d'urbain et de rural recouvrent des réalités bien différentes selon les pays. Sur le plan théorique, la définition du "milieu urbain", par opposition au "milieu rural", pose d'énormes difficultés d'ordre méthodologique. La diversité des définitions officielles ou statistiques de la "population urbaine" selon les pays reflète cette difficulté.

II.2.3.2. Les stratifications retenues en Algérie :

Il existe en Algérie deux types de stratification des agglomérations urbaines :

- Les stratifications de type légal.
- Les stratifications de type statistique.

II.2.3.2.1. Les strates légales :

Deux textes définissent leur propre stratification. Il s'agit des lois :

- N° 2001-20 du 12/12/01 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire.
- N° 2006-06 du 20/02/06, portant loi d'orientation de la ville.

Le tableau suivant est une synthèse des deux lois 2001-20 et 2006-06.

Tab.6. Strates définies par les deux lois 2001-20 et 2006-06. (ONS).

Loi	Strate	Définition
2001-20	<i>Métropole</i>	Agglomération urbaine dont la population totalise au moins 300 000 hab et qui a vocation, outre ses fonctions régionales et nationales, à développer des fonctions internationales.
	<i>Grande ville</i>	Agglomération urbaine dont la population totalise au moins 100 000 hab.
2006-06	<i>Ville moyenne</i>	Agglomération urbaine dont la population est comprise entre 50 000 et 100 000 hab.
	<i>Petite ville</i>	Agglomération urbaine dont la population est comprise entre 20 000 et 50 000 hab.
	<i>Agglomération urbaine</i>	Espace urbain abritant une population agglomérée d'au moins 5 000 hab.

Wilaya d'Alger :

Alger se présente alors comme une ville primatale dont le poids est prépondérant dans le système urbain. Elle se détache du reste des villes Algériennes et est nettement au-dessus des trois métropoles régionales.. En 2008 la population de la ville d'Alger était de 2,36 millions alors que celle d'Oran ne représentait que 0,8 million. La population totale des cinq villes de rang immédiatement inférieur (Oran (deuxième), Constantine (troisième), Annaba (quatrième), Blida (cinquième) et Batna (sixième) est de 2,21 millions et est encore inférieure à celle de la ville d'Alger.

II.2.3.3. L'Agglomération algéroise :

Les dynamiques récentes d'urbanisation telles qu'observées entre les recensements de 1987 et celui de 1998 et qui se sont poursuivies durant la dernière décennie montrent que le tissu urbain d'Alger s'est élargi et étendu en progressant :

- sur les reliefs sahéliens du sud-ouest avec le processus de remplissage de la commune de Birkhadem qui a permis de faire la jonction avec les agglomérations de Draria, Sebala et Saoula.

- Sur la zone sahélienne avec l'étalement de l'agglomération de Chéraga et la continuité de son bâti et sa conurbation avec Ouled-Fayet et El-Achour à son sud-est et avec Ain-el-Bénian et Staouéli au Nord-Ouest.
- Dans le Sud-est annexant ainsi les agglomérations de Baraki, Oued Smar et de Dar-El-Beida.
- Tout au long de la côte Est de la baie d'Alger avec le remplissage de Bordj-ElKiffan, Bordj-el Bahri, Tamentfoust et El-Marsa.

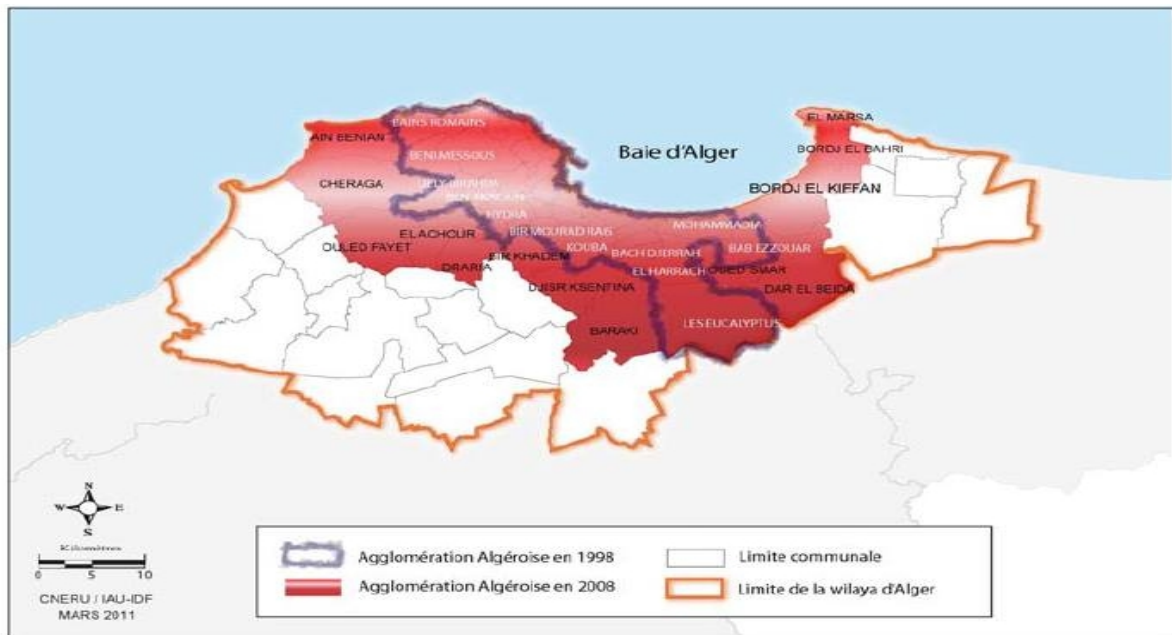


Fig.14. Carte d'évolution du périmètre de l'Agglomération Algéroise 1998-2008 (RGPH, 2008).

II.2.3.4. Classification des communes et leur typologie en fonction du degré d'urbanisation :

La classification des communes et leur typologie en fonction du degré d'urbanisation retenu est la suivante :

A. Entièrement urbanisée (E.U)

B. Prédominance urbaine (PU) : si la part de la population vivant dans les zones Urbaines est supérieure à 75%.

C. Communes mixtes (MI), si la part de la population vivant dans les zones Urbaines se situe entre 45% et 75%.

D. Prédominance rurale (PR), si la part de la population vivant dans les zones Urbaines est inférieure à 45%

E. Entièrement rurale (E.R).

Dans cette classification nous avons tenu à mettre en exergue les communes entièrement urbanisées et entièrement rurales d'une part et nous avons changé la dénomination des autres strates tout en maintenant les leurs limites relatives à leur taux d'urbanisation.

Les résultats de la classification des communes de la wilaya d'Alger selon la nouvelle typologie sont présentés dans le tableau dans l'annexe (**Tab.A.6**).

II.2.3.5. Rejets urbains :

Alger est considérée comme une Wilaya surpeuplé, après avoir vu le taux d'urbanisation énorme cela induit directement à des rejets domestiques importants.

La carte ci-dessous nous montre le lien croissant entre le taux de population et les rejets principaux.

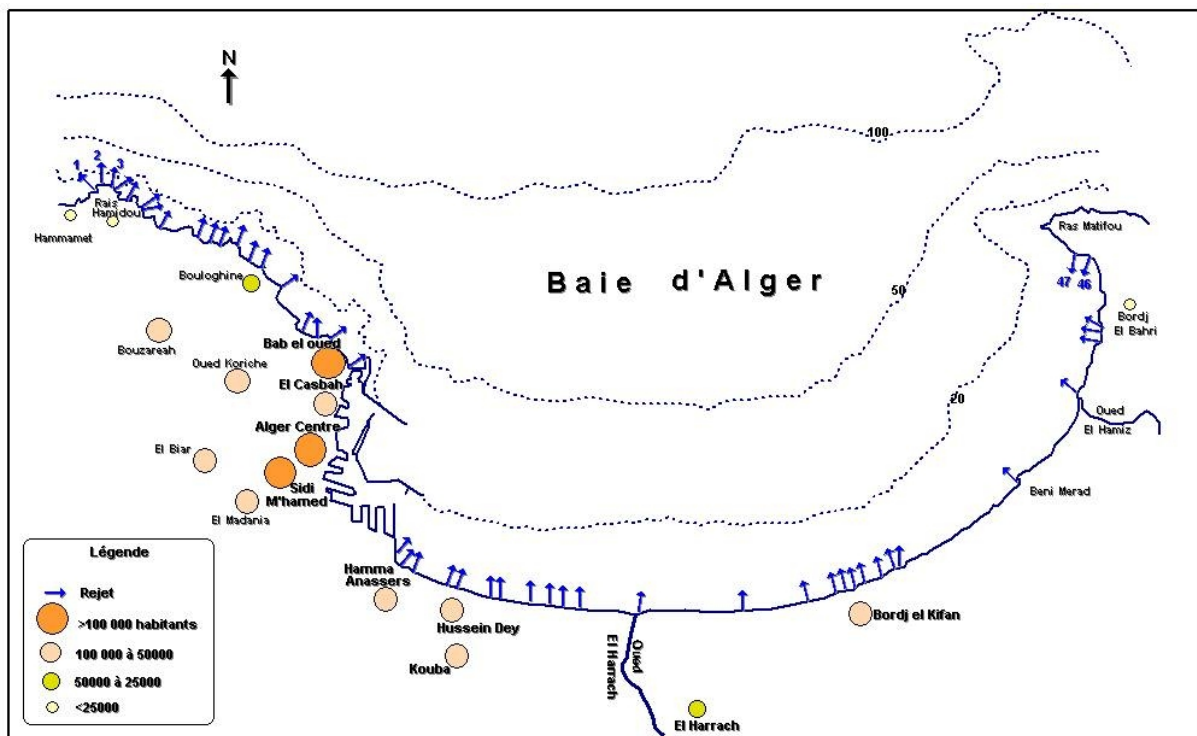


Fig.15. Carte des principaux rejets sur la baie d'Alger (Kacimi Malika, 2008).

II.2.4. Réseaux routiers :

Alger est un nœud de communication international. Elle possède d'importantes infrastructures routières, autoroutières, portuaires et aéroportuaires.

II.2.4.1. L'Infrastructures routières :

Le linéaire routier totalise 1 926 km :

- 307 km de Routes Nationales.
- 113 km d'autoroutes (voie express).

- 308 km de Chemins de Wilayas.
- 1 198 km de Chemins Communaux.

Le transport urbain :

- Le Metro d'Alger réceptionné en 2012.
- Le tramway d'Alger : projet en cours de réalisation. A long terme, il relira Dergana (Bordj El Kiffan) à AïnBenian, prévu pour le transport de 150 000 à 180 000 personnes par jour.
- Réhabilitation et mise en service des téléphériques.

II.2.4.2. L'Infrastructures ferroviaires :

L'existence d'une trame ferroviaire très importante.

- Electrification des lignes ferroviaires : Alger – Thénia et Alger – El Afroun.

II.2.4.3. L'infrastructure portuaire :

Le port d'Alger est le principal port d'Algérie, il couvre un plan d'eau de 184 ha et dispose d'une surface totale d'entreposage de 282.000 m², avec une capacité d'entreposage de 120.000 tonnes de marchandises.

Le port d'Alger dessert plusieurs wilayas et assure le traitement de différentes catégories de marchandises : vrac, solides et liquides, les conteneurs, les véhicules et engins lourds, ainsi que les passagers et véhicules légers (gare maritime).

Les différentes activités qui y sont menées sont : Commerce, Pêche, Port militaire.

Un vaste programme de projet est prévu et est en cours pour sa restructuration, son aménagement et son équipement pour le hisser aux normes de performance internationale.

II.2.4.4. L'infrastructure aéroportuaire :

La Wilaya d'Alger compte un Aéroport d'envergure internationale «**Houari Boumediene**»

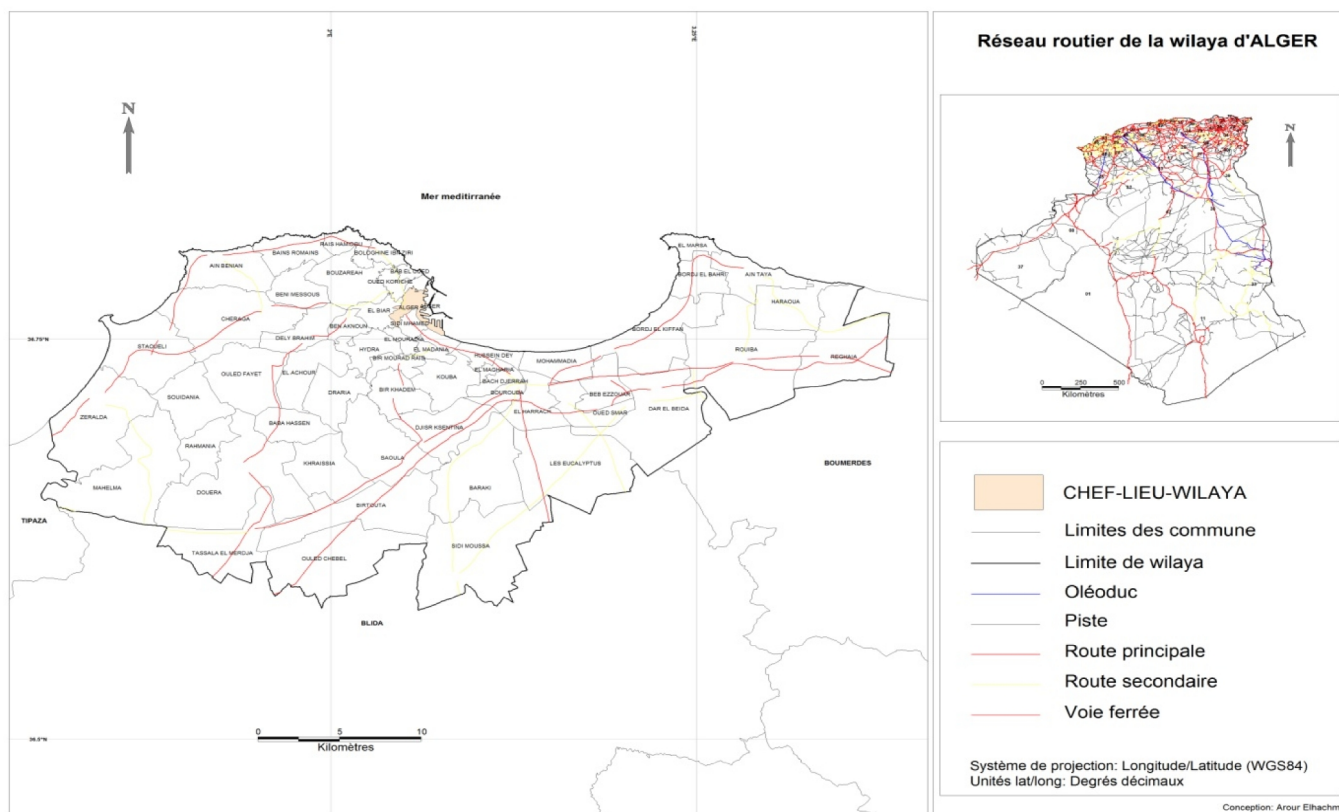


Fig.16. Carte du réseau routier de la Wilaya d'Alger (source MTP, 2011).

