

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

Ecole 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'INGÉNIEUREN SCIENCES DE LA MER

Spécialité : AMÉNAGEMENT DU LITTORAL

Thème :

**LA VULNERABILITE ET LA GESTION DE LA ZONE CÔTIÈRE : CAS
DE LA COMMUNE DE BOU ISMAIL.**

Présenté par :

- LOUNI Abderahmane

Soutenu le 13/07/2017 devant la commission du jury suivant :

BACHARI-HOUMA F.	Professeur	Présidente
BELKESSA Rabah	Professeur	Co-promoteur
LARID Mohammed	Maitre de conférences A	Promoteur
OTHMANI Hosseyn	Maitre assistant A	Examineur
AOUDJ Cherif	Cadre au MICLAT	Examineur
MEZHOUD A.	Enseignant	Invité

Promotion : 2016/2017

Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions Dieu le tout puissant pour nous avoir donné la santé, le courage et la volonté, pour réaliser ce modeste travail.

Je rends hommage et je remercie particulièrement mon promoteur le regretté Monsieur **LARID M.** pour l'aide m'apporté et ses orientations qui m'ont permis de mener à merveille ce travail. L'Homme, qui sans lui ce jour n'aurait pas eu lieu.

Je tiens à remercier Madame la Professeur **BACHARI-HOUMA F.** qui nous a fait Honneur, d'accepter de présider le jury de cette soutenance.

Mes chaleureux remerciements au Professeur **BELKESSA R.** d'avoir accepté de codiriger ce travail, ainsi que pour son aide et ses orientations pour finaliser ce travail.

Je tiens aussi exprimer ma reconnaissance à Monsieur **OTMANI H,** Maître assistant A (ENSSMAL), pour avoir accepté d'examiner ce travail, et de m'avoir aidé à chaque fois que je lui demande.

Mes remerciements également à Monsieur **AOUDJ C.** cadre (MICLAT), pour avoir accepté d'examiner ce travail et pour tout l'aide qu'il m'a apporté, notamment, dans la réalisation de ce travail. Je le remercie pour avoir toujours été présent et pour ses conseils et ses encouragements.

Mes remerciements spéciaux s'adressent à Monsieur **MEZHOUD A.** enseignant (ENSSMAL), pour toutes ses remarques précieuses ainsi que pour son encadrement, même s'il n'était pas officiellement mon promoteur, mais il n'a jamais hésité de me tendre la main de l'aide à chaque fois que je lui demande. Je le remercie aussi d'avoir accepté mon invitation pour être présent ici aujourd'hui comme examinateur et invité d'honneur en même temps.

Je tiens aussi à remercier mes parents qui m'ont donné la force de surmonter tous mes parcours pendant ces années d'études. Mes chaleureux remerciements aussi à tous mes camarades de ma promotion qui m'ont encouragé durant toute la période de réalisation de ce travail.

Je remercie toute personne qui a pu contribuer à ce modeste travail du près ou de loin. Finalement, merci à vous, lecteurs, pour l'intérêt que vous portez à ce manuscrit.

Dédicaces

« Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, à mes sœurs, à toute ma famille et à tous mes amis ».

Citation

« Vivre, c'est la chose la plus rare au monde. La plupart des gens ne font qu'exister ».

Oscar WILDE

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Représentation du risque côtier (Leone et Vinet, 2011).....	5
Figure I.2 : Les variables utilisées pour un IVC multi-échelle en Irlande du Nord (McLaughlin et Cooper, 2010).....	8
Figure I.3 : Illustration du diagramme de vulnérabilité (LARID, 2015).....	12
Figure I.4 : Carte de la délimitation de la zone d'étude.....	13
Figure I.5 : Cadastre administratif de la commune de Bou Ismail.....	14
Figure I.6 : Situation géographique et localisation de la baie de Bou Ismail.	15
Figure I.7 : Coupe stratigraphique synthétique du tyrrhénien dans la baie de Bou Ismail. (Betrouni, 1983).....	16
Figure I.8 : Carte topographique de la baie de Bou Ismail (Leclaire, 1972).	17
Figure I.9 : Carte sédimentologique de la baie de Bou Ismail (LEM, 1998).....	18
Figure II.1 : Falaise basses près du rivage de la région de Bou Ismail.	25
Figure II.2 : Enrochement naturel longeant une partie de la côte de Bou Ismail.....	25
Figure II.3 : Carte de vulnérabilité côtière selon la géomorphologie de la côte de Bou Ismail.	26
Figure II.4 : Modèle numérique du terrain de la baie de Bou Ismail.	27
Figure II.5 : Carte de la vulnérabilité côtière selon la pente de la région de Bou Ismail.	27
Figure II.6 : Carte de la vulnérabilité côtière selon l'élévation de niveau de la mer de la côte de Bou Ismail.....	29
Figure II.7 : Carte de la bathymétrie de la région de Bou Ismail.....	30
Figure II.8 : Hauteurs significatives des vagues de direction Nord-Ouest dans la région de Bou Ismail.	31
Figure II.9 : Carte de la vulnérabilité côtière selon la hauteur moyenne des vagues de la côte de Bou Ismail.....	31
Figure II.10 : Carte de la vulnérabilité côtière selon le marnage de la côte de Bou Ismail.	32
Figure II.11 : Carte de la vulnérabilité côtière selon le relief de la région de Bou Ismail.	33
Figure II.12 : Pourcentage des classes de la vulnérabilité physique.	34
Figure II.13 : Carte de la vulnérabilité côtière physique.	35
Figure III.1 : Carte d'occupation du sol du domaine littoral de Bou Ismail (LEM, 1998 Modifiée).....	38
Figure III.2 : Cimetière chrétien près du rivage de la commune de Bou Ismail.....	39

Figure III.3 : Carte de la vulnérabilité côtière selon le patrimoine culturel de la région de Bou Ismail.	39
Figure III.4 : Rerésentation de l'urbanisation excessive au bord du littoral de Bou Ismail.	40
Figure III.5 : Carte de la vulnérabilité côtière selon l'occupation du sol de la région de Bou Ismail.....	41
Figure III.6 : Carte de la vulnérabilité côtière selon la population de la région de Bou Ismail.	42
Figure III.7 : Réalisation d'une route près du rivage de la commune de Bou Ismail.	43
Figure III.8 : Carte de la vulnérabilité côtière selon les routes et les voies ferrées de la côte de Bou Ismail.....	43
Figure III.9 : Rejet industriel dans la région de Bou Ismail.	44
Figure III.10 : Rejet domestiques émergé dans la région de Bou Ismail.	44
Figure III.11 : Déchets domestiques dans la région de Bou Ismail.	45
Figure III.12 : Carte de la vulnérabilité côtière selon la pollution dans la région de Bou Ismail.....	45
Figure III.13 : Pourcentage des classes de la vulnérabilité socio-économique.	46
Figure III.14 : Carte de la vulnérabilité socio-économique côtière de la commune de Bou Ismail.....	47
Figure IV.1 : Schéma récapitulatif des limites de conformité des aménagements aux articles de la loi littorale.	58
Figure IV.2 : Carte de la vulnérabilité institutionnelle de la région de Bou Ismail.	59
Figure IV.3 : Constructions en cours de réalisation longeant la côte de Bou Ismail.	60
Figure IV.4 : Route à deux chaussée parallèle au rivage de la côte de Bou Ismail.....	61
Figure V.1 : Diagramme de vulnérabilité.	64
Figure V.2 : Carte de la vulnérabilité systémique global de la région de Bou Ismail.	66

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Niveaux de vulnérabilité côtière.....	11
Tableau I.2 :Grille de cotation des indices de vulnérabilité (LARID, 2015).	11
Tableau I.3 : Classes de vulnérabilité (LARID, 2015).....	11
Table II.1 :Niveaux de sensibilité côtière appliqués pour les CVIphy(Gornitz, 1994).	23
Table II.2 : Hauteurs des vagues annuelles selon les direction.....	30
Table II.3 : Les classes de la vulnérabilité physique.	34
Table III.1 : Les variables socio-économiques utilisées pour le calcul de l'indice de vulnérabilité socio-économique (Mclaughlin et al., 2010, Modifié).....	37
Table III.2 : Classes de la vulnérabilité socio-économique.....	46
Table IV.1 : Récapitulatif des lois en matière de gestion et de protection du littoral algérien.	52
Table IV.2 :Sensibilité de la vulnérabilité côtière du CVIi.....	58
Table V.1 : Cotation de différents indices.....	65

LISTE DES ACRONYMES

BCL : Bloc cubique rainuré.