II.2.5. Tourisme :

La Wilaya d'Alger s'étale sur un littoral de 80 km et compte environ 82 plages dont une cinquantaine est ouverte à la baignade, 10 hôtels classés 3 à 5 étoiles avec une capacité de 7080 lits(selon la direction du tourisme, Wilaya d'Alger).La fréquentation estivale de son littoral atteint des chiffres importants : d'après la Direction du Tourisme de la wilaya d'Alger, la fréquentation des plages autorisées a atteint un total de 5.127.500 estivants avec un pic de 2.269.900 estivants et de 2.016.700 estivants pour les mois de juillet et d'août.

II.2.5.1. Les Plages :

Tab.7. Les plages de la baie d'Alger (APPL)

Commune	Nombre total de plages	Nombre de plages autorisées à la baignade	Nombre de plages interdites à la baignade
Rais Hamidou	10	6	4
Bologhine	5	0	5
Bab El-oued	2	2	0
Casbah	1	0	1
Mohemmadia	3	0	3
Bordj El-Kiffen	5	3	2
Bordj El-Behri	5	2	3
El Marsa	5	2	3
Total	36	15	21

II.2.6. Patrimoine culturel :

Le patrimoine culturel se définit comme l'ensemble des biens, matériels ou immatériels, ayant une importance artistique et/ou historique certaine, et qui appartiennent soit à une entité privée (personne, entreprise, association, etc.), soit à une entité publique (commune, département, région, pays, etc.) ; cet ensemble de biens culturels (en) est généralement préservé, restauré, sauvegardé et montré au public, soit de façon exceptionnelle (comme les Journées européennes du patrimoine qui ont lieu un weekend au mois de septembre), soit de façon régulière (château, musée, église, etc.), gratuitement ou au contraire moyennant un droit d'entrée et de visite payant. L'Algérie ratifie la Convention pour la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel le 24 juin 1974. Le premier site protégé est inscrit en 1980. En 2013, l'Algérie compte 7 sites inscrits au patrimoine mondial, 6 culturels et 1 mixte. Le pays a également soumis 6 sites à la liste indicative, 5 culturels et 1 mixte.

II.2.6.1. Patrimoine culturel en Algérie :

Tab.8. Tableau du patrimoine culturel d'Algérie (UNESCO).

Site	Wilaya	Type	Date	Superficie (ha)	Coordonnées
Casbah d'Alger	Alger	Culturel	1992	60	36° 46' 59" Nord 3° 03' 36" Est
Djémila	Sétif	Culturel	1982	31	36° 19' 16" Nord 5° 44' 13" Est
Kalâa des Béni Hammad	M'Sila	Culturel	1980	150	35° 49' 05" Nord 4° 47' 13" Est
Timgad	Batna	Culturel	1982	91	35° 27' 00" Nord 6° 37' 59" Est
Tipasa de Maurétanie	Tipaza	Culturel	1982	52	36° 33' 00" Nord 2° 22' 59" Est
Vallée du M'Zab	Ghardaïa	Culturel	1982	665	32° 28' 59" Nord 3° 40' 59" Est
Tassili n'Ajjer	Illizi, Tamanrasset	Mixte	1982	7200000	25° 30' Nord 9° 00' Est

II.2.6.2. Le patrimoine culturel à Alger :

On constate que la wilaya d'Alger contient seule la Casbah comme patrimoine culturel, elle forme un quartier historique inscrit au patrimoine mondial de l'humanité de l'Unesco depuis 1992.

La casbah d'Alger est une ancienne médina dont l'origine est millénaire si l'on prend en compte le passé punique et romain du site. Elle est considérée comme un bien culturel d'importance mondiale en raison de son patrimoine ancien. Elle couvre plus de 105ha de la wilaya d'Alger avec une charge populaire trop importante et des habitations très anciennes.

II.2.7. Pêche :

II.2.7.1. La pêche en Algérie :

La pêche en Algérie est une activité économique à part entière, elle contribue à l'amélioration des soins alimentaires en protéines animales et à la création de milliers d'emplois dans une vision d'exploitation rationnelle et durable de la ressource halieutique.

Le potentiel certain que recèle ce secteur de la pêche permet d'expérimenter un essor aux impacts socio-économiques appréciables (MPRH, 2009)

La surface maritime sous juridiction nationale offre près de 9.5 millions d'hectares pour l'exercice de la pêche. Le stock halieutique est estimé à 500.000 tonnes, dont 200.000 exploitable; il renferme une réserve en espèces de grands migrateurs, petits pélagiques, ainsi que d'autres espèces à haute valeur marchande (poissons blancs, crustacés, mollusques,...) (MPRH, 2013).

La figure suivante retrace l'évolution annuelle de ces apports halieutiques :

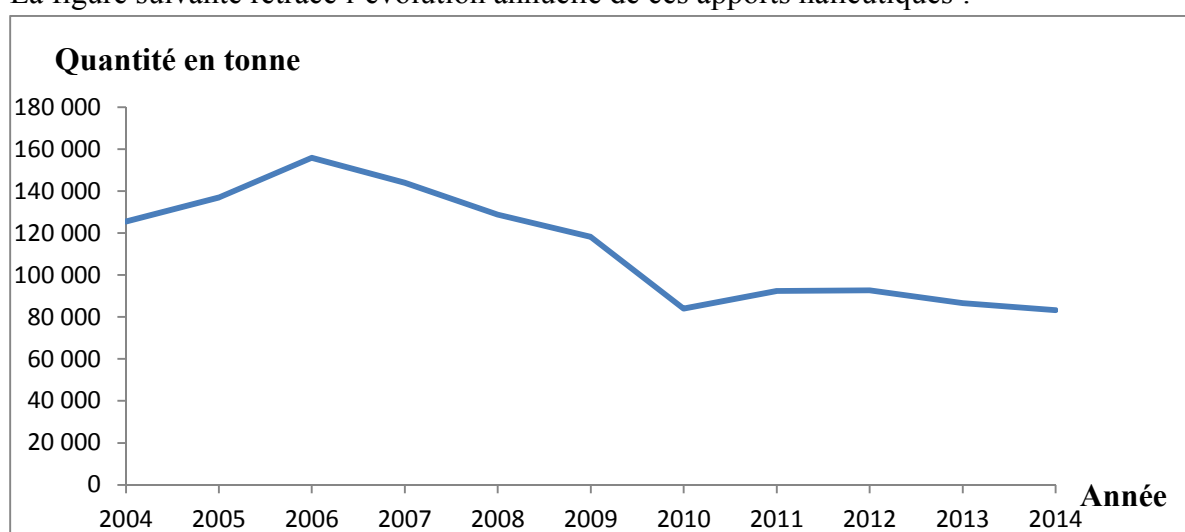


Fig.17. Évolution annuelle totale de la production halieutique nationale. (HANNANE.E, 2016)

II.2.7.2. La pêche au niveau de La baie d'Alger :

La production halieutique totale du port d'Alger est passée de 962.76 tonnes en 2010 à 3486.89 tonnes en 2015, soit une augmentation de 2524.13 tonnes. En suite la production connaît une décroissance remarquable, elle a diminuée de 4074.43 tonnes en 2014 à 3486.89 tonnes en 2015.

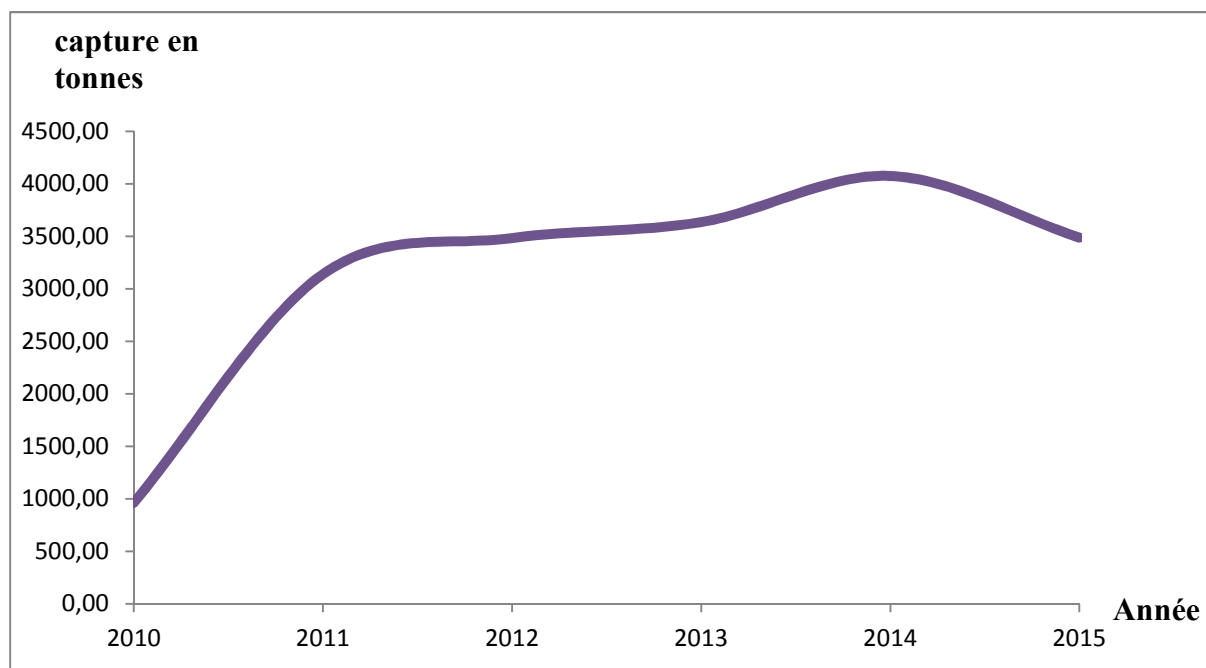


Fig.18. Evolution annuelle de la production halieutique totale au port d'Alger (HANNANE.E, 2016).

II.2.8 Lois littorales :

Le désir de maîtriser la gestion des espaces littoraux en Algérie est récent, la loi 90-29 du 1^{er} décembre 1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme est le premier texte ayant défini en « dispositions particulières à certaines parties du territoire » l'espace littoral. Les dispositions de ce texte s'appliquent à toutes les îles, îlots ainsi qu'une bande de terre d'une largeur minimale de 800 mètres longeant la mer et incluant l'intégralité des zones humides et leurs rivages sur 300 mètres de largeur dès qu'une partie de ces zones est en littoral tel que défini. En outre toute construction sur une bande de terre de 100 mètres de largeur à partir du rivage est frappée de servitude de non aedificandi, toutefois sont autorisées sur cette bande les constructions nécessitant la proximité immédiate de l'eau (art. 45 de la loi 90-29).

La loi 02-02 du 05 février 2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral. Cette loi délimite trois bandes dans le littoral tel que défini à l'article (07), dans lesquelles sont édictées des restrictions relatives à l'urbanisation.

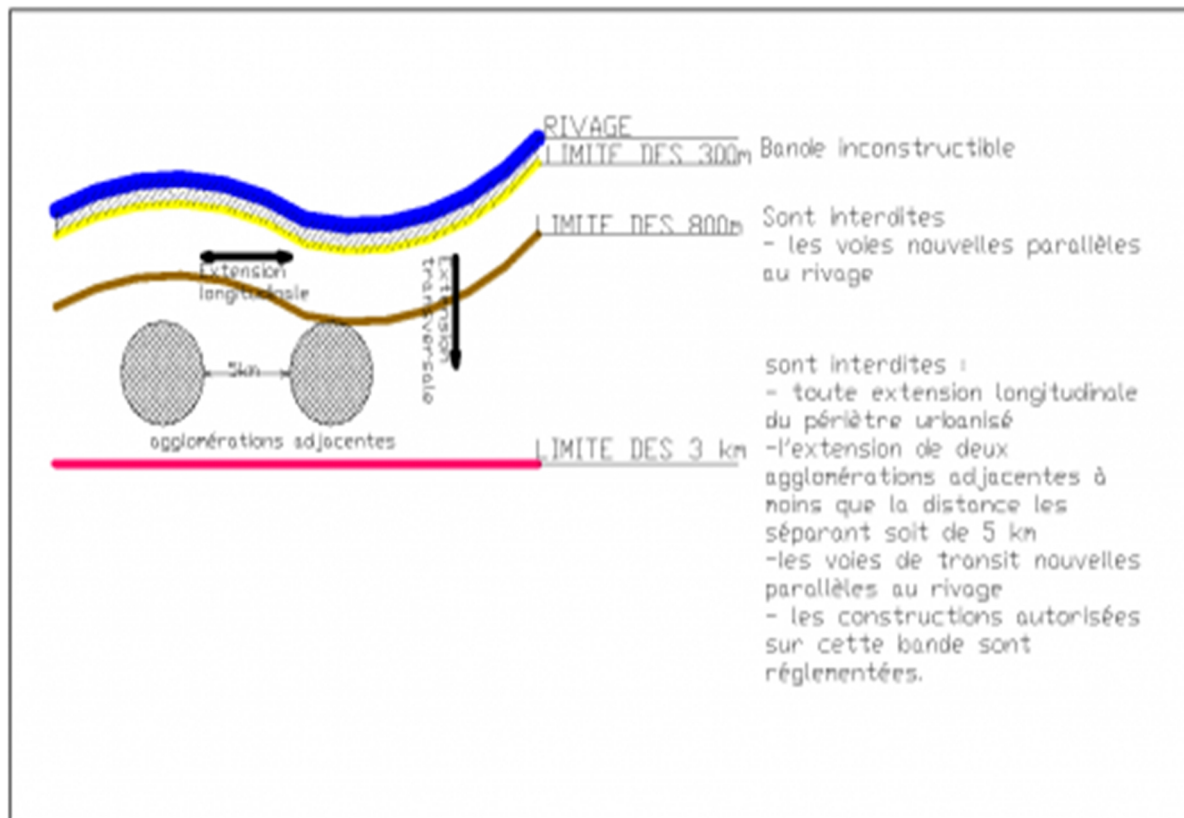


Fig.19. Bandes délimitées par la loi 02-02 du 05-02-2002.

Bande 1 : Il s'agit de la bande inconstructible dont la largeur peut atteindre 300 mètres à partir du rivage pour des motifs liés au caractère sensible du milieu côtier. Cette bande inclut le rivage naturel dans lequel sont interdits la circulation et le stationnement des véhicules (sauf les véhicules de service, de sécurité, de secours, d'entretien ou de nettoyage des plages).

Bande 2 : D'une largeur de 800 mètres où sont interdites les voies carrossables nouvelles parallèles au rivage (alinéa 1 de l'article 16). Toutefois, en raison de contraintes topographiques de configuration des lieux ou de besoins des activités exigeant la proximité immédiate de la mer, il peut être fait exception à cette disposition.

Bande 3 : Dont la largeur est de trois kilomètres, dans cette bande sont interdites :

- Toute extension longitudinale du périmètre urbanisé.
- L'extension de deux agglomérations adjacentes situées sur le littoral à moins que la distance les séparant soit de cinq kilomètres au moins.
- Les voies de transites nouvelles parallèles au rivage.

Chapitre III :

MATÉRIELS ET
MÉTHODES

III.1 Méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité côtière :

III.1.1 Méthode de variable multi-échelle :

Il existe plusieurs moyens d'évaluation de la vulnérabilité des zones côtières tel que :

- Des méthodes basées sur la production d'indices de vulnérabilité : CVI et CVI multi-échelle,
- Les méthodes basées sur l'utilisation du SIG DESYCO (Torresan et al. 2010), DITTY-DSS (Mocenni et al. 2009).
- Des méthodes basées sur les modèles (modélisation) Méthodes sectoriels :
 - Des méthodes basées sur des secteurs particuliers, des thèmes ou échelle d'application BTELSS, SLAMM and FUND.
 - Modèles multi échelles et multisectoriels, DELFT3D, DIVA and SIMCLIM.

Dans notre cas d'étude on va utiliser la méthode qui est basée sur les variables multi-échelles qui, comme c'est mentionné auparavant, concernent les caractéristiques côtières, le forçage côtier et les facteurs socio-économiques, cette méthode permet d'avoir des résultats fiables et pertinents aux même temps.

III.1.2 Choix de l'échelle :

Comme on l'a déjà expliqué dans le chapitre 1, la méthode multi-échelle comme son nom l'indique travaille sur plusieurs échelles bien précises.

Dans notre cas la zone d'étude est la Baie d'Alger, donc on a constaté que l'échelle la plus adaptée serait :

-L'échelle régionale avec une grille de 500mX500m.

III.1.3. Choix des variables :

L'indice de la vulnérabilité côtière multi-échelle intègre trois sous indices :

- A) Sous-indice de caractérisation de la zone côtière ; dérivant la résilience et la susceptibilité à l'érosion de la côte d'un point de vue géologique, morpho-sédimentaire et morpho-dynamique.
- B) Sous-indice des forçages côtiers, caractérisant les variables de forçage qui contribuent à l'érosion côtière induite par l'action du vent, des vagues et des houles.
- C) Sous-indice socio- économique, décrivant des cibles potentiellement à risque anthropique à enjeux sociaux et/ou économiques.

III.1.4. Les équations de calculs :

Pour le calcul de chaque sous-indice de CVI multi-échelle, il existe une formule standard :

$$\text{Sous indice (standardised)} = [(x - \text{min}) / (\text{max} - \text{min})] * 100$$

Avec : x= la somme des cotations des variables.

Min = la somme des cotations les plus faibles.

Max= la somme des cotations les plus élevées.

Après avoir calculé les trois sous indices, le CVI multi-échelle est donné par la formule suivante :

$$\text{CVI (multi-échelle)} = \sum \text{sous indices} / 3$$

III.2. Variables :

III.2.1. Sous-indice de caractérisation de la zone côtière :

III.2.1.1 Type de rivage :

On détermine le type de rivage en liant entre la carte du relief (**fig.20.**) de la wilaya d'Alger et l'imagerie satellitaire de **Google Earth Pro**. D'ailleurs il faut bien déterminer l'élévation de la côte afin de bien savoir la hauteur de la falaise pour attribuer des notes pour nos cellules.

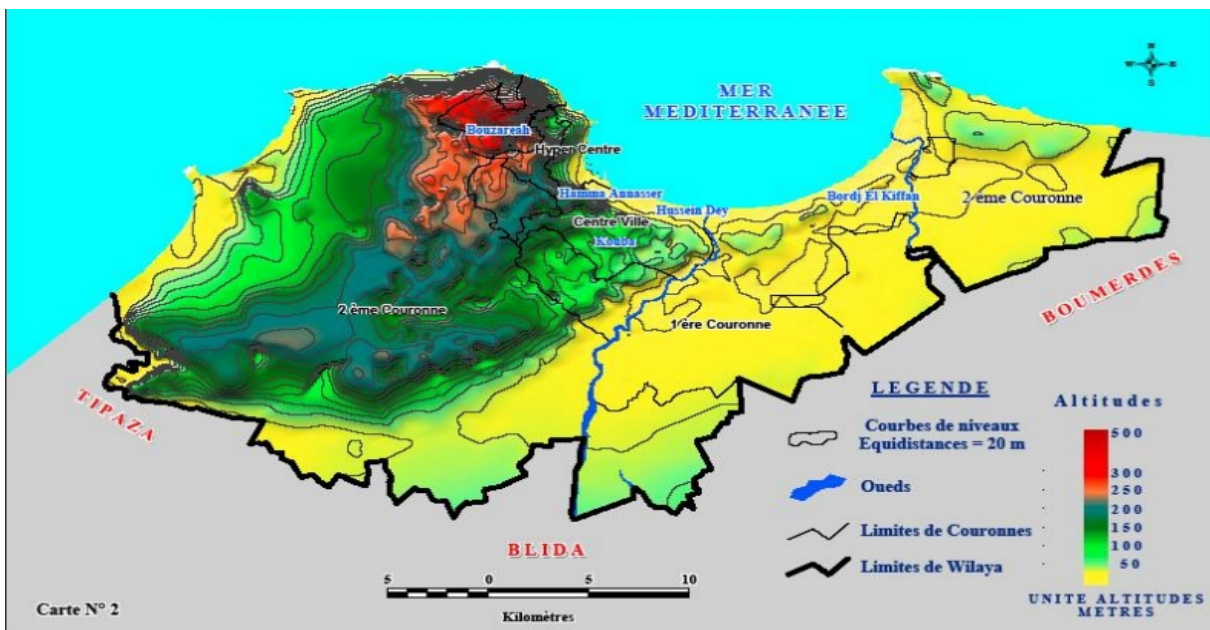


Fig.20. Le relief de la wilaya d'Alger (INCT, ONS, TABTI-TALAMALI, 2007).

III.2.1.2.Cours d'eaux :

Oued El-Harrache et Oued El-Hamiz sont considérés comme les deux principaux cours d'eaux qui se déversent en baie d'Alger, cette variable est facilement estimable où la présence d'un cours d'eau nous permet de donner une note de (5) et son absence (1), autrement dit un Oued par exemple rend la côte plus vulnérable.

III.1.1.3.Géologie :

La carte géologique est suffisante pour l'évaluation de la vulnérabilité de cette variable, elle permet d'attribuer des notes de (1) à (5) et cela en faisant la différence entre les massifs (cristallins ou calcaires) et les terrasses marines ...etc.

III.2.1.4.Artificialisation du rivage :

Des fois la meilleure solution de protéger le littoral est de laisser ce dernier tel qu'il est, donc l'artificialisation du rivage est lié directement à l'occupation du sol, la carte de cette dernière nous permet de trouver approximativement le taux d'artificialisation du rivage.

III.2.1.5. L'élévation :

Pour déterminer l'élévation des différentes cellules dans notre zone d'étude on s'est servi de logiciel **Google Earth Pro**. Un profil d'élévation apparaît dans la partie inférieure de la visionneuse 3D, comme illustré ci-dessous :



Fig.21. Illustration du profil d'élévation sur Google Earth Pro.

Le profil d'élévation est une courbe, dont Y et X représentent respectivement l'élévation et la distance parcourue.

III.2.2. Sous-indice de forçage côtier :

III.2.2.1. Hauteur des vagues :

L'étude et la connaissance de la hauteur significative (H_s) de la houle près de la côte est très importante dans la détermination de la vulnérabilité côtière.

Pour déterminer la hauteur des vagues à la proximité de la côte, on a utilisé en parallèle le logiciel SWAN (Simulating Waves in the Nearshore) et surfer v.11, le premier nous donne la direction et la hauteur significatif des vagues près de la côte et le deuxième pour afficher les résultats obtenus dans une carte (voir annexe Fig.A.1.).

- **Donnée de base**
 - **Données bathymétriques :**

La carte bathymétrique a été extraite à partir du logiciel de navigation maritime **OpenCPN**, auquel on a pu faire une extraction des données bathymétriques (x, y, z) à l'aide de logiciel **ArcGis v°10.2**.

- données de houles au large par secteur :

Les données de la houle au large sont extraites à partir de la base de données MEDATLAS sous forme de tableaux bi variables contenant les fréquences d'apparitions annuelle et saisonnière Ces fréquences d'apparition sont calculées à partir de la série de données enregistrée entre 1999 et 2004.

Tab.9. Fréquences d'apparition des Classes de H_s en fonction des directions dominantes au large (Med Atlas).

	Annuelle		Hiver		Printemps		Été		Automne	
	NE	W	NE	W	NE	W	NE	W	NE	W
0,00 - 0,25	0,8	0,1	1,1	0,4	0,7	0,3	0,2	0	1	0,1
0,25 - 0,5	7,21	2,64	4,3	2,8	6,16	3,54	10,33	1,5	7,64	2,48
0,5 - 0,75	11,47	4,17	6	4	11,02	5,15	18,76	3,91	10,23	3,78
0,75 - 1	9,14	4,27	3,9	4,5	11,12	3,44	14,44	2,81	7,94	4,86
1 - 1,25	6,3	3,55	3,3	4	7,79	3,53	10,03	1,7	4,77	4,27
1,25 - 1,5	3,45	2,95	2,2	3,3	3,74	2,42	5,42	1,6	2,67	3,96
1,5 - 1,75	2,03	2,13	1,3	2,8	1,72	2,83	2,9	0,5	1,9	2,89
1,75 - 2	1,33	2,03	1,1	2,9	1,63	2,02	1,8	0,4	1,1	2,59
2 - 2,5	1,32	2,44	1,8	3,7	1,21	2,52	1,3	0,2	1	3,08
2,5 - 3	0,4	1,31	1	2,2	0,4	1,41	0,3	0,2	0,2	1,69
3 - 3,5	0,3	0,91	0,6	1,3	0,2	0,8	0,2	0,1	0,3	0,7
3,5 - 4	0	0,4	0,1	0,9	0	0,3	0	0	0	0,3
4 - 5	0	0,4	0,1	0,9	0,1	0,1	0	0	0,1	0,4
5 - 6	0	0,1	0,1	0,3	0	0,1	0	0	0,1	0,1
6 - 7,5	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0

D'après le tableau ci-dessus on remarque que Les agitations les plus fréquentes proviennent des deux secteurs Nord-Est et Ouest. D'après le tableau ci-dessus, on constate que Les houles dominantes sont caractérisées par des hauteurs significatives oscillant généralement entre 0.25 et 2.5m.

Les fréquences d'apparition des Tp en fonction des hauteurs significatives classées selon les états de la mer sont résumées dans le tableau suivant :

Tab.10. Fréquences d'apparition des Hs en fonction des Tp au large (Source MedAtlas).

Etat de la mer		Belle	Peu agitée	Agitée	Forte	Très Forte
Hs		0,1--0,5	0,5--1,25	1,25--2,5	2,5--4	4--6
Tp	0--3	0,1	0,1	0	0	0
	3--6	11,86	26,73	3,01	0	0
	6--9	2,51	22,72	14,47	1,8	0
	9--12	0,4	4,71	5,2	2,1	0,8
	12--15	0,2	0,6	1,4	0,6	0
	15--20	0,1	0,1	0,2	0,2	0

D'après ce tableau, on constate que :

- A 12% du temps, les houles de moins de 0.5m ont des périodes comprises entre 3 et 6s.
- A 49% du temps, les houles entre 0.5 et 1.25m ont des périodes comprises entre 3 et 9s.
- A 14% du temps, les houles entre 1.25 et 2.5m ont des périodes comprises entre 6 et 9s.
- A 5% du temps, les houles entre 2.5 et 6m ont des périodes comprises entre 9 et 12s.

III.2.2.2. Evolution du rivage :

Les zones côtières sont des lieux de pression démographique, économique et écologique et l'érosion des côtes peut constituer un risque pour les populations et les biens, c'est pour cela l'étude de l'évolution de rivage est un paramètre important dans la vulnérabilité côtière.

La mobilité de la côte provient des processus marins (houles, marées, courants...), climatologiques (vent, gel...) et anthropiques qui agissent sur les matériaux et déplacent les sédiments (sable, galets...).