CCC : Conseil de coordination côtier.

CVI ou IVC : Indice de vulnérabilité côtière.

CNDRB : Centre national des développements et des recherches biologiques.

CNFE : conservatoire national de formation environnementale.

CNL : Commissariat National du Littoral.

CNRDPA : Centre national de recherche et développement de la pêche et de l'aquaculture.

DIREN : Direction régionale de l'environnement.

FL : Le fond littoral.

GIEC : Groupe d'experts intergouvernementaux d'évolution sur le climat.

GIZC : Gestion intégrée des zones côtières.

LEM : Laboratoire d'études maritimes.

MATE : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

ONM : Office national de météorologie.

PCB : Plan côtier de la commune de Bou Ismail.

PDAU : Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme.

PIU : Plans d'intervention d'urgence.

POS : Plan d'occupation du sol.

PPRL : Plans de prévention des risques littoraux.

RRA : Approche du risque régional.

SIG : Système d'information géographique.

STEP : Station d'épuration.

SWAN : Simulating waves nearshore.

UNEP : Programme des nations unies pour l'environnement.

Vphy : Vulnérabilité physique.

Vse : Vulnérabilité socio-économique.

Vi : Vulnérabilité institutionnelle.

Vg : Vulnérabilité globale.

ZET : Zone d'expansion touristique.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES.....	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	vi
LISTE DES ACRONYMES	vii
TABLE DES MATIERES	ix
CHAPITRE I : CHAPITRE INTRODUCTIF.....	2
I.1. Introduction.....	2
I.2. Notions et concepts	4
I.2.1. Vulnérabilité	4
I.2.2. Risque côtier	5
I.2.3. Aléa	5
I.2.4. Résilience.....	6
I.2.5. Conclusion	6
I.3. Mise au point sur le CVI.....	6
I.3.1. Le CVI selon différents auteurs	6
I.3.2. Le CVI et ses limites	8
I.3.3. Les méthodes d'évaluation de la vulnérabilité.....	9
I.3.3.1. Les méthodes basées sur la production d'indice de vulnérabilité.....	9
I.3.3.2. Les méthodes basées sur l'utilisation du SIG	9
I.3.3.3. Les méthodes basées sur des modèles dynamiques informatiques (McLeod et al., 2010)	9
I.4. Construction de l'outil.....	9
I.4.1. Approche de conception de la vulnérabilité systémique	9
I.4.2. Cotation de la vulnérabilité systémique	10
I.4.3. Représentation de l'indice global.....	11
I.4.4. Délimitation de la zone d'étude	12

I.5.	Présentation de la zone d'étude.....	13
I.5.1.	Situation géographique (Baie de Bou Ismail).....	13
I.5.2.	Caractéristiques de la zone d'étude.....	15
I.5.2.1.	Géologie.....	15
I.5.2.2.	Géomorphologie.....	16
I.5.2.3.	Sédimentologie.....	17
I.5.2.4.	Conditions météorologiques	18
I.5.2.4.1.	Climats.....	18
I.5.2.4.2.	Vents	18
I.5.2.4.3.	Températures et précipitations.....	18
I.5.2.5.	Hydrodynamisme.....	19
I.5.2.5.1.	Courants.....	19
I.5.2.5.2.	Houles.....	19
I.5.3.	Les facteurs influents sur la zone d'étude	19
I.5.3.1.	Pollution marine.....	19
I.5.3.2.	Evolution de trait de côte	20
I.5.3.3.	Changements climatiques.....	20
I.5.3.4.	Submersion marine.....	20
CHAPITRE II : LA VULNERABILITE PHYSIQUE		23
II.1	Présentation du CVI physique (Gornitz, 1994).....	23
II.2	Exposé et calcul des paramètres.....	24
II.2.1	La géomorphologie	24
II.2.1.1	Collecte de données.....	24
II.2.1.2	Résultats et interprétation	24
II.2.2	La pente côtière	26
II.2.2.1	Collecte de données.....	26
II.2.2.2	Résultats et interprétation	27

II.2.3	Elévation du niveau de la mer.....	28
II.2.3.1	Collecte de données.....	28
II.2.3.2	Résultats et interprétation	28
II.2.4	La hauteur moyenne des vagues	29
II.2.4.1	Collecte de données.....	29
II.2.4.2	Résultats et interprétation	31
II.2.5	Le marnage	32
II.2.5.1	Résultats et interprétation	32
II.2.6	Le relief.....	33
II.2.6.1	Collecte de données.....	33
II.2.6.2	Résultats et interprétation	33
II.3	Présentation et commentaire du CVIphy.....	34
CHAPITRE III : LA VULNERABILITE EN RAPPORT AVEC LES ENJEUX		37
III.1.	Présentation des variables socio-économiques	37
III.2.	Collecte de données.....	38
III.3.	Exposé et calcul des paramètres.....	38
III.3.1	Patrimoine culturel	38
III.3.1.1	Résultats et interprétation	39
III.3.2	Occupation du sol.....	40
III.3.2.1	Résultats et interprétation	40
III.3.3	Population	41
3.3.3.1	Résultats et interprétation	41
III.3.4	Equipements et infrastructures.....	42
III.3.4.1	Résultats et interprétation	42
III.3.5	Pollution.....	43
III.3.5.1	Résultats et interprétation	44
III.4.	Présentation et commentaire du CVIse	45

CHAPITRE IV : LA VULNERABILITE INSTITUTIONNELLE	48
IV.1. Perception de risque côtier.....	49
IV.1.1 Les séismes	49
IV.1.2 L'érosion des sols.....	49
IV.1.3 Les risques climatiques.....	50
IV.1.4 Les inondations	50
IV.1.4.1 Les écoulements.....	50
IV.1.4.2 Les stagnations d'eau au niveau des embouchures.....	50
IV.1.5 Les feux de forêts	51
IV.1.6 Les risques industriels et énergétiques	51
IV.2. Contexte règlementaire.....	52
IV.2.1 Lois.....	52
IV.2.2 Décrets	53
IV.3. Instruments de gestion, de lutte et de prévention des risques côtiers.....	54
IV.3.1 Instruments de gestion du littoral.....	54
IV.3.2 Instruments de prévention.....	57
IV.4. Représentation de la vulnérabilité institutionnelle	57
CHAPITRE V : LA MESURE DE LA VULNERABILITE SYSTEMIQUE	64
V.1. Représentation graphique des 3 indices	64
V.2. Evaluation des 3 indices de vulnérabilité.	64
V.3. Estimation et commentaire d'un indice global de vulnérabilité	65
CONCLUSION GENERALE	68
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	71
ANNEXES	74

Chapitre I :
Chapitre introductif.

I.1. Introduction

Les littoraux constituent des environnements fragiles dans lesquels se manifestent de multiples facteurs d'évolution aux actions, interactions et rétroactions complexes. Les hommes doivent savoir utiliser ces milieux sans en abuser (PASKOFF R, 1992).

La zone côtière algérienne qui se situe au sud du bassin méditerranéen est tout le temps vulnérable, elle est presque soumise à de multiples risques telles que les inondations, les séismes, les tsunamis, la sécheresse, d'autre part les phénomènes comme l'érosion et la submersion marine prennent actuellement des proportions très alarmantes et inquiétantes à la fois (GIEC, 2007).

Selon le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), actuellement, 40 % de la population mondiale vit à moins de 100 km de la mer. C'est pourquoi la protection de ces régions contre les risques naturels côtiers revêt une importance majeure.

En effet, la conjugaison des forts aléas littoraux et d'enjeux considérables concentrés sur un espace réduit crée une grande vulnérabilité sur la frange côtière.

La commune de Bou Ismail qui se situe au centre de l'Algérie dans la wilaya de Tipaza et qui fait l'objet de notre projet de fin d'étude, s'étend sur une six kilomètres de linéaire côtier, qui revêt une importance économique, sociale et écologique, dont le tourisme, la pêche et l'agriculture sont les activités économiques majeures de la côte de cette commune et leur développement est conditionné par leur vulnérabilité. Cette dernière, qui a fait l'objet de plusieurs études et travaux de recherches scientifiques, est devenu une préoccupation mondiale.

Dans le domaine de la gestion des zones côtières, la question de la vulnérabilité est abordée en rapport avec les processus physique (morphologie, bathymétrie, hydrodynamique). Des propositions de calcul d'indices de vulnérabilité ont été faites (CVI GORNITZ, 1991). Il s'agit donc de déterminer des géoindicateurs en ce sens pour la zone côtière de Bou Ismail.

En deuxième partie la problématique consiste à montrer l'insuffisance de cet Indice physique de vulnérabilité qu'il faut compléter par une approche systémique de cette dernière et qu'il convient de placer au cœur de la gestion du risque côtier. Plus pertinemment, notre

Chapitre I : Chapitre introductif.

problématique s'inscrit dans l'idée que l'approche et la connaissance de la vulnérabilité physique n'est pas suffisante pour la gestion des risques côtiers. Il faut le compléter par les caractères sociétaux et institutionnels.

En dernier point il s'agit de dégager des pistes de réflexion pour une démarche de mesure de cet indice global de Vulnérabilité.

Dans ce cas notre objectif de travail est de :

- Reconnaissance de la zone côtière de Bou Ismail (évolution et état de lieux).
- Etude et cartographie des processus et nuisances.
- Mise en évidence de la vulnérabilité côtière en rapport avec les facteurs physiques, les instruments de gestion et d'occupation du littoral et la perception du risque côtier.
- Démarche pour la mesure de la vulnérabilité globale, face au risque côtier.

Notre présent travail, consiste à suivre une démarche afin de mener à termes nos objectifs. Pour cela, un indice de vulnérabilité côtière global sera élaboré, pour évaluer le degré de vulnérabilité de notre zone d'étude.

Ce travail est subdivisé en cinq chapitres, comme suit :

Chapitre I : Chapitre introductif

Consacrer aux notions fondamentales, dont le contexte du problème (la vulnérabilité côtière), problématique, objectif, démarche, présentation du domaine littoral de la commune de Bou Ismail.

Chapitre II : La vulnérabilité physique

Evaluation de la vulnérabilité côtière physique, explication, méthodologie, application et analyse de l'indice CVI (GORNITZ, 1991), afin d'identifier les secteurs les plus exposés aux risques naturels côtiers.

Chapitre III : Les enjeux socioéconomiques

Explication, méthodologie, réflexion autour d'un indice combinant des variables socio-économiques, afin d'identifier les secteurs ayants des valeurs sociales et économiques, et qui présentent un enjeu qui doit être protégé face aux risques anthropiques côtiers.

Chapitre IV : Les aspects de gestion

Identification, évaluation et analyse des instruments, institutions et lois en rapport avec la gestion de la vulnérabilité côtière et les réponses prévues par les autorités territoriales compétentes.

Chapitre V : Mesure de l'indice global de vulnérabilité

Méthodologie de représentation et d'évaluation de l'indice global de vulnérabilité.

I.2. Notions et concepts

I.2.1. Vulnérabilité

La susceptibilité des enjeux côtiers naturels tel que (érosion /submersion...) et anthropiques comme (pression démographiques, le bâti, activités industrielles...) à subir des dommages due à l'exposition de ces derniers (LEONE et VINET, 2011). C'est-à-dire, le degré de dommages subis par ces enjeux, exprimés en valeur absolue ou en pourcentage du total.

Il y a diverses définitions de la vulnérabilité selon les pays, les époques et les domaines traités. Il n'existe pas de vulnérabilité intrinsèque mais une vulnérabilité pour chacun des aléas concernés. La vulnérabilité dépend des éléments exposés et de leurs résistances, comportements, etc. Elle est caractéristique du site à un moment donné. Elle est modulable et évolutive en fonction de l'activité humaine. Cette définition de la vulnérabilité semble très restrictive et lui est opposée, depuis une dizaine d'année, une nouvelle définition qui traduit la fragilité d'un système dans son ensemble et sa capacité à surmonter la crise provoquée par l'aléa. (DAUPHINE, 2001).

La vulnérabilité fait référence à l'impact du phénomène sur la société, c'est justement l'accroissement de la vulnérabilité des enjeux qui augmente l'incidence des risques naturels. Le bureau des secours des Etats-Unis définit la vulnérabilité comme : "le degré de pertes d'un élément ou d'un ensemble d'éléments à risque résultant de l'occurrence d'un phénomène naturel d'une ampleur donnée. Il est exprimé sur une échelle de 0 (pas de dégâts) à 1 (dégâts total)". La vulnérabilité intéresse et concerne de nombreux acteurs impliqués dans l'aménagement et la gestion du territoire ou des structures (bâtiments, etc.), elle dépend fortement de la réponse de la population face au risque. (GALLOPIN, 2006).

I.2.2. Risque côtier

Le risque est défini en tant qu'un événement dommageable, doté d'une certaine probabilité, conséquence d'un aléa survenant dans un milieu vulnérable. (BOURRELIER P H, 1997)

Le risque résulte de la combinaison d'un (ou de plusieurs) aléa(s) d'un niveau donné (intensité) avec les enjeux.

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. (LEONE et VINET, 2011).

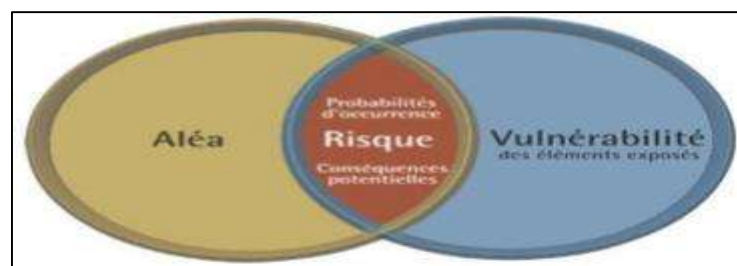


Figure I.1 : Représentation du risque côtier (LEONE et VINET, 2011).

I.2.3. Aléa

L'aléa, ou événement ou processus, doit être défini par une intensité (pourquoi et comment ?), une occurrence spatiale (où ?) et temporelle (quand ? durée ?). L'intensité traduit l'importance d'un phénomène (DAUPHINE, 2001). Elle peut être mesurée (hauteur d'eau pour une inondation, magnitude d'un séisme) ou estimée (durée de submersion, vitesse de déplacement).

L'aléa est considéré comme un événement d'origine naturelle ou humaine potentiellement dangereux dont on essaie d'estimer l'intensité et la probabilité d'occurrence par l'étude des périodes de retour ou des prédispositions du site (GARRY *et al.*, 1997) ; Le terme aléa fait référence à la probabilité qu'un phénomène d'une certaine étendue, intensité et durée, entraînant des conséquences négatives, a de se produire. Ce premier aspect de la notion de risque fait l'objet de l'analyse des périodes de retour et de représentation cartographique (cartes de fréquence).

Donc pour résumer, l'aléa représente la probabilité d'occurrence d'un processus physique dans le cas d'un risque naturel. (LEONE et VINET, 2011).

I.2.4. Résilience

La résilience est la capacité d'un système à absorber un choc ou une perturbation en développant ses fonctions, sa structure et son identité à travers le rétablissement ou la réorganisation du système (CHAPIN, 2009). Elle est caractérisée par l'ampleur des perturbations que peut absorber un système avant qu'il change radicalement sa structure et ses fonctions ainsi que sa capacité à s'organiser et s'adapter aux nouvelles circonstances émergentes (ADJER, 2006). La réponse aux perturbations extérieures va dépendre de plusieurs facteurs : le contexte, les connexions entre ses différentes échelles et de son état au moment du choc. On peut considérer qu'il existe un seuil de changements qu'un système ne doit pas dépasser pour être considéré comme résilient. La résilience peut donc disparaître si le seuil d'absorption des chocs par le système est dépassé, entraînant un trop grand changement du système ou de ses fonctions (WALKER et SALT, 2006).