Pour déterminer l'évolution du rivage de la baie d'Alger, on a digitalisé directement sur **Google Earth Pro** le trait de côte pendant deux années différentes (2015 et 2016), pour les résultats voir annexe (**Fig.A.4.**).

- La procédure :

- Aller sur **Google Earth Pro** vers la zone d'étude.
- Cliquer sur ajouter ► trajet ou vous pouvez cliquer directement sur (**Ctrl T**).

- Vous pouvez choisir l'échelle qui vous convient pour la digitalisation et cela en effectuant un zoom (pour que la digitalisation soit précise on vous conseille de faire zoomer le maximum possible).
- Une fois le trait de côte est digitalisé, nommer le et cliquer sur ok.
- Le trait de côte apparaîtra dans la barre latérale.
- Vous pouvez superposer les différents traits de côtes pour calculer le taux d'accrétion ou d'érosion du rivage, en vue d'attribuer à chaque cellule une cotation qui varie entre 1 et 5.

III.2.2.3. Amplitude moyenne de la marée :

L'Amplitude de la marée est de type microtidal, elle rend ce littoral à risque très élevé selon la base de données de **Gornitz et al. (1994)**.

III.2.3. Sous-indice socio-économique :

III.2.3.1. Patrimoine culturel :

Cette variable inclut les monuments historiques et les sites archéologiques ; ces derniers ne sont pas importants en terme économique mais le sont considérablement en termes sociaux et culturels. Ils font partie des ressources culturelles et sont irremplaçables, Bien qu'un site puisse être mieux conservé qu'un autre, cela ne veut pas dire qu'il est plus important. Vu la difficulté de donner une valeur à une ressource de l'héritage culturel, les sites sont alors classés soit dans la plus haute catégorie (5), ou bien pour une région sans site archéologique (1).

Dans l'algérois, il suffisait de faire une petite recherche sur internet pour trouver que seule la Casbah d'Alger et l'unique lieu qui est considéré comme patrimoine culturel à importance internationale.

III.2.3.2. L'occupation du sol :

La protection d'une région jugée vulnérable sera prise en considération seulement si la région est suffisamment « importante » en termes économique, culturel ou environnemental, pour justifier sa protection. Par conséquent le type d'occupation du sol est significatif dans la détermination de la vulnérabilité.

En interprétant la carte d'occupation du sol de la baie d'Alger, on peut attribuer des notes de (1) à (5) pour chaque zones, par exemple la note (1) est donnée pour une région à roches dénudées, végétation clairsemée ou autre présence d'une marais, pour cette variable (5) est attribuée pour une zone fortement urbanisée ou/et industrialisée autrement dit une zone à forte actions humaines.

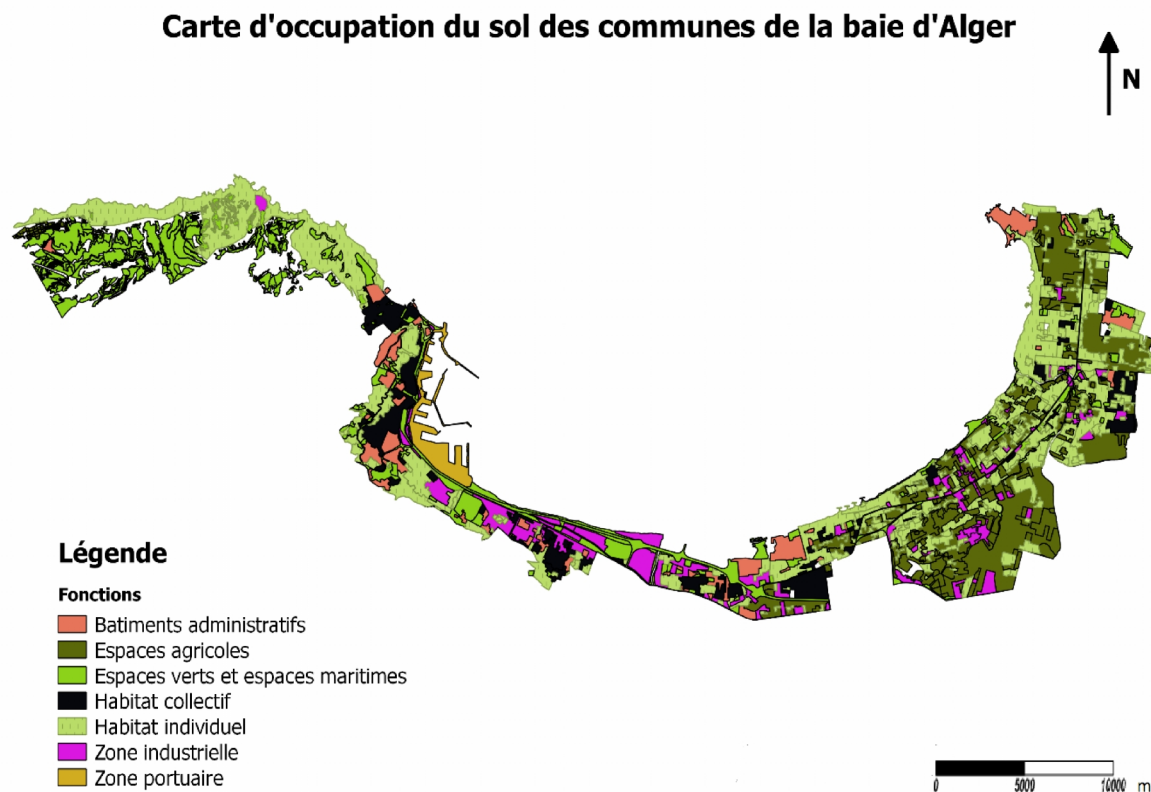


Fig.22. Carte d'occupation des communes de la baie d'Alger (BOUCHNAFA.MA et GUEMDANI.MW ,2016).

III.2.3.3. Voie ferrée :

Un réseau ferroviaire est un ensemble de lignes de chemin de fer, de gares et d'installations techniques qui permet la circulation de convois ferroviaires ou trains dans un ensemble géographique donné.

Alger est un endroit à grande majorité liée par un réseau ferroviaire avec deux lignes majeures (Alger-Thénia) et (Alger-El Affroune).

La présence d'un chemin de fer nous permet d'affecter une valeur de 5 et son absence déduit une note de 1.

III.2.3.4. Routes :

Vue l'importance de réseau routier dans le secteur socio-économique entre autre dans la baie d'Alger, ce dernier est utilisé comme une variable lors de l'évaluation de la vulnérabilité côtière. Et pour se faire on a fait appel à la carte de réseau routier (**figure 14**) et à Google Earth Pro pour déterminer la cotation de chaque cellule selon son absence ou sa présence (Autoroute, Route à deux chaussées et voie rapide).

III.2.3.5 La désignation de conservation :

La désignation identifie une région d'importance internationale ou nationale, où les efforts de conservation et de développement durable sont déployés. Il s'agit des aires délimitées, protégées et gérées en fonction d'objectifs de conservation.

III.2.3.6. Respect des lois :

L'Algérie ne manque pas de lois aidant à protéger le littoral (exemple de lois), mais le souci est ce que ces lois sont respectées ou pas. Nous, en faisant une enquête, on a remarqué que dans plusieurs communes la loi littorale n'est pas respectée.

Pour cette variable on a opté pour la note (1) quand les lois sont respectées et (5) dans le cas contraire.

III.2.3.7. Type d'habitat :

Le type d'habitat a été classé sur une base de 1 à 5, avec l'hypothèse que le plus grand nombre de personnes qui serait affecté par l'érosion et/ou l'inondation, présente une vulnérabilité élevée.

II.3. Tableau et méthodes de calcul des sous-indices :

Tab.11. Variables de la vulnérabilité côtière selon McLaughlin et Cooper avec quelques arrangements et modifications.

Sous-Indice	Variables	1	2	3	4	5
CC	Type de rivage	falaises hautes (>40m)	Falaises moyennes (20 – 40m)	Falaises basses (10- 20m)	Petits reliefs	Dunes/plages
CC	Cours d'eau	Absence				Présence
CC	Géologie	Massifs cristallins	Massifs calcaires			Terrasses marines, dunes gréseuses
CC	Artificialisation du rivage	< 5%	5 – 20 %	20 – 30 %	30 – 50%	> 50%
CC	Élévation	>30	20 - < 30	10 - < 20	5 - < 10	< 5
FC	Hauteur des vagues	> 5,0	3,5 -5,0	2-3,5	1,0 – 2,0	>1
FC	Evolution du rivage (érosion/accrétion)	+50% du rivage est en accrétion	Entre 10-30% du rivage est en accrétion	10% du ravage est en accrétion/érosion	Entre 10 – 30% du rivage est en érosion	Plus de 5% du rivage est en érosion
FC	Amplitude moyenne de la marée(m)	>6,0	4,1-6,0	0 2,0-4,0	1,0-1,9	<1,0
SE	Patrimoine culturel	absent				présent
SE	Occupation du sol	-Roches dénudées -Végétation clairsemée - Marais, marécage et lande - Plan d'eau	-Zone côtière -Prairies	Forêt	Agriculture	-Urbain et industriel -Infrastructure
SE	Routes	Absent				-Autoroute -Route à deux chaussées, - voie rapide
SE	Voie ferrée	présent				Absent
SE	Désignation de conservation	Absent		Inter nationale		Nationale
SE	Respect de la Loi littoral	Respectée				Non respectée
SE	Type d'habitat	Sans habitat	Village	Petite ville	Grande ville	Centre urbain

Une fois on a établi des notes pour toutes les variables, on englobe nos résultats dans un fichier Excel afin de faciliter le calcul des indices par l'intermédiaire des équations déjà citées.

Par le logiciel Surfer, on réalise les cellules d'exécution dans une carte de la baie d'Alger déjà géoréférencée, (cellule de 500X500m). On a eu 72 cellules numérotées de 1 à 72 de droite à gauche.

Les résultats des CVI trouvés auparavant à l'aide de l'Excel seront classés dans 5 classes différentes en respectant les normes et couleurs suivantes :

Tab.12. Tableau des seuils utilisés dans les CVI

Normes	Niveau de vulnérabilité	Couleur donnée
$0 < CVI \leq 20$	Très faible	
$20 < CVI \leq 40$	Faible	
$40 < CVI \leq 60$	Modéré	
$60 < CVI \leq 80$	Élevé	
$80 < CVI \leq 100$	Très élevé	

Le long du littoral algérois, la presque totalité des établissements humains, de l'infrastructure économique et des activités telles que le tourisme et l'industrie se trouvent à proximité de la côte, ce qui les rend extrêmement vulnérables au changement climatique et à l'élévation du niveau de la mer. Les impacts seront les conséquences directes induites par les pertes physiques (par érosion côtière et par inondation) sur le littoral et les dégâts indirects conséquents aux valeurs correspondantes.

Chapitre IV :
RÉSULTATS ET
DISCUSSION

IV. Résultats et discussion :

IV.1. Vulnérabilité en Algérie :

«Après avoir classé les valeurs de vulnérabilité à partir des variables collectées, l'IVC a été calculé selon l'équation de la figure 3, et divisé en classes de vulnérabilité de très faible, faible, modérée, forte et très forte. Les zones de forte vulnérabilité couvrent plus du tiers du linéaire côtier (36%) algérien ; elles couvrent les zones de basses plaines côtières et des bassins intérieurs (fig.4a), mal drainés, densément urbanisées, notamment à l'est et au centre du pays. Les principaux paramètres affectant la vulnérabilité sont la densité de la population, l'occupation du sol, et le taux d'érosion. Les zones de vulnérabilité modérée couvrent les falaises moyennes et basses de la bordure tellienne, qui est au contact direct des rivages, surtout au centre et à l'Est (Kabylie), (soit 35% du linéaire côtier) » **KENET M.**

IV.2. Élaboration des cartes de vulnérabilité :

L'indice de vulnérabilité côtière multi-échelle :

Dans cette partie, on va spécifier pour chaque échelle spatiale une grille spécifique : Une grille de 500 x 500m pour le niveau régional, tout au long de la baie d'Alger.

Pour élaborer la carte de vulnérabilité côtière de la baie d'Alger selon l'indice multi-échelle, il faut impérativement passer par 3 cartes spécifiques représentant les 3 indices :

IV.2.1. Sous-indice de caractérisation de la zone côtière :

Comme on l'a déjà expliqué, on a attribué des notes pour chaque variable du sous-indice de caractérisation côtière : ceci est résumé dans le tableau de l'annexe ... en utilisant le tableau des seuils on a élaboré la carte suivante :

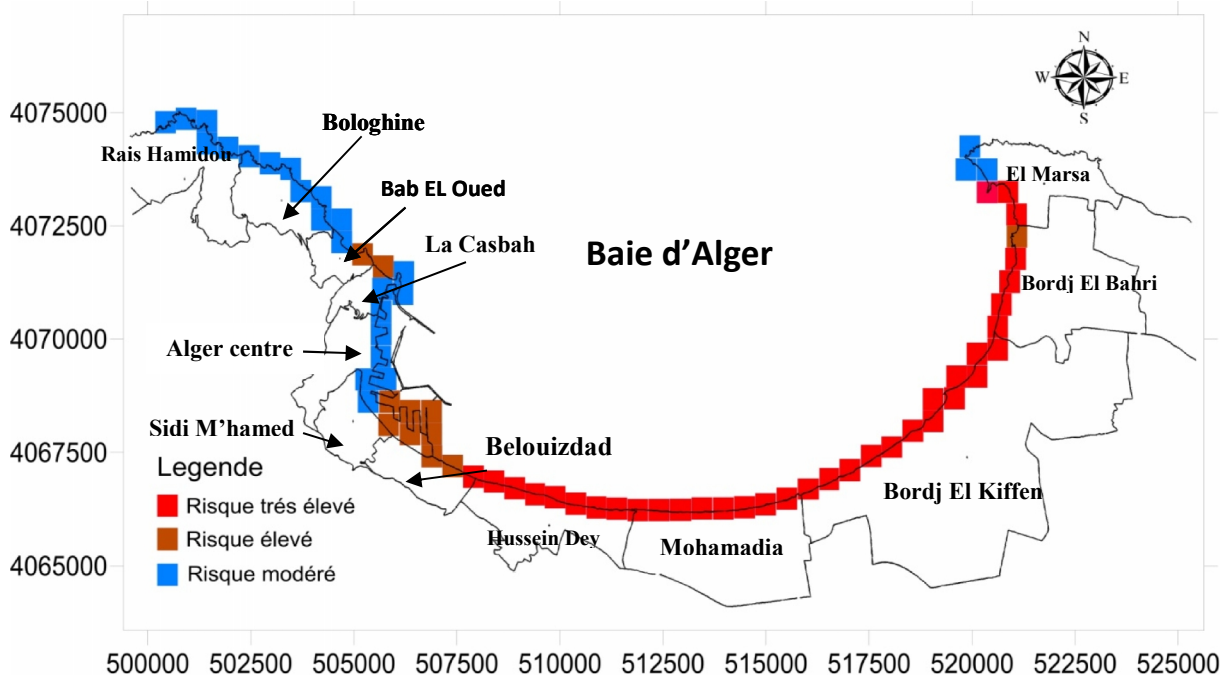


Fig.23. Carte de vulnérabilité de la baie d'Alger selon le sous-indice de caractérisation côtière.