La résilience est la capacité à récupérer un fonctionnement normal suite aux conséquences d'un événement non souhaité. (DAUPHINE, 2001).

I.2.5. Conclusion

Parmi toutes ces notions on considère la vulnérabilité comme étant la question centrale dans la perception et la gestion du risque côtier. Sur ce, on tentera de répondre à notre hypothèse en faisant une étude de cas pour la zone côtière de la commune de Bou Ismail. On rappelle que notre but est de contribuer au développement de la notion systémique de la vulnérabilité à travers laquelle la réponse au risque côtier est plus complète et plus efficace, par la combinaison de plusieurs paramètres naturels, socio-économiques et institutionnels.

I.3. Mise au point sur le CVI

I.3.1. Le CVI selon différents auteurs

- L'indice de vulnérabilité côtière (CVI) est l'une des méthodes les plus couramment utilisées et simples pour évaluer la vulnérabilité des côtes, notamment en raison de l'érosion et / ou inondation (GORNITZ, 1991).
- ÖZYURT *et al.* (2009) a développé un indice de vulnérabilité côtière pour évaluer les impacts induits par l'élévation du niveau de la mer. L'indice est déterminé par l'intégration

de 5 sous-indices, chacun correspondant à un impact spécifique à une éventuelle élévation du niveau de la mer.

- SZLAFSZTEIN et STERR (2007) ont formulé un indice combinant un certain nombre de variables distinctes qui reflètent les caractéristiques naturelles et socio-économiques qui contribuent à la vulnérabilité côtière due aux risques naturels. La méthode de classification utilisée est l'algorithme de pauses naturelles de Jenks. Par conséquent, chacune de ces variables est pondérée en fonction de son importance dans la détermination de la vulnérabilité des zones côtières aux risques naturels.

- MCLAUGHLIN et COOPER (2010) ont développé un IVC multi-échelle. L'indice intègre trois sous-indices :

(1) un sous-indice caractéristique côtière, décrivant la résilience et la vulnérabilité du littoral à l'érosion.

(2) un sous-indice de forçage côtier, caractérisant les variables de forçage qui contribuent à l'érosion côtière induite par les vagues.

(3) et un sous-indice socio-économique, décrivant des cibles potentiellement à risque.

Le calcul de chaque sous-indice est déterminé sur la base de diverses variables, dont l'identification spécifique (nombre et typologie) dépend de l'échelle de l'application considérée.



Figure I.2 : Les variables utilisées pour un IVC multi-échelle en Irlande du Nord (MCLAUGHLIN et COOPER, 2010)

I.3.2. Le CVI et ses limites

La plus grande contrainte du CVI est son incapacité à inclure l'aspect socioéconomique (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).

Des versions récentes du CVI intègrent la composante socio-économique (population, infrastructure, patrimoine), une facette jusqu'à là négligée (PALMER *et al.*, 2011). Cette intégration peut se faire après le calcul de l'IVC ou en intégrant cette composante dans la formule de calcul de l'indice en association avec les variables du milieu physique (RAMIERI *et al.* 2011).

Pour régler ce problème, deux approches sont possibles :

- Utiliser l'indice CVI original avec d'autres indicateurs et intégrer des indices pour représenter d'une façon plus appropriée la complexité du système côtier.
- L'évolution de la formulation de l'indice CVI tenant compte du système socio-économique aussi.

I.3.3. Les méthodes d'évaluation de la vulnérabilité

I.3.3.1. Les méthodes basées sur la production d'indice de vulnérabilité

Les indices produits peuvent être visualisées sous forme de carte de vulnérabilité de code couleur pour mettre en évidence les régions où les facteurs qui contribuent à une modification du littoral peuvent avoir le plus grand potentiel.

I.3.3.2. Les méthodes basées sur l'utilisation du SIG

L'évaluation de la vulnérabilité à risque est une composante clé pour les zones côtières. Par exemple, les analyses de risque multi-modèles décrivent et analysent dans le livre édité par MARCOMINI *et al.* (2009), et en se concentrant sur les zones côtières, des fins de gestion de l'eau. Une méthodologie intégrée d'évaluation des risques régionale (RRA) a été développée et incluse dans la décision système de soutien basé sur le SIG pour l'évaluation des incidences des changements climatiques des zones côtières (TORRESAN *et al.*, 2008).

I.3.3.3. Les méthodes basées sur des modèles dynamiques informatiques (MCLEOD *et al.*, 2010)

- Méthodes sectoriels : Des méthodes basées sur des secteurs particuliers, des thèmes ou échelle d'application.
- Modèles multi échelles et multisectoriels (SIMCLIM ; est un logiciel qui permet d'évaluer les risques relatifs aux changements climatiques).

I.4. Construction de l'outil

Le but est de proposer un outil pour l'évaluation systémique de la vulnérabilité de la zone côtière Communale de Bou Ismail à l'aide d'un indice global. Dans cette partie il s'agira d'un précis méthodologique.

I.4.1. Approche de conception de la vulnérabilité systémique

A la suite de la notion de vulnérabilité systémique (MEUR FEREC *et al.*, 2009), on retient l'hypothèse de la vulnérabilité d'un territoire comme résultante de 3 paramètres : les conditions physiques et naturelles, l'importance des enjeux socioéconomiques et l'efficacité du contexte de régulation. Cette hypothèse permet de formuler un indice global

de vulnérabilité de la zone côtière (CVI), en combinant la vulnérabilité physique (Vphy), la vulnérabilité socioéconomique (Vse) et la vulnérabilité institutionnelle (Vi).

La formulation de cet indice résulte d'une démarche inspirée des approches socio spatiales basées sur la mesure, la cotation et la quantification de l'emprise des sociétés sur le rivage (Hallegouet et al, 1997). Cette démarche a été enrichie et appliquée à l'évaluation d'un indice permettant d'évaluer un processus de GIZC engagé dans la zone humide côtière de Réghaia (LARID, 2015).

I.4.2. Cotation de la vulnérabilité systémique

L'idée est de faire la cotation des 3 types de vulnérabilité ci-dessus (Vphy, Vse et Vi). A l'aide d'une grille de cotation établie pour chacune des 3 vulnérabilités, définies elles-mêmes par des éléments caractéristiques ou indicateurs (e1, e2, e3... en), il s'agit de coter sur une échelle de valeur de 1 à 5 ces éléments selon le degré de vulnérabilité estimé. On propose ensuite de sommer les cotations obtenues (Co), pour déterminer leur proportion par rapport à une situation de référence (Cr), que traduit l'état de vulnérabilité la plus forte. Ainsi le degré de chaque type de vulnérabilité, sera exprimé selon sa proportion (son rapport à cette référence). Ceci nous permet de le positionner dans l'échelle de vulnérabilité graduée de 1 à 5.

Sur la base des niveaux de sensibilités détaillés, un score de 1 à 5 sera attribué pour chaque variable physique :

Score 1 étant le rang de sensibilité très faible. Il est représenté par la couleur **bleue**.

Score 2 la couleur **verte** a été attribuée au risque faible.

Score 3 correspond au rang de sensibilité côtière modérée, représenté par la couleur **jaune**.

Score 4 étant le niveau de risque élevé, auquel la couleur **orange** a été attribuée.

Score 5 relatifs à un niveau de sensibilité très élevée, Il y est représenté par la couleur **rouge**.

Les niveaux de sensibilité des variables sont tirés des travaux de GORNITZ (1991).

Tableau I.1 : Niveaux de vulnérabilité côtière.

	Très faible	Faible	Modéré	Elevé	Très élevé
Score	1	2	3	4	5

Tableau I.2 : Grille de cotation des indices de vulnérabilité (LARID, 2015).

Eléments de l'indice de vulnérabilité	COTATIONS				
	1	2	3	4	5
e 1		*			
e 2		*			
e 3					
↓					
e n				*	
\sum Cotations	\sum Co1	\sum Co2	\sum Co3	\sum Co4	\sum Co5
Caractères des cotations :					
1 : Très Faible , 2 : Faible, 3: Moyen, 4 : Fort, 5 : Très fort					
Pour chaque indice de vulnérabilité					
Cotation de référence	$Cr = \frac{\sum (e1, e2, e3, \dots, en)}{5}$				
Cotation Observée	$Co = \frac{\sum (\sum Co1, \sum Co2, \sum Co3, \sum Co4, \sum Co5)}{5}$				
Indice de vulnérabilité	$Iv = Co / Cr$				

Tableau I.3 : Classes de vulnérabilité (LARID, 2015).