Interprétation :

En visualisant les données de ce sous-indice, on remarque que les cotations des variables utilisées sont presque identiques tout au long de la baie, sauf pour les deux caractères qui sont le type de rivage et l'élévation. Ces deux derniers ont permis à la région située à l'ouest du port d'Alger d'être moins vulnérable (risque modéré) par rapport à celle de l'est (risque très élevé), puisque la première zone citée est caractérisée par l'abondance des côtes rocheuses comme les falaises ce qui rend la variable de l'élévation beaucoup plus importante par rapport à celle de l'ouest du port, cette dernière est caractérisée par de nombreuses plages sableuses ce qui explique le risque très élevé. Dans cette zone on a une seule exception qui est le cap Matifou, ce dernier est caractérisé par la présence de petites falaises, c'est pour cela qu'on en a eu un risque modéré.

IV.2.2. Sous-indice du forçage côtier :

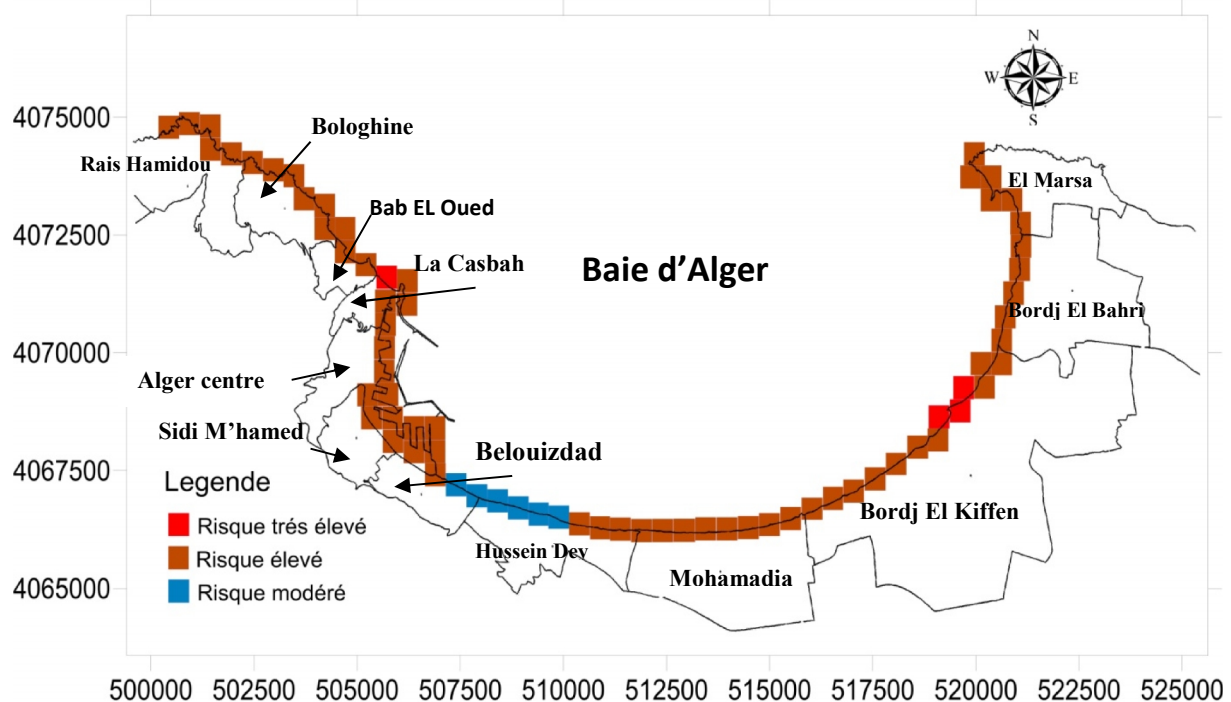


Fig.24. Carte de vulnérabilité de baie d'Alger selon le sous-indice du forçage côtier.

Interprétation :

D'après la carte ci-dessus (Fig.24.), on remarque que la quasi-totalité de la baie d'Alger, pour le sous indice du forçage côtier, est caractérisée par un risque élevé, les notes qu'on a attribuées pour les variables de ce sous-indice sont identiques sauf pour la variable de l'évolution de rivage (érosion/accrétion). Le risque est modéré dans la zone de « Sablette » et cela serait dû au projet sur place qui a provoqué une accrétion. Par contre on a deux petites portions où le risque est très élevé ce qui serait lié avec l'érosion connue dans ces deux zones.

IV.2.3. Sous-indice socio-économique :

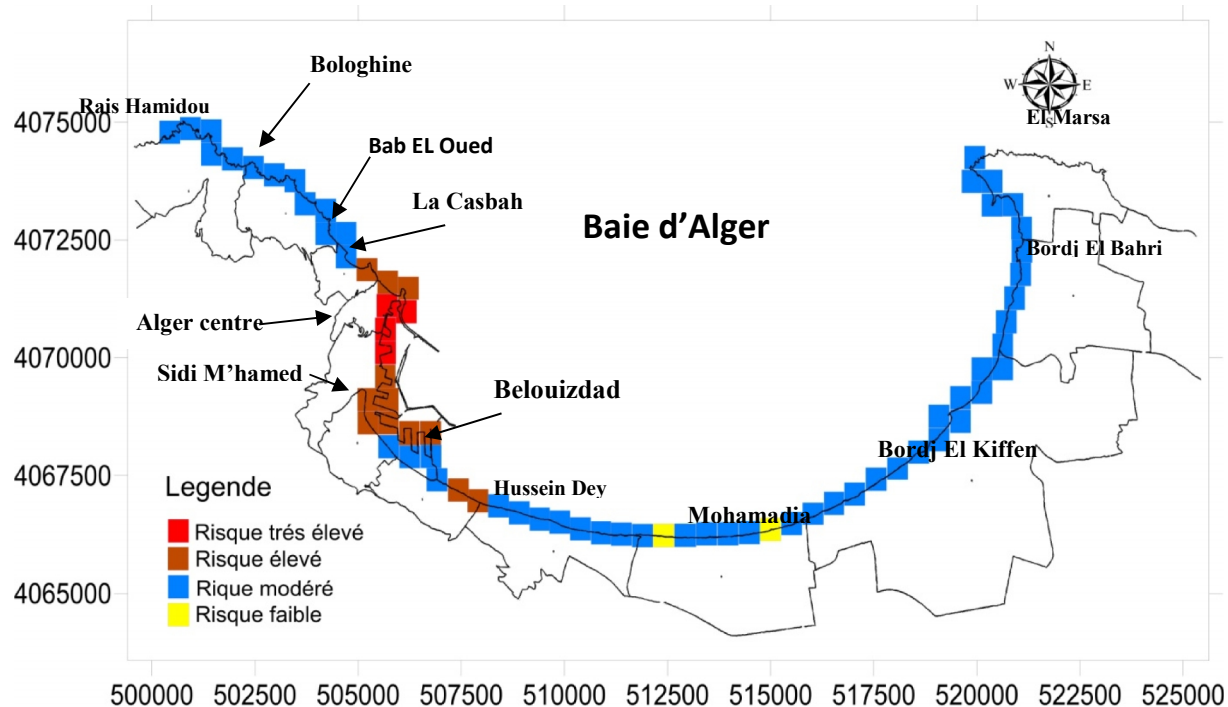


Fig.25. Carte de vulnérabilité de la baie d'Alger selon le sous-indice socio-économique.

Interprétation :

Concernant le sous-indice socio-économique, le risque est en grande partie modéré sauf pour la zone allant de la Casbah vers Sidi-M'hamed, où le risque est élevé et même très élevé, cela est causé par la grande population présente dans ces communes fortement urbanisées, notamment la Casbah, qui est non seulement surpeuplée mais est considérée comme patrimoine culturel à importance internationale. un autre patrimoine présent qui est le jardin d'essai, rend la zone où ce dernier se situe à risque élevé. Le respect des lois et la présence de réseau routier trop important rend aussi le littoral algérois vulnérable, en ce qui concerne la voie ferrée, elle ne représente pas vraiment un risque pour la vulnérabilité puisque le chemin de fer est loin de la côte sauf à la zone où se trouve la gare d'Agha.

IV.2.4. Carte Finale :

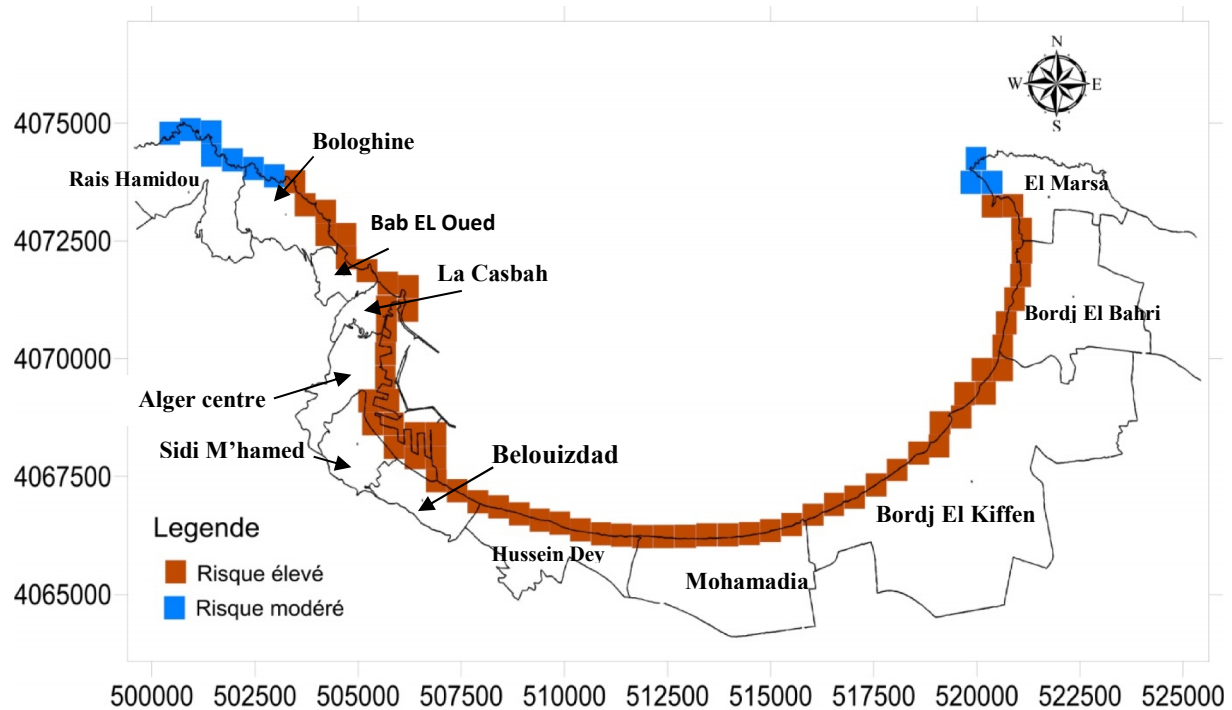


Fig.26. Carte de vulnérabilité côtière de la baie d'Alger selon l'indice multi-échelle.

Interprétation :

En combinant les données des trois sous-indices on a pu réaliser la carte finale (Fig.26.), dans laquelle on signale un risque élevé dans la majeure partie de la baie. Tandis que Le reste représente l'extrême Ouest (Rais Hamidou) et Est (Cap Matifou) est moins vulnérable avec une cotation de l'ordre de 3 qui reflète un risque modéré.

IV.3. Impact de la donnée socio-économique sur la vulnérabilité côtière de la baie d'Alger :

Comme on l'a remarqué, la donnée socio-économique a joué un rôle important dans la détermination des niveaux de risques, et cela malgré négligence de beaucoup de données de ce sous-indice comme l'agriculture, l'industrie, le taux d'analphabétisme et le tourisme, à cause de manque de données d'un côté, et la difficulté d'attribuer des notes logiques et pertinentes pour elles d'un autre côté. Ces aspect non-intégrés pourraient vraiment être très intéressants dans l'évaluation de la vulnérabilité, par exemple, l'industrie joue un rôle important dans l'économie de la région, où la présence d'une zone industrielle provoquera sans nul doute des risques très importants sur la côte (érosion et pollution).

Pour les variables intégrées, on a essayé d'attribuer des notes plus logiques malgré le manque d'informations flagrant, par exemple pour la loi littorale, on a constaté que tout au long de la baie qu'on a pas respecté la bande des 300m, mais sachant que la loi était promulguée en

2002, nous ne sommes pas arrivés à distinguer si les constructions ont été bâties avant 2002 ou après.

IV.3.1. Approche futur :

D'après tous ce qu'on a constaté dans notre modeste travail, c'est qu'Alger est une zone surpeuplée, construite anarchiquement et surtout très mal aménagée.

Heureusement que dernièrement, il y a eu des efforts de la part des responsables locaux en essayant d'alléger la charge sur la zone littorale, mais la question qui se pose est ce que c'est suffisant pour rattraper le retard déjà acquis !

A notre avis, on encourage les perspectives prises par les responsables en éliminant tout bidonville anarchique et en construisant des nouvelles agglomérations loin de la côte (Birtouta, Sidi Abdellah...etc.) ce qui va rééquilibrer le taux de la population dans les 4 coins de la capitale.

L'autre souci majeur concernant directement la fragilité littorale, est la voie législative, c'est vrai qu'en Algérie on ne manque pas de lois aidant à sauvegarder la côte mais le souci c'est qu'on ne respecte pas ces lois, d'ailleurs l'état reste aveugle vis-à-vis ces violations répétées des lois.

Les projets lancés dernièrement dans les côtes de la baie d'Alger sont, pour nous, une arme à double tranchant, c'est vrai qu'ils (les projets) participent au développement de la Wilaya d'un côté mais d'un autre côté ça fragilise le système côtier, soit lors de la période d'exécution soit après la délivrance du projet, surtout quand ce dernier n'était pas bien étudié. Par exemple la nouvelle grande mosquée d'Alger en cours de réalisation est non seulement construite dans une zone littorale ce qui va la fragiliser cette dernière, mais aussi c'est une source d'excitation des ondes sismiques (quelques scientifiques algériens)

IV.3.2. Les enjeux et les contraintes de la Wilaya :

Pour terminer notre travail, on a tenu à montrer les principales contraintes et enjeux socio-économique de la Wilaya d'Alger d'après le MATTA :

- contrôler l'urbanisation dans toute la wilaya et dans l'Aire Métropolitaine.
- Freiner l'expansion urbaine, principalement dans la Mitidja et dans le Sahel.
- Orienter les nouvelles occupations vers le Sahel.
- Promotion de la vocation touristique et le loisir soutenus dans l'aménagement de Zones d'Expansion Touristique.
- Freiner le captage des eaux souterraines fondamentalement sur la nappe de la Mitidja, actuellement sujette à une surexploitation découlant de l'activité agricole.
- Définition et concrétisation d'une stratégie pour la gestion et le traitement des déchets solides urbains, avec la concrétisation des infrastructures et l'éradication des décharges sauvages sur les marges des Oueds.
- Délocalisation des activités polluantes situées en milieu urbain et sur la bande littorale.
- Protection et valorisation des sites historiques et culturels, et en particulier la relance du plan pour la sauvegarde de la Casbah.

Conclusion générale

Conclusion générale :

L'indice de vulnérabilité côtière s'est avéré un outil très important d'aide à la décision sur un espace où la donnée n'est pas tout le temps disponible. L'indice multi-échelle est, pour nous, le plus pertinent puisque il intègre à la fois les caractéristiques côtières ainsi que les paramètres qui sont en relation avec le forçage de la côte et les facteurs socio-économiques qui sont les plus déterminants en raison de leur caractère anthropique.

On a constaté que la baie d'Alger est une zone à risque élevé vis-à-vis la vulnérabilité côtière, et ceci à degrés différents d'une région à une autre par rapport à plusieurs facteurs. Par exemple les côtes basses (l'est de la baie) ont un niveau de vulnérabilité très élevé due à leur forte exposition au forçage côtier, par contre les côtes élevées (l'ouest de la baie) sont moins vulnérables aux risques côtiers.

Ce qui laisse la situation d'être inquiétante, c'est que le littoral algérois présente une forte agglomération; donc d'une part c'est elle (agglomération) qui a participé à la fragilisation du système côtier algérois et d'autre part, c'est elle qui va être endommagée et subir les conséquences.

La situation ne cesse pas de s'aggraver au sein de la baie d'Alger, et ça sera très difficile de rattraper le retard et avoir des côtes moins vulnérables, mais ce n'est pas impossible, c'est pour ça on a tenu à proposer quelques solutions de rachat afin de remédier ces problèmes de vulnérabilité côtière :

-Recommandations en relation avec l'érosion marine et ses risques :

- ✓ Veiller à ce que les nouvelles constructions et infrastructures en zone côtière soient adaptées aux risques d'inondation en zone côtière.
- ✓ Construire des digues et des brise-lames pour protéger les côtes contre les effets des vagues.
- ✓ Elaboration de plan d'urgence pour les événements tels que les inondations, un recul soudain et conséquent des plages.

- Education, formation et sensibilisation du public sur l'importance de la côte :

- ✓ L'introduction dans les manuels scolaires des différents paliers de l'enseignement les risques que le littoral peut soumettre.
- ✓ La confection des programmes des formations destinées aux associations environnementales en particulier celles ayant une vocation pour la zone côtière et littorale.
- ✓ Faire participer les élèves et les étudiants au monde associatif.

ADGER, W.N., KELLY, P.M. (1999). Social vulnerability to climate change and the architecture of entitlements. (IPCC special issue on adaptation to climate change and variability). *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. Vol. 4, no 3-4, p. 253-266.

AOUJ, C., BOUAZIZ, T (2014). *Fonctionnement et dynamique morpho-sédimentaires du littoral est de Béjaïa*, Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p. 112.

ASSASSI, C., OTMANI, H. (2010). Etude de protection de la zone de Club des Pins. Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger: ENSSMAL, 93 p.

BENRAHMOUN, M., BERKANE, N. (2015). *Evaluation de la vulnérabilité des côtes du littoral centre (Cas : la baie d'EL Djamila)*. Mémoire d'ingénieur, Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p. 93.

BIRD, E. C. F. (1994). Cliff hazards and coastal management. *Journal of Coastal Research*. Vol. 12, p. 299-310.

BOHLE, H.G. (1994). Climate change and social vulnerability: the sociology and geography of food insecurity. *Global environmental change*. Vol 4, n° 1, p. 37-48.

CUTTER. (2000). Revealing the vulnerability of people and Places: A case study of Georgetown County, South Carolina. *Annals of the Association of American Geographers*. Vol. 90, n° 4, p. 713 -737.

DIREN. (2007). Évolution du trait de côte, Observatoire Climat Nord Pas de Calais, p79-81.

DOWNING. (2001). Vulnerability Indices: Climate Change Impacts and Adaptation. United Nations Environment Programme Policy (UNEP), Nairobi. Vol. 3, n° 2, p. 25.

FANTA, Mara. (2011). Développement et analyse des critères de vulnérabilité des populations sahéniennes face à la vulnérabilité du climat : le cas de la ressource en eau dans la vallée de la Sirba en Burkina Faso. Thèse de doctorat en sciences de l'environnement. Montréal ; Université du Québec. p.9-10.

- FONTAINE, M., STEINEMANN, A. (2009).** assessing vulnerability to natural hazards: impact-based method and application to drought in washington State. p.78.
- GIEC. (2007).** Résumé à l'intention des décideurs. Impacts, adaptation et vulnérabilité. Contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. p. 25.
- GONZALEZ, P. (2002).** Programme ta monitor impacts of deseliification and climate change . In Africa famine early warning system network (FEWS NET) Geological Survey(USGS), New York, p.15.
- GORNITZ, V. (1990).** Vulnrability of the east coast, USA to future sea level rise. Journal of CoastalResearch. 1(9), p. 201-237.
- GRIMES, Samir. (2003).** Plan d'action national pour protection des sites sensibles naturels marins du secteur Cap Djinet au Mont Chenoua. Contrat. PNUE , Alger. 64 p.
- HENNAF, A., PHILLIPE M. (2014).** Gestion des risques d'érosion et de submersion marine, guide méthodologique. Projet Cocorisco. 156 p.
- KENET, M. (2014).** *Calcul d'indice multi-échelle de la vulnérabilité côtière : Application sur le littoral centre (du Mont Chenoua au Cap Djinet).* Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p.90.
- KASPERSSON. (2002).** Vulnerability to global environmental change». In the human dimensions of global environmental change, Thomas Dietz Andreas Diekmann, Carlo C. Jaeger, and Eugene A. Rosa. Cambridge: MA : MIT Press, p.56.
- KESSOURI, F. (2008).** *Mise en oeuvre d'une base de données SIG pour le calcul des indicateurs de durabilité sur des communes de la zone PAC (littoral algérois).* Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p. 106.
- KHALFANI, D. (2014).** *Etude hydro-sédimentaire à l'avant côte de cap Djinet wilaya de Boumerdes.* Thèse Magister. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p.195.
- LARID, M. (1992).** Cours d'aménagement du littoral I 2° éd. ISMAL, p. 34.

LE BERRE I., BAILLY D., PHILIPPE M. et al. (2000). Les enjeux, une composante essentielle de la vulnérabilité, gestion des risques d'érosion et de submersion marine : (guide méthodologique), 68 p.

LE TIXERANT M. (2004). Dynamique des activités humaines en mer côtière : application à la mer d'Iroise. laboratoire GEOMER (LETG UMR 6554CNRS), institut universitaire Européen de la mer. Thèse de Doctorat en Géographie. Brest: Université de Bretagne occidentale, p. 233.

LEPAGE. (2007). Groupe de travail III : Vulnérabilité des populations et adaptation aux variabilités climatiques au Sahel : acteurs, institutions et dynamiques locales. In rapport des contributions canadiennes au projet ACDI-CILS; appui aux capacités d'adaptation aux changements climatiques, Montréal: Environnement Canada, p.165.

MATOUK, Z., (2011). *Etude d'impact sur l'environnement du dragage du port de pêche et de plaisance d'el-Aouana: Rapport d'activité.* Document non publié. Alger : Laboratoire d'études maritime. 74 p.

McFADDEN, L., NICHILLS, R.J., PENNING, E. et al. (2007). Managing coastal vulnerability. Oxford: Elsevier, 262p.

McLAUGHLIN S., COOPER J.A.G. (2010), A multi-scale-coastal vulnerability index: a tool for coastal managers environ hazards J 9:1–16. Earthscan.

Ministère de l'aménagement du territoire, du tourisme et de l'artisanat. (2016). Fiche technique de la wilaya d'Alger. Alger: MATTA, p. 7.

MOSS, R.H. (1996). Vulnerability to climate change: A quantitative approach, Oak Ridge: ed: US Department of Energy/Battelle, p.24.

NICHOLLS. (1999). Increasing flood risk and wetland losses due to global sea-level rise: regional and global analyses. global environmental change, Vol. 9, n°. 4, p. 69-87.

OTTMANN, F. (1965). Introduction à la géologie marine et littorale. Paris : éd : Masson et Cie, 259 p.

PALMER, B. (2011). Preliminary coastal vulnerability assessment for KwaZulu-Natal, South Africa, *Journal for Coastal Research*, p. 64.

PASKOFF, R. (1998). *Côtes en danger*. Paris : L'Harmattan, p.28.

PNUD. (2001). Études de vulnérabilité de trois pays du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie) face aux changements climatiques réalisées dans le cadre du projet PNUD-FEM RAB94G31, Alger, p.47.

SUSAN DREJZA M.Sc., STEPHANIE FRIESINGER M.Sc., PASCAL BERNATCHEZ Ph. D. (2015). Développement d'une approche et d'un indice pour quantifier la vulnérabilité des infrastructures routières à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques sur 9 sites témoins. Vol 3, n° 3, p. 41- 58.

VINCENT, K. (2004), Creating an index of social vulnerability to climate change for Africa. Working Paper. 56, Tyndall centre for climate change research, 43 p.

YIN, J. et al., (2012). National assessment of coastal vulnerability to sea-level rise for the Chinese coast. *Journal of Coastal Conservation*. Vol. 16, p. 123-133.

ANNEXES

Tab.A.1. les cotations attribuées pour les variables du sous-indice des caractéristiques côtières.

Cellules	Type de						Cellules	Type de					
	Elevation	Cours d'eau	Géologie	Artifici	Rivage	Résultat		Elevation	Cours d'eau	Géologie	Artif	Rivage	Résultat
1	3	1	1	5	4	45	37	5	1	5	5	5	80
2	3	1	1	5	5	50	38	5	1	5	5	5	80
3	4	1	2	5	4	55	39	5	1	5	5	5	80
4	5	1	5	5	5	80	40	5	1	5	5	5	80
5	5	1	5	5	5	80	41	4	1	5	5	5	75
6	5	1	5	5	5	80	42	4	1	5	5	5	75
7	5	1	5	5	4	75	43	4	1	5	5	3	65
8	5	5	5	5	4	95	44	3	1	5	5	3	60
9	4	5	5	5	5	95	45	3	1	5	5	3	60
10	5	5	5	5	5	100	46	3	1	5	5	3	60
11	5	1	5	5	5	80	47	3	1	5	5	3	60
12	5	1	5	5	5	80	48	3	1	5	5	3	60
13	5	1	5	5	5	80	49	1	1	5	5	3	50
14	5	1	5	5	5	80	50	1	1	5	5	3	50
15	5	1	5	5	5	80	51	1	1	5	5	3	50
16	5	1	5	5	5	80	52	1	1	5	5	3	50
17	5	1	5	5	5	80	53	1	1	5	5	3	50
18	5	1	5	5	5	80	54	1	1	5	5	3	50
19	5	1	5	5	5	80	55	1	1	5	5	3	50
20	5	1	5	5	5	80	56	1	1	5	5	3	50
21	5	1	5	5	5	80	57	1	1	2	5	5	45
22	5	1	5	5	5	80	58	1	5	2	5	5	65
23	5	1	5	5	5	80	59	1	5	5	5	3	70
24	5	1	5	5	5	80	60	1	1	5	5	3	50
25	5	1	5	5	5	80	61	1	1	5	5	3	50
26	5	1	5	5	5	80	62	1	1	5	5	3	50
27	5	1	5	5	5	80	63	1	1	5	5	3	50
28	5	1	5	5	5	80	64	1	1	5	5	3	50
29	5	1	5	5	5	80	65	1	1	5	5	3	50
30	5	1	5	5	5	80	66	1	1	5	5	2	45
31	5	1	5	5	5	80	67	1	1	5	5	2	45
32	5	1	5	5	5	80	68	1	1	5	5	2	45
33	5	1	5	5	5	80	69	1	1	5	5	2	45
34	5	1	5	5	5	80	70	1	1	5	5	2	45
35	5	1	5	5	5	80	71	1	1	5	5	2	45
36	5	1	5	5	5	80	72	1	1	5	5	2	45