1	2	3	4	5
0 % - 20 %	20 % - 40 %	40 % - 60 %	60 % - 80 %	80 % - 100 %
Très faible	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée

I.4.3. Représentation de l'indice global

On construit ensuite un diagramme pour déterminer l'indice global de vulnérabilité de la zone côtière (CVI). Celui-ci, peut être obtenu à partir d'une figure tridimensionnelle établie sur un programme personnalisé dans le Radar d'Excel. Le triangle est gradué de 0 à 5 (niveaux de vulnérabilité) sur les 3 axes (représentant les 3 types de vulnérabilité) joignant son centre à chacun de ses sommets.

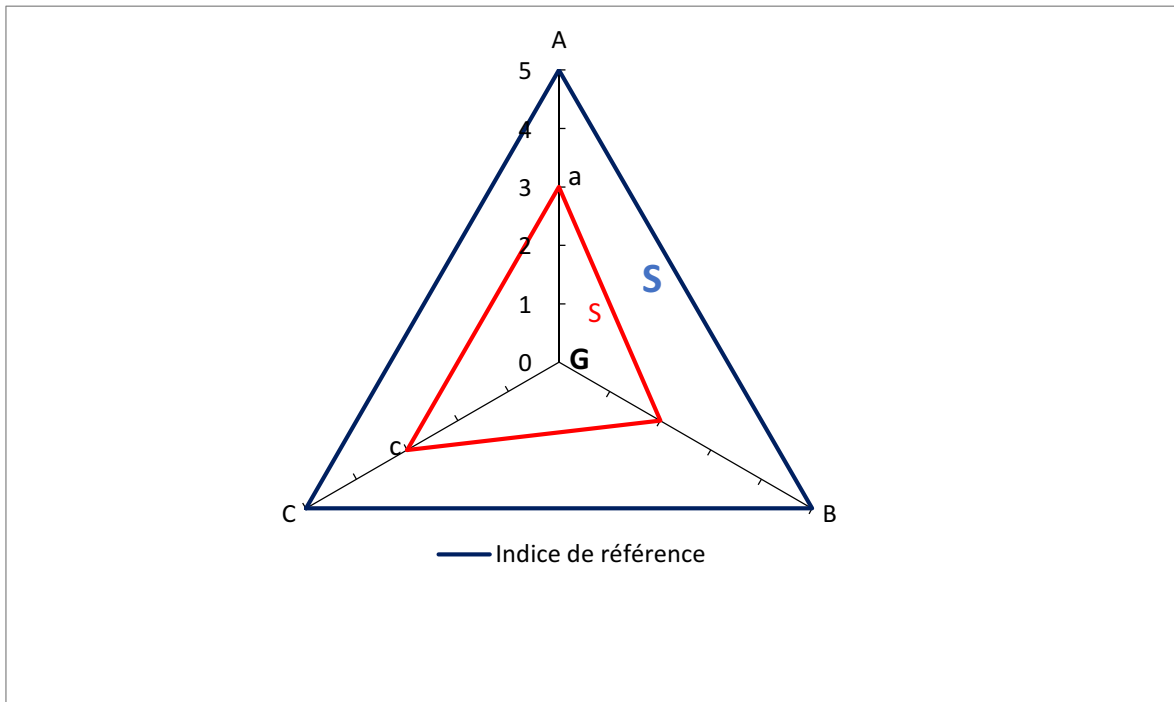


Figure I.3 : Illustration du diagramme de vulnérabilité (LARID, 2015).

I.4.4. Délimitation de la zone d'étude

Etant donné que notre zone d'étude est incluse dans un territoire limité administrativement (commune de Bou Ismail), nous évaluerons sa vulnérabilité à l'échelle régionale.

Notre étude est faite selon une portion du territoire littoral (les cellules), on a décidé de travailler sur des cellules de 100x100 m parallèlement et perpendiculairement au trait de côte, et comme résultats on a eu un nombre de 73 cellules pour un linéaire côtier d'environ 6 Km.

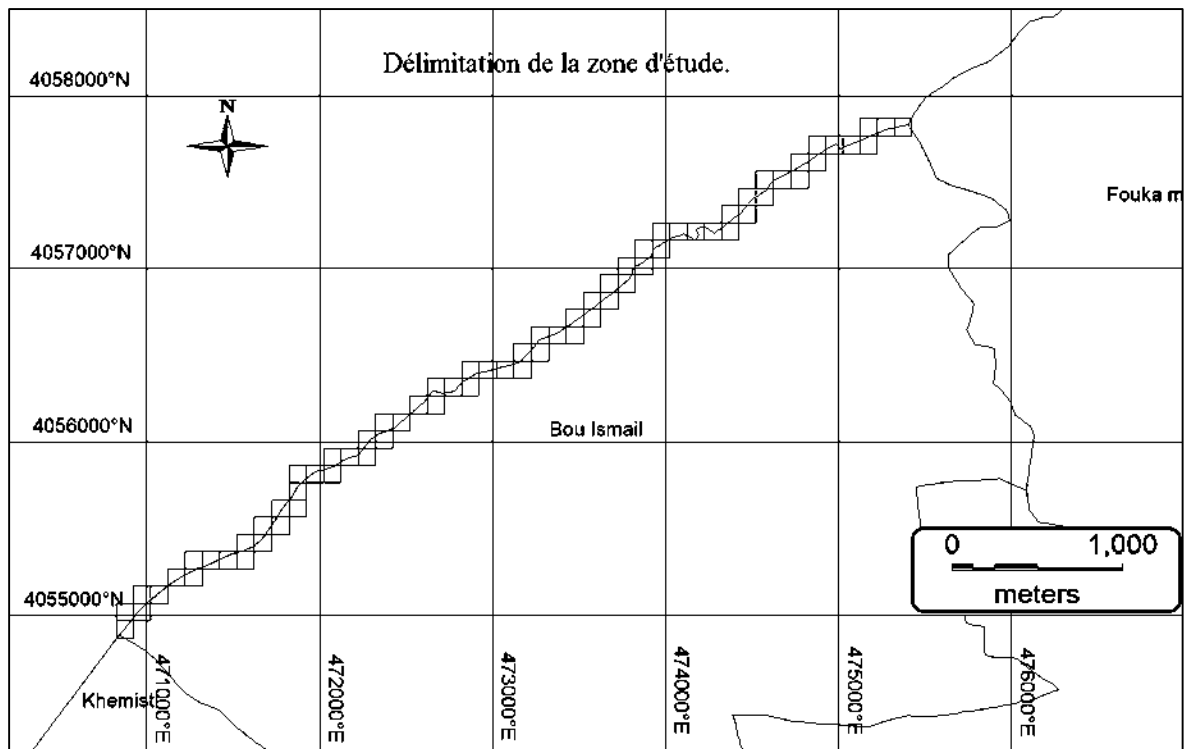


Figure I.4 : Carte de la délimitation de la zone d'étude.

I.5. Présentation de la zone d'étude

I.5.1. Situation géographique (Baie de Bou Ismail)

Se trouvant à une distance d'environ 35 km au Sud- Ouest de la capitale Alger, et à une vingtaine de kilomètres au Nord- Est du chef-lieu de wilaya Tipaza, la commune de Bou Ismail est l'une des plus importantes communes et villes côtières qui s'étale sur les versants nord des collines du bourrelet Sahélien.

Elle est rattachée administrativement à la wilaya de Tipaza, et elle constitue elle-même chef-lieu de Daïra de Bou Ismail.

Comme chef-lieu de commune, Bou Ismail s'étale sur une superficie de 13,82 Km².