Tab.A.2. les cotations attribuées pour les variables du sous-indice du forçage côtier.

cellulise	Evolution de rivage				Cellules	Evolution de rivage			
	Hs	Marée	Evolution de rivage	Résultats		Hs	Marée	Evolution de rivage	Résultats
1	4	5	3	75	37	4	5	1	58,3333333
2	4	5	3	75	38	4	5	1	58,3333333
3	4	5	2	66,6666667	39	4	5	1	58,3333333
4	4	5	2	66,6666667	40	4	5	1	58,3333333
5	4	5	3	75	41	4	5	1	58,3333333
6	4	5	3	75	42	4	5	3	75
7	4	5	3	75	43	4	5	3	75
8	4	5	2	66,6666667	44	4	5	3	75
9	4	5	3	75	45	4	5	3	75
10	4	5	2	66,6666667	46	4	5	3	75
11	4	5	3	75	47	4	5	3	75
12	4	5	3	75	48	4	5	3	75
13	4	5	3	75	49	4	5	3	75
14	4	5	3	75	50	4	5	3	75
15	4	5	4	83,3333333	51	4	5	3	75
16	4	5	4	83,3333333	52	4	5	3	75
17	4	5	4	83,3333333	53	4	5	3	75
18	4	5	3	75	54	4	5	3	75
19	4	5	3	75	55	4	5	3	75
20	4	5	3	75	56	4	5	3	75
21	4	5	3	75	57	4	5	3	75
22	4	5	3	75	58	4	5	4	83,3333333
23	4	5	3	75	59	4	5	3	75
24	4	5	3	75	60	4	5	3	75
25	4	5	3	75	61	4	5	3	75
26	4	5	3	75	62	4	5	3	75
27	4	5	3	75	63	4	5	3	75
28	4	5	3	75	64	4	5	3	75
29	4	5	3	75	65	4	5	3	75
30	4	5	3	75	66	4	5	3	75
31	4	5	3	75	67	4	5	3	75
32	4	5	3	75	68	4	5	3	75
33	4	5	2	66,6666667	69	4	5	3	75
34	4	5	2	66,6666667	70	4	5	3	75
35	4	5	3	75	71	4	5	3	75
36	4	5	1	58,3333333	72	4	5	3	75

Tab.A.3. les cotations attribuées pour les variables du sous-indice socio-économique.

	Types d'habitats	Patrimoine culturel	Occupation du sol	Routes	Voie ferrée	Designation et conservation	Respect de la loi	Resultats
1	5	1	5	5	1	1	5	57,1428571
2	4	1	5	5	1	1	5	53,5714286
3	4	1	5	5	1	1	5	53,5714286
4	4	1	5	5	1	1	5	53,5714286
5	4	1	5	5	1	1	5	53,5714286
6	3	1	5	5	1	1	5	50
7	3	1	5	5	1	1	5	50
8	5	1	5	5	1	1	5	57,1428571
9	5	1	5	5	1	1	5	57,1428571
10	5	1	5	5	1	1	5	57,1428571
11	5	1	1	5	1	1	5	42,8571429
12	5	1	1	5	1	1	5	42,8571429
13	4	1	5	5	1	1	5	53,5714286
14	4	1	4	5	1	1	5	50
15	4	1	3	5	1	1	5	46,4285714
16	4	1	4	5	1	1	5	50
17	4	1	4	5	1	1	5	50
18	4	1	4	5	1	1	5	50
19	4	1	5	5	1	1	5	53,5714286
20	4	1	5	5	1	1	5	53,5714286
21	5	1	5	5	1	1	5	57,1428571
22	5	1	5	5	1	1	5	57,1428571
23	5	1	4	5	1	1	5	53,5714286
24	5	1	3	5	1	1	5	50
25	5	1	4	5	1	1	5	53,5714286
26	3	1	4	1	1	1	5	32,1428571
27	3	1	5	5	1	1	5	50
28	3	1	3	5	1	1	5	42,8571429
29	3	1	4	5	1	1	5	46,4285714
30	3	1	4	5	1	1	5	46,4285714
31	3	1	1	5	1	1	5	35,7142857
32	3	1	5	5	1	1	5	50
33	5	1	5	5	1	1	5	57,1428571
34	5	1	3	5	1	1	5	50
35	5	1	3	5	1	1	5	50
36	5	1	3	5	1	1	5	50
37	5	1	3	5	1	1	5	50
38	5	1	3	5	1	1	5	50
39	5	1	3	5	1	1	5	50
40	5	5	3	5	1	5	5	78,5714286
41	5	5	3	5	1	5	5	78,5714286

42	5	1	3	5	1	1	5	50
43	5	1	3	5	1	1	5	50
44	5	1	3	5	1	1	5	50
45	5	1	3	5	1	1	5	50
46	5	1	3	5	5	1	5	64,2857143
47	5	1	2	5	5	1	5	60,7142857
48	5	1	2	5	5	1	5	60,7142857
49	5	1	2	5	5	1	5	60,7142857
50	5	1	2	5	5	1	5	60,7142857
51	5	1	5	5	5	1	5	71,4285714
52	5	1	5	5	5	1	5	71,4285714
53	5	5	5	5	5	3	5	92,8571429
54	5	5	5	5	5	3	5	92,8571429
55	5	5	5	5	5	3	5	92,8571429
56	5	5	5	5	5	3	5	92,8571429
57	5	1	5	5	5	1	5	71,4285714
58	5	1	5	5	5	1	5	71,4285714
59	5	1	5	5	5	1	5	71,4285714
60	5	1	5	5	1	1	5	57,1428571
61	5	1	5	5	1	1	5	57,1428571
62	5	1	5	5	1	1	5	57,1428571
63	5	1	5	5	1	1	5	57,1428571
64	5	1	5	5	1	1	5	57,1428571
65	5	1	5	5	1	1	5	57,1428571
66	5	1	5	5	1	1	5	57,1428571
67	5	1	5	5	1	1	5	57,1428571
68	4	1	5	5	1	1	5	53,5714286
69	4	1	5	5	1	1	5	53,5714286
70	4	1	5	5	1	1	5	53,5714286
71	4	1	5	5	1	1	5	53,5714286
72	4	1	5	5	1	1	5	53,5714286

Tab.A.4. Résultat final des CVI selon l'indice multi-échelle.

cellules	Socio-eco	Forçage	Résultat cc	Résultat final	Cellules	Socio-eco	Forçage	Characteristic	Résultat final
1	57,1428571	75	45	59,047619	37	50	58,3333333	80	62,7777778
2	53,5714286	75	50	59,5238095	38	50	58,3333333	80	62,7777778
3	53,5714286	66,6666667	55	58,4126984	39	50	58,3333333	80	62,7777778
4	53,5714286	66,6666667	80	66,7460317	40	78,5714286	58,3333333	80	72,3015873
5	53,5714286	75	80	69,5238095	41	78,5714286	58,3333333	75	70,6349206
6	50	75	80	68,3333333	42	50	75	75	66,6666667
7	50	75	75	66,6666667	43	50	75	65	63,3333333
8	57,1428571	66,6666667	95	72,9365079	44	50	75	60	61,6666667
9	57,1428571	75	95	75,7142857	45	50	75	60	61,6666667
10	57,1428571	66,6666667	100	74,6031746	46	64,2857143	75	60	66,4285714
11	42,8571429	75	80	65,952381	47	60,7142857	75	60	65,2380952
12	42,8571429	75	80	65,952381	48	60,7142857	75	60	65,2380952
13	53,5714286	75	80	69,5238095	49	60,7142857	75	50	61,9047619
14	50	75	80	68,3333333	50	60,7142857	75	50	61,9047619
15	46,4285714	83,3333333	80	69,9206349	51	71,4285714	75	50	65,4761905
16	50	83,3333333	80	71,1111111	52	71,4285714	75	50	65,4761905
17	50	83,3333333	80	71,1111111	53	92,8571429	75	50	72,6190476
18	50	75	80	68,3333333	54	92,8571429	75	50	72,6190476
19	53,5714286	75	80	69,5238095	55	92,8571429	75	50	72,6190476
20	53,5714286	75	80	69,5238095	56	92,8571429	75	50	72,6190476
21	57,1428571	75	80	70,7142857	57	71,4285714	75	45	63,8095238
22	57,1428571	75	80	70,7142857	58	71,4285714	83,3333333	65	73,2539683
23	53,5714286	75	80	69,5238095	59	71,4285714	75	70	72,1428571
24	50	75	80	68,3333333	60	57,1428571	75	50	60,7142857
25	53,5714286	75	80	69,5238095	61	57,1428571	75	50	60,7142857
26	32,1428571	75	80	62,3809524	62	57,1428571	75	50	60,7142857
27	50	75	80	68,3333333	63	57,1428571	75	50	60,7142857
28	42,8571429	75	80	65,952381	64	57,1428571	75	50	60,7142857
29	46,4285714	75	80	67,1428571	65	57,1428571	75	50	60,7142857
30	46,4285714	75	80	67,1428571	66	57,1428571	75	45	59,047619
31	35,7142857	75	80	63,5714286	67	57,1428571	75	45	59,047619
32	50	75	80	68,3333333	68	53,5714286	75	45	57,8571429
33	57,1428571	66,6666667	80	67,9365079	69	53,5714286	75	45	57,8571429
34	50	66,6666667	80	65,5555556	70	53,5714286	75	45	57,8571429
35	50	75	80	68,3333333	71	53,5714286	75	45	57,8571429
36	50	58,3333333	80	62,7777778	72	53,5714286	75	45	57,8571429

Tab.A.5. Evolution de la population durant1998/2002/2004.(ONS).

Communes	SUPERFICIE EN KM ²	Pop 98 ha	DENSITE 98 HA	Pop 2002	DENSITE 2002	Pop 2004	DENSITE 2004	POP 2008	DENSITE 2008
ALGER CENTRE	3,7	96329	26034	99843	26985	100741	27227	75541	19621
SIDI M HAMED	2,18	90455	41493	93569	42921	94136	43181	67873	31277
EL MADANIA	2,17	51404	23688	52500	24193	52778	24321	40301	18832
BELOUZDAD	2,16	59248	27429	61410	28430	61962	28686	44050	20585
BAB EL OUED	1,21	87557	72361	90499	74792	91223	75390	64732	55326
BOLOGHINE	2,76	43283	15682	44976	16295	45439	16463	43835	16479
CASBAH	1,08	50453	46715	52170	48305	52582	48687	36762	33726
OUED KORICHE	2,24	53378	23829	55435	24748	55924	24966	46182	18399
BIR MOURAD RAIS	4,15	43254	10422	45243	10902	45741	11021	45345	10745
EL BIAR	4,08	52582	12887	54542	13368	55032	13488	47332	11242
BOUZAREAH	12,44	69153	5558	72446	5824	73293	5891	83797	6802
BIRKHADEM	8,89	55084	6196	58302	6558	59118	6649	77749	8716
EL HARRACH	9,42	48167	5113	50160	5325	50671	5379	48869	5012
BARAKI	32,15	95247	2962	100613	3129	101971	3171	116375	4367
OUED SMAR	8,15	21397	2625	22549	2767	22846	2803	32067	3915
BOUROUBA	3,39	77498	22860	80274	23685	80988	23890	71661	19633
HUSSEIN DEY	4,26	49921	11718	51803	12160	52295	12275	40698	9690
KOUBA	10,05	105253	10472	110439	10989	111709	11115	104708	10336
BACHEDJARA H	3	90073	30024	93174	31058	93965	31321	93289	28099
DAR EL BEIDA	33,29	44753	1344	49455	1486	50690	1522	80033	2590
BAB EZZOUAR	8,23	92157	11197	98662	11988	100388	12197	96597	11955
BEN AKNOUN	3,83	19404	5066	20342	5311	20566	5369	18838	5133
DELY BRAHIM	7,72	30576	3960	32260	4179	32695	4235	35230	4101
HAMMAMET	8,54	19651	2301	20955	2454	21290	2492	23990	2745
RAIS HAMIDOU	4,94	21518	4355	22408	4536	22632	4581	28451	5977
GUE DE CONSTANTIN	14,54	82729	5689	90851	6248	92940	6392	133247	9164
EL MOURADIA	1,91	29503	15446	30664	16054	30961	16209	22813	11820
HYDRA	6,12	35727	5837	37220	6082	37592	6142	31133	4578
SAOULA	25,00	31388	1255	33087	1323	33600	1344	41690	2272
MOHAMMADI A	7,99	42079	5266	44519	5572	45142	5649	62543	7877
BORDJ EL KIFFAN	21,70	103690	4778	111009	5116	112896	5202	151950	7530
EL MAGHARIA	1,57	30457	19399	31705	20194	32022	20396	31453	19781
BENI MESSOUS	7,91	17490	2211	18694	2363	19002	2402	36191	4622
LES EUCALYPTUS	30,32	96310	3176	102622	3385	104022	3430	161107	3560
BIRTOUTA	27,01	21808	807	23402	866	23823	882	30575	1119
TESSALA EL MERDJA	20,51	10792	526	11548	563	11744	572	15847	775
OULED CHEBEL	29,30	16335	557	17241	588	17473	596	20006	682
SIDI MOUSSA	43,27	27888	644	28744	664	28959	669	40750	1030
AIN TAYA	9,55	29515	3090	31202	3267	31670	3316	34501	3568

BORDJ EL BAHRI	7,48	27905	3730	29582	3955	30010	4012	52816	6789
EL MARSA	3,88	8784	2263	9252	2384	9372	2415	12100	3201
HERAOUA	27,25	18167	666	70041	2570	19387	711	27565	2205
ROUIBA	41,15	49881	1212	53108	1291	53108	1290	61984	1508
REGHAIA	12,4	66215	5339	19387	1563	70041	5648	85452	3171
AIN BENIAN	16	52343	3271	55467	3467	56265	3516	68354	5004
STAOUELI	22	38915	1768	41529	1888	42210	1918	47664	2272
ZERALDA	30	33047	1101	35226	1174	35793	1193	51552	1732
MAHELMA	35	14810	423	15602	446	15797	451	20758	612
RAHMANIA	9	5759	639	6119	680	6210	690	7396	831
SOUIDANIA	15	11620	774	12338	822	12524	834	17105	1253
CHERAGA	36	60374	1677	46865	1802	66032	1834	80824	2900
OULED FAYET	25	15209	608	16378	655	16689	667	27593	1512
EL ACHOUR	12	19524	1627	21224	1779	21671	1805	41070	3667
DRARIA	14	23050	1646	25215	1801	25787	1841	44141	4145
DOUERA	41	41804	1019	44463	1084	45147	1101	56998	1423
BABA HASSEN	11	13827	1257	15167	1379	15521	1411	23756	2751
KHRAICIA	20	17690	884	18929	946	19252	962	27910	1837
TOTAL	808.89	256242 8	524876	268342 9	544359	2733337	551820	294746 1	369141

Tab.A.6 Tableau de la classification des communes d'Alger en fonction de degré d'urbanisation (ONS).

Code géo	Nom commune	Taux d'urbanisation		Taux d'accroissement annuel moyen entre 1998 et 2008			Classification
		1998	2008	Pop. Rurale	Pop. Urbaine	Pop. totale	
1601	ALGER CENTRE	100	100		-2.44	-2.44	T.U
1602	SIDI M'HAMED	100	100		-2.87	-2.87	T.U
1603	EL MADANIA	100	100		-2.44	-2.44	T.U
1604	HAMMA ANASSERS	100	100		-2.96	-2.96	T.U
1605	BAB EL OUED	100	100		-3.02	-3.02	T.U
1606	BOLOGHINE	100	100		0.13	0,13	T.U
1607	CASBAH	100	100		-3.16	-3,16	T.U
1608	OUED KORICHE	100	100		-1.46	-1,46	T.U
1609	BIR MOURAD RAIS	100	100		0.48	0,48	T.U
1610	EL BIAR	100	100		-1.06	-1,06	T.U
1611	BOUZAREAH	100	100		1.97	1,97	T.U
1612	BIR KHADEM	100	100		3.56	3,56	T.U
1613	EL HARRACH	100	100		0.15	0,15	T.U
1614	BARAKI	94,12	99,04	-15.06	2.58	2,05	P.U
1615	OUED SMAR	100	100		4.19	4,19	T.U
1616	BOUROUBA	100	100		-0.79	-0,79	T.U
1617	HUSSEIN DEY	100	100		-2.05	-2,05	T.U
1618	KOUBA	100	100		-0.05	-0,05	T.U
1619	BACH DJERRAH	100	100		0.36	0,36	T.U
1620	DAR EL BEIDA	90,64	91,67	4.82	6.19	6,07	P.U
1621	BEB EZZOUAR	100	100		0.48	0,48	T.U
1622	BEN AKNOUN	100	100		-0.30	-0,3	T.U
1623	DELY BRAHIM	98,71	100	-100.00	1.45	1,31	T.U
1624	HAMMAMET	100	100		2.04	2,04	T.U
1625	RAIS HAMIDOU	100	100		2.87	2,87	T.U
1626	DJISR KSENTINA	98,46	98,78	2.49	4.99	4,95	P.U
1627	EL MOURADIA	100	100		-2.57	-2,57	T.U
1628	HYDRA	100	100		-1.39	-1,39	T.U
1629	MOHAMMADIA	100	100		4.10	4,1	T.U
1630	BORDJ EL KIFFAN	100	100		3.95	3,95	T.U
1631	EL MAGHARIA	100	100		0.33	0,33	T.U
1632	BENI MESSOUS	92,21	90,88	9.38	7.50	7,65	P.U

1633	LES EUCALYPTUS	86.43	89.35	-0.56	2.26	1.91	P.U
1634	BIRTOUTA	34.85	44.63	1.79	6.12	3.49	P.R
1635	TASSALA EL MERDJA	0	53.62	-3.87	-	3.97	MI
1636	OULED CHEBEL	0	43	-3.58	-	2.08	P.R
1637	SIDI MOUSSA	78.37	75.8	5.11	3.57	3.92	P.U
1638	AIN TAYA	96.33	97.32	-1.58	1.70	1.6	P.U
1639	BORDJ EL BAHRI	100	100		6.68	6.68	T.U
1640	EL MARSA	0	100	-100.00	-	3.3	T.U
1641	HARAOUA	70.71	88.41	-5.04	6.71	4.32	P.U
1642	ROUIBA	75.13	87.82	-4.91	3.86	2.23	P.U
1643	REGHAIA	83.59	92.09	-4.70	3.63	2.62	P.U
1644	AIN BENIAN	96.97	96.99	2.66	2.75	2.74	P.U
1645	STAOUELI	79.15	91.43	-6.72	3.58	2.08	P.U
1646	ZERALDA	79.58	82.53	2.97	5.00	4.61	P.U
1647	MAHELMA	0	0	3.48	-	3.48	T.R
1648	RAHMANIA	0	0	2.57	-	2.57	T.R
1649	SOUIDANIA	0	61.59	-5.62	-	4	MI
1650	CHERAGA	67.36	90.75	-9.36	6.17	3	P.U
1651	OULED FAYET	51.87	93.31	-13.04	12.75	6.23	P.U
1652	EL ACHOUR	90.96	95.5	0.46	8.37	7.83	P.U
1653	DRARIA	56.66	97.15	-18.95	12.82	6.81	P.U
1654	DOUERA	45.04	93.98	-17.53	11.19	3.19	P.U
1655	BABA HASSEN	81.16	93.45	-5.09	7.16	5.64	P.U
1656	KHRAISSIA	45.56	65.24	0.08	8.62	4.73	MI
1657	SAOULA	83.71	89.84	-1.89	3.66	2.92	P.U

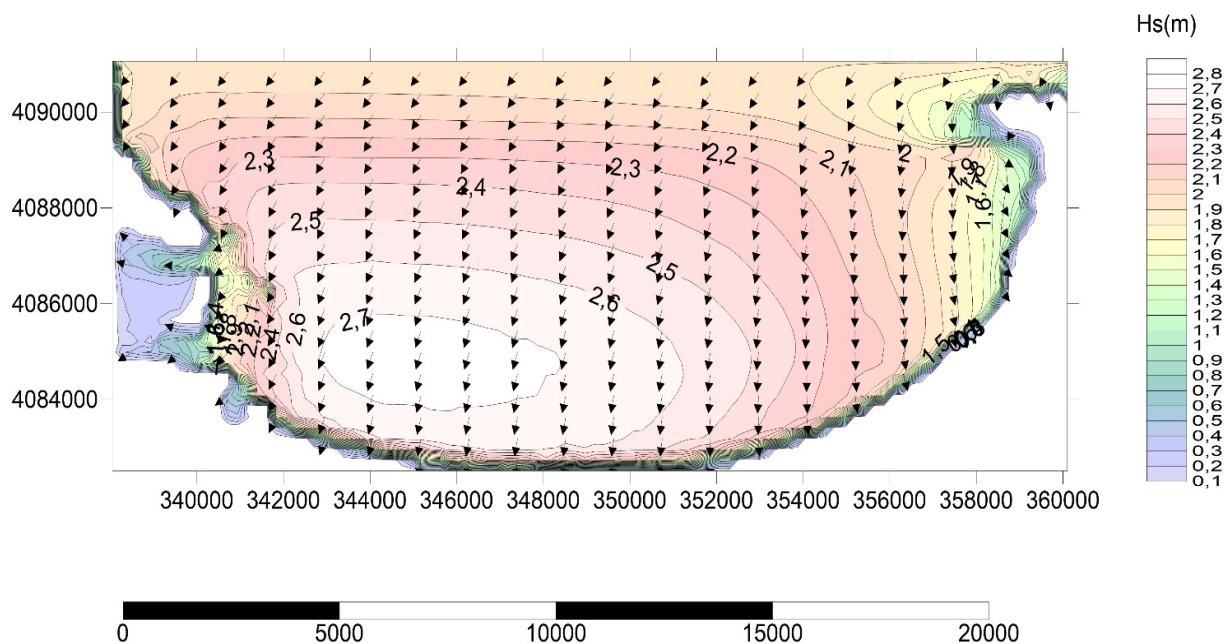


Fig.A.1. Réfraction de la houle pour une direction 270°N et une période de 9s.



Fig.A.2. Carte représentatif du trait de côte de l'année 2013.

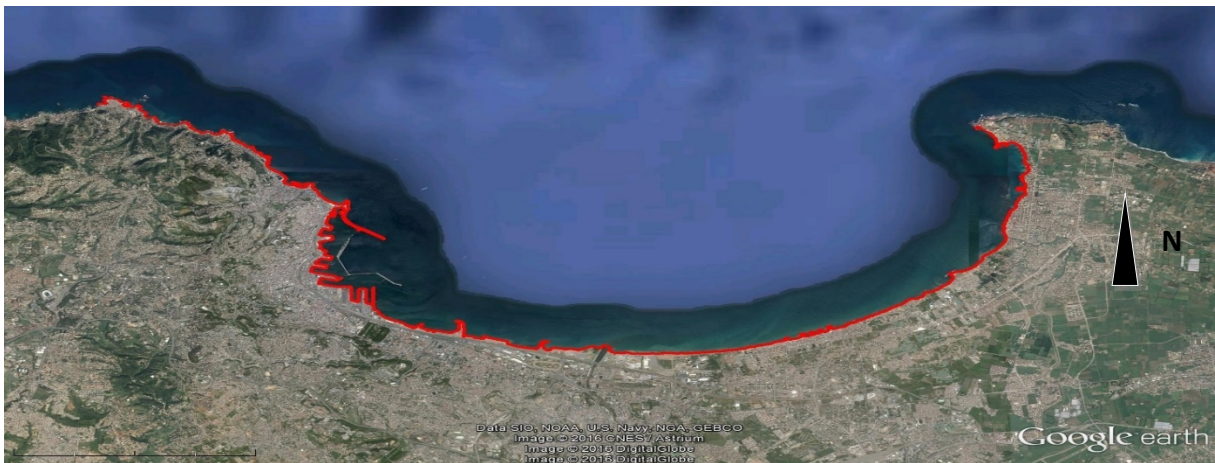


Fig.A.3. Carte représentatif du trait de côte de l'année 2016.



Fig.A.4. Carte de l'évolution du trait de côte entre 2013 et 2016.

Thème : Apport de la variable socio-économique sur l'évaluation de la vulnérabilité côtière -Cas la baie d'Alger-

Résumé :

la vulnérabilité est définie comme étant «le degré auquel une unité à risque est susceptible de subir des dommages via l'exposition à une perturbation ou à une contrainte, et la capacité de l'unité à risque de faire face, de s'en sortir ou de s'adapter de manière fondamentale ou de disparaître (KASPERSON et al., 2002).

La baie d'Alger est davantage vulnérable parce qu'elle est soumise à de multiples risques naturels (inondation...etc.), elle est aussi touchée par le changement climatique et d'autres facteurs tels que la littoralisation et la pression démographique.

C'est pour cela une étude de la vulnérabilité côtière est faite afin d'évaluer la vulnérabilité côtière dans la baie d'Alger.

Selon les données qu'on a eu et à l'aide de l'indice de la vulnérabilité côtière multi-échelle, on a pu signaler un risque élevé dans la quasi-totalité de la baie d'Alger, avec la présence de quelques anomalies représentées par l'extrême Ouest (Rais Hamidou) et Est (Cap Matifou), ces derniers sont moins vulnérables avec une cotation de l'ordre de 3 qui reflète un risque modéré.

Mots clés :

Vulnérabilité, enjeux, alea, risque, résilience, adaptation, capacité d'adaptation, indice de la vulnérabilité côtière multi-échelles, sous indices caractéristiques côtière, Sous-indice du forçage côtier, Sous-indice socio-économique.

abstract:

Vulnerability is defined as "the degree to which a risk to unit may be damaged through exposure to a disturbance or stress, and the ability of the unit to risk to cope, to get by or adapt fundamentally or disappear (Kasperson et al., 2002).

The Bay of Algiers is more vulnerable because it is subject to multiple natural hazards (floods ... etc.), It is also affected by climate change and other factors such as coastal development and population pressure.

That is why a study of coastal vulnerability is made to assess coastal vulnerability in the Bay of Algiers.

According to data we had and with the index of the coastal multiscale vulnerability, it could signal a higher risk in nearly all of the Bay of Algiers, with the presence of some anomalies represented by the extreme West (Rais Hamidou) and East (Matifou), they are less vulnerable with a rating of about 3 that reflects a moderate risk.

Keywords :

Vulnerability issues, randomness , risk, resilience , adaptation, resilience , coastal vulnerability index of multi-scale , coastal features as indices Subindex coastal forcing socioeconomic Subindex.

ملخص

ويعرف الضعف بأنه "الدرجة التي تشكل خطرا على وحدة قد يكون معطوبا من خلال التعرض لاضطراب أو الإجهاد، وقدرة وحدة للمخاطرة للتعامل، للحصول على جانب أو التكيف بشكل أساسي أو تختفي (Kasperson وآخرون، 2002). خليج الجزائر هي أكثر عرضة لأنها تخضع للأخطار الطبيعية المتعددة (الفيضانات ... الخ)، وتتأثر أيضا بتغير المناخ وعوامل أخرى مثل التنمية الساحلية والضغط السكاني. وهذا هو السبب يتم إجراء دراسة تأثير السواحل لتقييم تأثير السواحل في خليج الجزائر العاصمة. ووفقا لبيانات كان لدينا ومع مؤشر لضعف متعددة النطاقات الساحلية، فإنه قد يكون مؤشرا على مخاطر أكبر في ما يقرب من جميع من خليج الجزائر، مع وجود بعض الحالات الشاذة ممثلة الغرب المدقع (رايس حميدو) والشرق (Matifou)، هم أقل عرضة مع تصنيف من حوالي 3 يعكس خطر معتدل.

كلمات البحث:

مسائل الضعف ، العشوائية ، والمخاطر ، والمرونة ، والتكيف ، والمرونة ، ومؤشر الضعف الساحلي متعددة النطاقات ، وميزات الساحلية المؤشرات مؤشر قطاع الساحلي مما اضطر مؤشر قطاع الاجتماعي والاقتصادي .