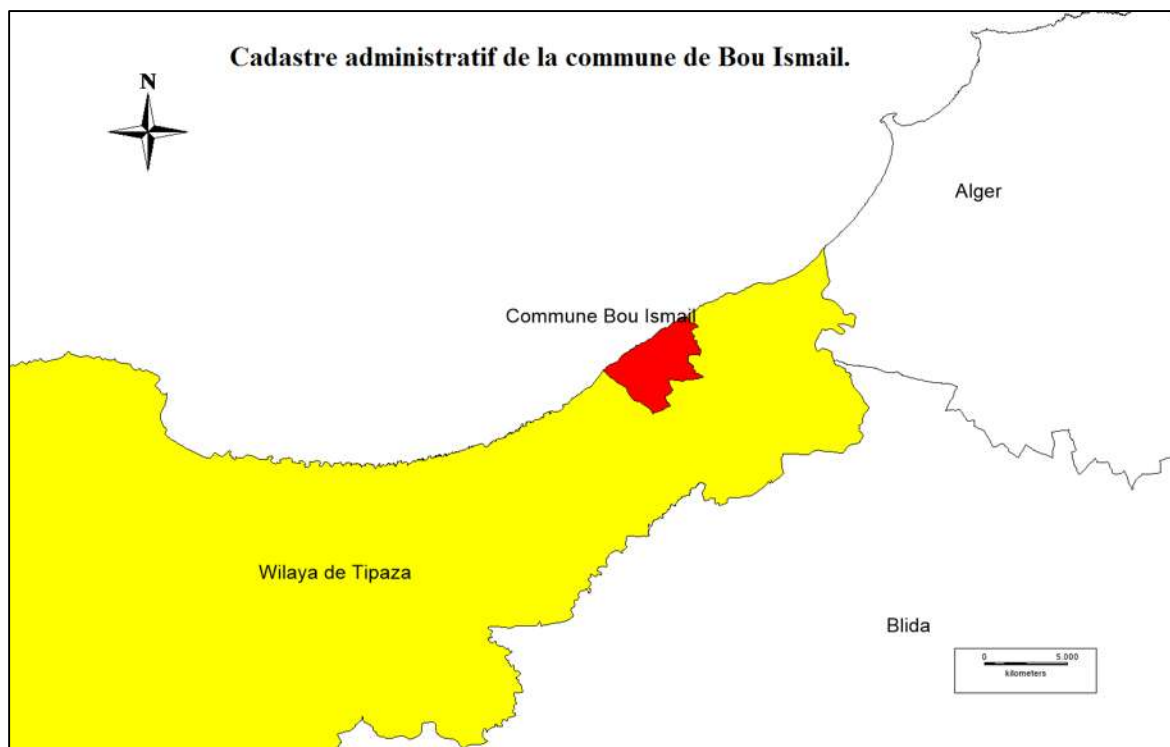


Figure I.5 : Cadastre administratif de la commune de Bou Ismail.

Notre site d'étude correspond à la baie de Bou Ismail (ex : Golfe de Castiglione), qui est limitée à l'Est par le promontoire de Ras-Acrata et à l'ouest par le cap du Mont Chenoua.

La baie couvre une superficie de 350 Km² avec une ouverture de 40 Km orientée du Sud-Ouest au Nord- Est, soit 2° 54 Est et 36° 48 Nord à 2° 24 Est et 36° 38 Nord. La région de Bou Ismail est une zone à vocation touristique et agricole ; sa frange côtière est soumise principalement aux rejets domestiques des villes et des complexes touristiques qui se déversent directement dans le milieu naturel sans aucun traitement au préalable dans la plupart des cas s'accroissant en période estivale. Ajoutant à cela les rejets d'eaux usées véhiculées par les oueds qui traversent les centres urbains et qui se déversent en mer, drainant les eaux de ruissellement des terres agricoles, des effluents urbains et industriels ; à cela s'ajoute la pollution due l'activité de la pêche. (LEM, 1998).

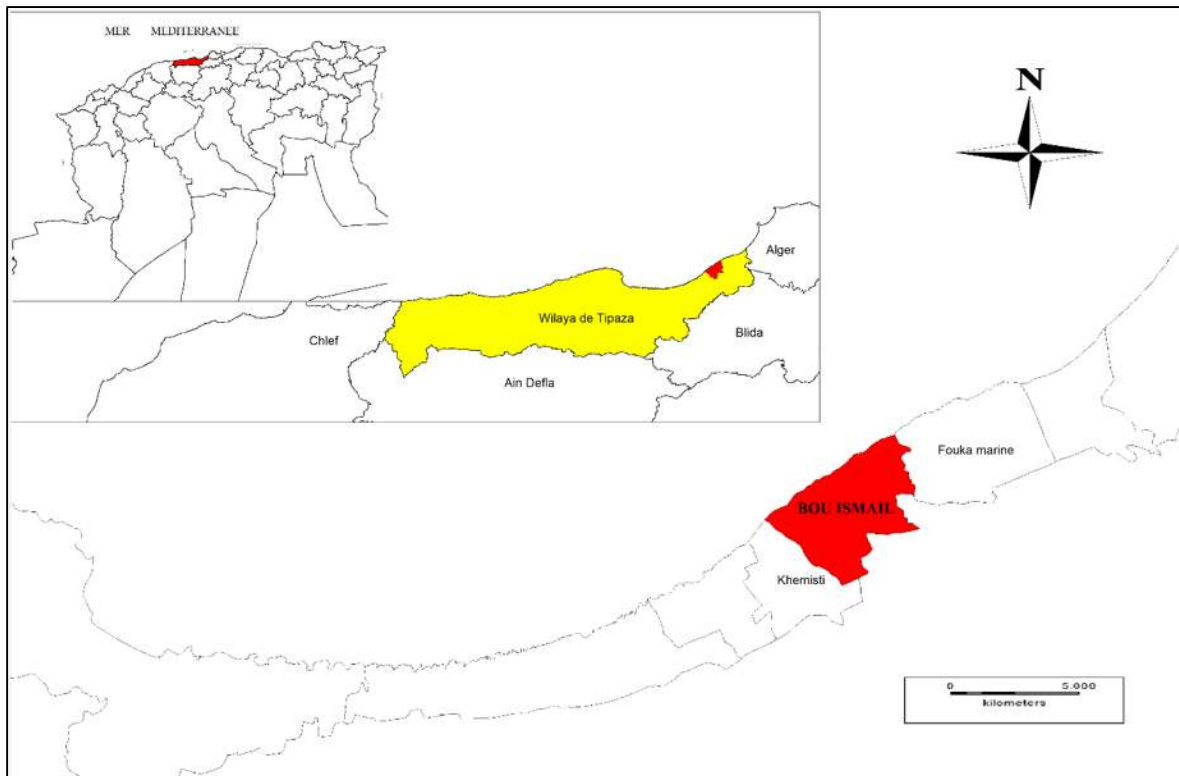


Figure I.6 :Situation géographique et localisation de la baie de Bou Ismail.

I.5.2. Caractéristiques de la zone d'étude

I.5.2.1. Géologie

La série lithologique synthétique établit par (BETROUNI, 1983), correspond de haut en bas:

- Grès dunaires supérieurs.
- Limons rouges supérieurs.
- Grès dunaires moyens.
- Grès dunaires intermédiaires.
- Lumachelle à pétoncles rubéfiés.
- Grès dunaires inférieurs.
- Poudingue et grès coquilliers inférieurs.
- Substratum pliocène.

Donc, une série de couches qui sont vulnérables face aux actions de la houle.

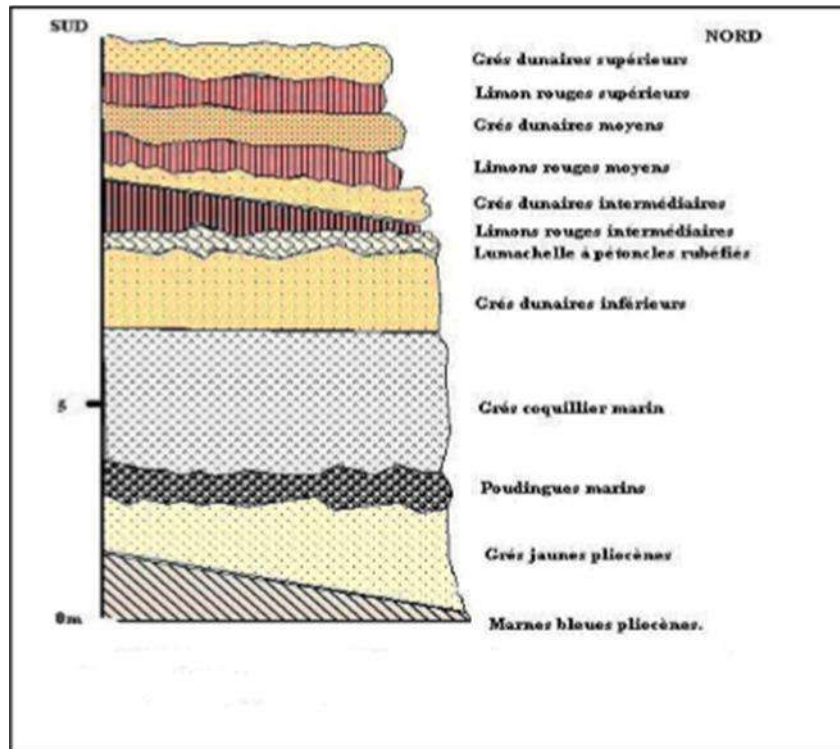


Figure I.7 : Coupe stratigraphique synthétique du tyrrhénien dans la baie de Bou Ismail. (BETROUNI, 1983).

I.5.2.2. Géomorphologie

LECLAIRE (1972) a dressé une carte de la couverture sédimentaire de toute la baie de Bou-Ismaïl, il distingue ainsi trois zones d’affleurement rocheux, qui sont comme suit :

- Le prolongement du massif de Chenoua, lequel rejoint la vallée sous-marine du Ras-Nador depuis la côte jusqu’à l’isobathe 180m en direction Nord Nord Est.
- Entre Bouharoun et Douaouda Marine, depuis la côte jusqu’à l’isobathe 100 m
- Depuis les fonds de 110 à 150m au Nord de Bou-Ismaïl jusqu’à la hauteur de Sidi-Fredj.

Au niveau de la baie de Bou Ismail, le rebord du plateau continental débute à environ 100 m de profondeur, qui surplomb un large méplat une entaille dans la pente continentale, la pente est douce et perturbée par quelques appointements rocheux localisés au large de Mazafran de Bou-Ismaïl.

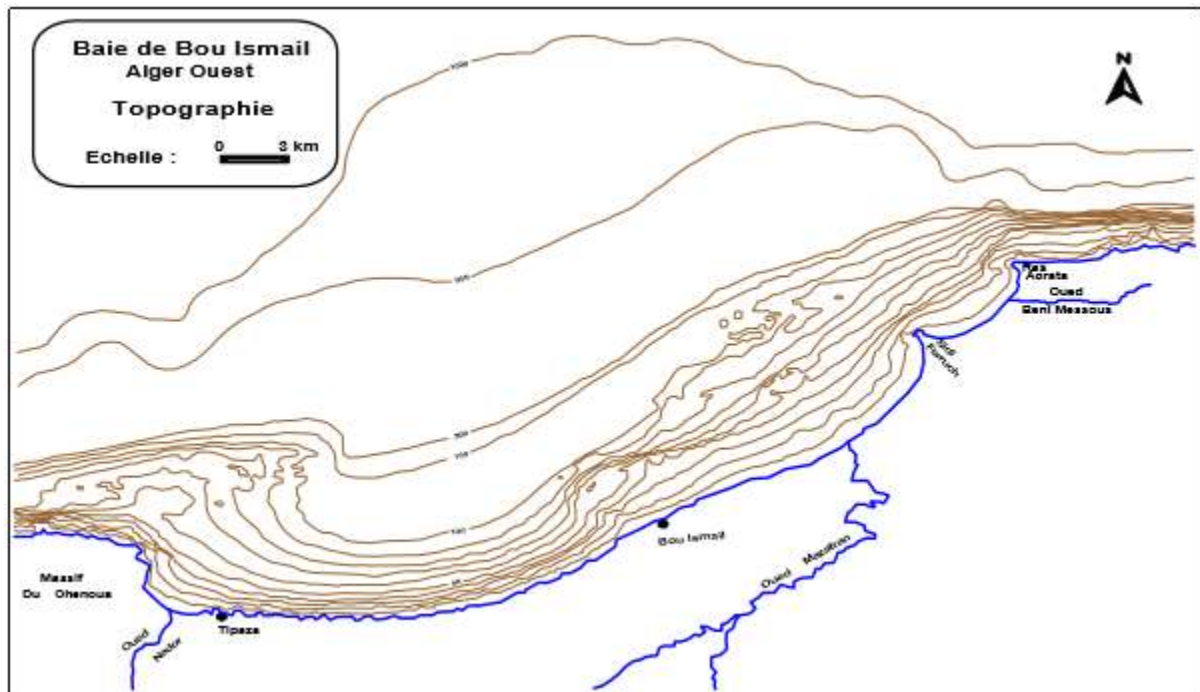


Figure I.8 : Carte topographique de la baie de Bou Ismail (LECLAIRE, 1972).

I.5.2.3. Sédimentologie

Vers l'embouchure de l'Oued Mazafran et jusqu'à une profondeur de 25m, les sables grossiers caractérisent la baie. Au-delà de ce dépôt fluvio-marin et jusqu'à une profondeur de 10 à 15m, les sables moyens réapparaissent qu'au niveau de Khemisti sur une zone étroite continue jusqu'à Tipaza. (AL SID CHIKH *et al.*, 2009)

Parallèlement à ces faciès, les sables fins vaseux longent la côte entre 25 à 40m de profondeur.

La répartition de ces faciès n'est pas identique, ainsi deux régions apparaissent : la région est ou orientale et la région ouest ou occidentale. Chaque région présente des caractéristiques sédimentologiques propres. Les vases pures sont très développées dans la région Ouest et forment ainsi une importante vaseuse littorale, tandis que les graviers envasés sont dans la région Est.

Le faciès des sables grossiers et des fins graviers, le faciès des sables graveleux n'est présent que dans la région orientale ; les sables graveleux se limitent au secteur oriental. (LEM, 1998).

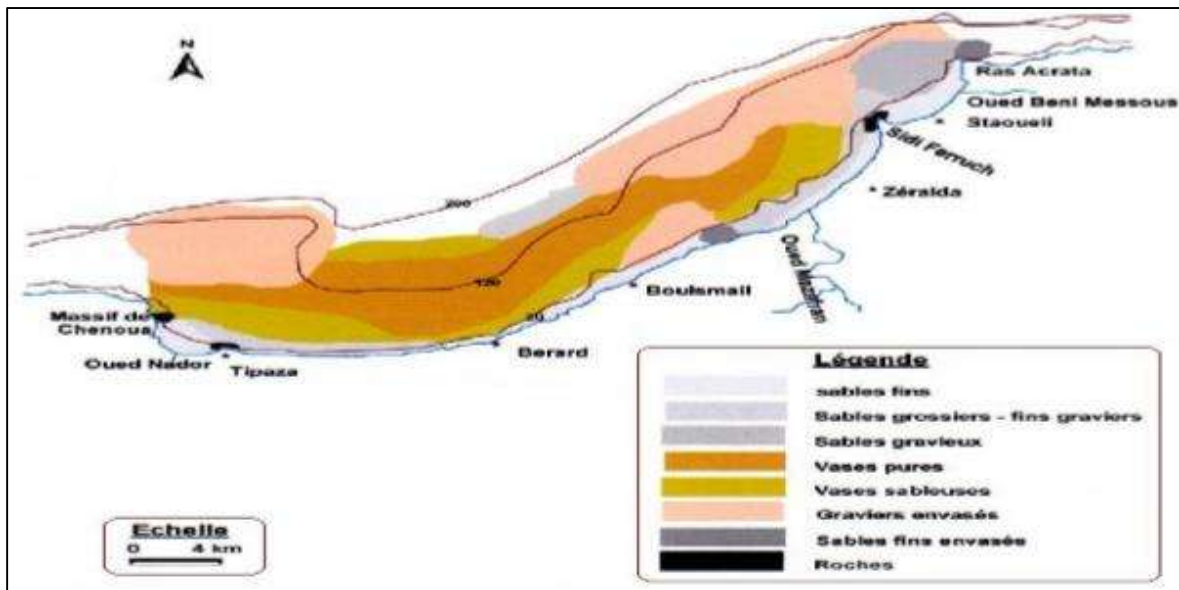


Figure I.9 : Carte sédimentologique de la baie de Bou Ismail (LEM, 1998).

I.5.2.4. Conditions météorologiques

I.5.2.4.1. Climats

La baie de Bou- Ismail est caractérisée par un climat subhumide, un hiver humide et un été chaud et sec (CNRDPA, 2005).

I.5.2.4.2. Vents

La baie de Bou Ismail est caractérisée par une périodicité des vents qui se traduisent par une prédominance :

- Des vents d'Ouest en Hiver et Printemps, d'une vitesse moyenne de 2m/s.
- Des vents de l'Est en Été et début Automne avec une vitesse moyenne supérieur de 2m/s (Zeghdoudi, 2006).

I.5.2.4.3. Températures et précipitations

La région d'Alger est caractérisée par un climat de type méditerranéen avec des étés chauds et secs et des hivers tempérés doux et humides. (O.N.M 2010)

- Les températures de l'air :

Les températures de l'air varient entre 11.1 C° et 26.3 C°. Le mois le plus chaud est le mois d'août avec une moyenne de 26.30 C° et le mois le plus froid est le mois de janvier avec une moyenne de 11,1 C°.

- Les précipitations :

La baie de Bou-Ismaïl est une région à pluviométrie relativement élevée. La période pluvieuse s'étale du mois de septembre jusqu'au mois de mai avec une moyenne maximale de 102.5 mm au mois de décembre.

I.5.2.5. Hydrodynamisme

I.5.2.5.1. Courants

La baie de Bou Ismaïl est soumise à un courant général de l'ouest vers l'est, entre en surface par le détroit de Gibraltar, il résulte d'un écoulement d'eau atlantique pouvant atteindre selon (Millots 1987) 0.5 à 0.7 m/s, passant à quelques milles au large de cotes (Dergali. M.A, 1997).

I.5.2.5.2. Houles

D'une manière générale la houle est définie comme une oscillation de la partie superficielle du plan d'eau et dépend du régime des vents :

- Les houles hivernales : sont de direction Ouest et Nord-Ouest. Elles engendrent des courants de retour dès leurs arrivées perpendiculairement à la côte, ces courants entraînent le transport d'un sédiment fin (KADARI-MEZIANE, 1994).
- Les houles estivales : sont de direction Nord-est, et entraînent une dérive littorale de l'Est vers le Sud-ouest (AOUIDAD, 1997).

I.5.3. Les facteurs influents sur la zone d'étude

I.5.3.1. Pollution marine

Depuis l'ère industrielle, l'homme exerce une très grande pression, sur le milieu marin par plusieurs activités ce qu'il le 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 humaine (UNEP, 2002), on cite par exemple :

- La contamination par les égouts.

- L'eutrophisation des eaux côtières.
- Les déchets non biodégradables entrant dans l'écosystème.

I.5.3.2. Evolution 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).

Le recul du trait de côte est le déplacement vers l'intérieur des terres de la limite entre le domaine marin et le domaine continental. Généralement, c'est la conséquence d'une perte de matériaux sous l'effet de l'érosion marine, érosion naturelle induite par les forces marines, combinée parfois à des actions continentales, ou d'une érosion générée ou accélérée par l'homme (sur-fréquentation, extraction, aménagements et ouvrages de protection, urbanisation proche du littoral entraînant des ruissellements de surface et la présence de réseaux) (PPRL, 2014).

I.5.3.3. Changements climatiques

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.

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.

I.5.3.4. Submersion marine

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer lors de conditions météorologiques et océaniques défavorables (basses pressions atmosphériques et fort vent d'afflux agissant, pour les mers à marée, lors d'une pleine mer). (PPRL, 2014)

Selon le guide méthodologique des PPRL (2014), trois modes de submersion marine sont distingués :

- Submersion par débordement, lorsque le niveau marin est supérieur à la cote de crête des ouvrages ou du terrain naturel.
- Submersion par franchissements de paquets de mer liés aux vagues, les paquets de mer dépassent la cote de crête des ouvrages ou du terrain naturel après déferlement de la houle.

Submersion par rupture du système de protection, lorsque les terrains situés en arrière sont en dessous du niveau marin : défaillance d'un ouvrage de protection ou formation de brèche dans un cordon naturel, suite à l'attaque de la houle (énergie libérée lors du déferlement), au mauvais entretien d'un ouvrage, à une érosion chronique intensive, au phénomène de surverse, à un déséquilibre sédimentaire du cordon naturel.

Chapitre II :
La vulnérabilité physique.

II.1 Présentation du CVI physique (GORNITZ, 1994)

La vulnérabilité physique est basée sur les paramètres proposés par Gornitz.

$$CVI = \sqrt{\frac{a.b.c.d.e.f}{6}}$$

Les variables a.b.c.d.e.f concernent :

a : la géomorphologie

b : le relief






c : la pente côtière

d : l'élévation du niveau de la mer

e : les hauteurs moyennes des vagues

f : le marnage

Tableau II.1 : Niveaux de sensibilité côtière appliqués pour les CVIphy (GORNITZ, 1994).

Niveau de sensibilité ou de risque					
					
Variables	1	2	3	4	5
Géomorphologie	Falaises rocheuses	Falaises moyennes	Falaises basses, Plaine alluviales	Plages à galets	Plages sableuses,
Relief (m)	>=30.1	20.1 – 30.0	10.1 – 20.0	5.1 – 10	0 – 5
Pente côtière (%)	> 12	12-9	9-6	6-3	< 3
Variation du niveau de la mer (mm/an)	< 1.8	1.8 - 2.5	2.5 - 3.0	3.0 - 3.4	> 3.4
Hauteur moyenne des vagues (m)	< 0.3	0.3 - 0.6	0.6 - 0.9	0.9 - 1.2	> 1.2
Marnage (m)	> 6.0	4.0 – 6.0	2.0 - 4.0	1.0 - 2.0	< 1.0

II.2 Exposé et calcul des paramètres

II.2.1 La géomorphologie

Le facteur géomorphologique est l'un des indicateurs naturels pouvant renseigner sur la sensibilité côtière (naturelle). En effet, les côtes sableuses et dures réagissent différemment face aux facteurs érosifs marins ou subaériens. A titre d'exemple, les plages sont plus vulnérables à l'érosion marine, tandis que les falaises résistent relativement mieux à l'attaque marine.

Cette variable, qui est déterminée par la géologie côtière, le régime des vents, des vagues, des houles et des marées, constitue un bon indicateur de la résistance générale du littoral et de son comportement face aux différents facteurs climatiques et marins (XHARDE R, 2007). Les côtes à faciès rocheux, comme les fjords ou les falaises, se regroupent dans les deux premières classes qui sont des classes de faibles risques contrairement aux plages, aux talus et les structures sédimentaires sableuses moins résistantes qui sont classées soit à risque moyen ou élevé.

II.2.1.1 Collecte de données

Cette variable repose essentiellement sur la description, elle peut être déterminée au moyen de n'importe quel système d'acquisition, que ce soit par photographie aériennes, les images satellitaires, relevés de terrain au sol...etc, Pour cette étude, notre choix s'est porté sur les images satellitaires à haute résolution fournies par « Google Earth Pro » et des sorties sur terrain qui permettent de confirmer et de corriger l'interprétation des images satellitaires.

II.2.1.2 Résultats et interprétation

La partie Est de la zone de Bou Ismail est à risque qui va de faible à modéré sur une distance d'environ 1Km, suivi par une zone caractérisée par des plages sableuses à une vulnérabilité très élevée.

Entre autre, des falaises basses dites plaines alluviales qui expriment une vulnérabilité modérée, en allant vers l'ouest une autre partie des plages sableuses à risque très élevé.



Figure II.10 : Falaise basses près du rivage de la région de Bou Ismail.

A l'Ouest une zone totalement artificialisée par des enrochements naturels et en blocs BCL considérés comme étant des falaises rocheuses avec une vulnérabilité très faibles, coupée en endroits par des plages à risque élevé.



Figure II.2 : Enrochement naturel longeant une partie de la côte de Bou Ismail.

En général, la partie Est est modérément vulnérable et la partie Ouest est à vulnérabilité plus faible.

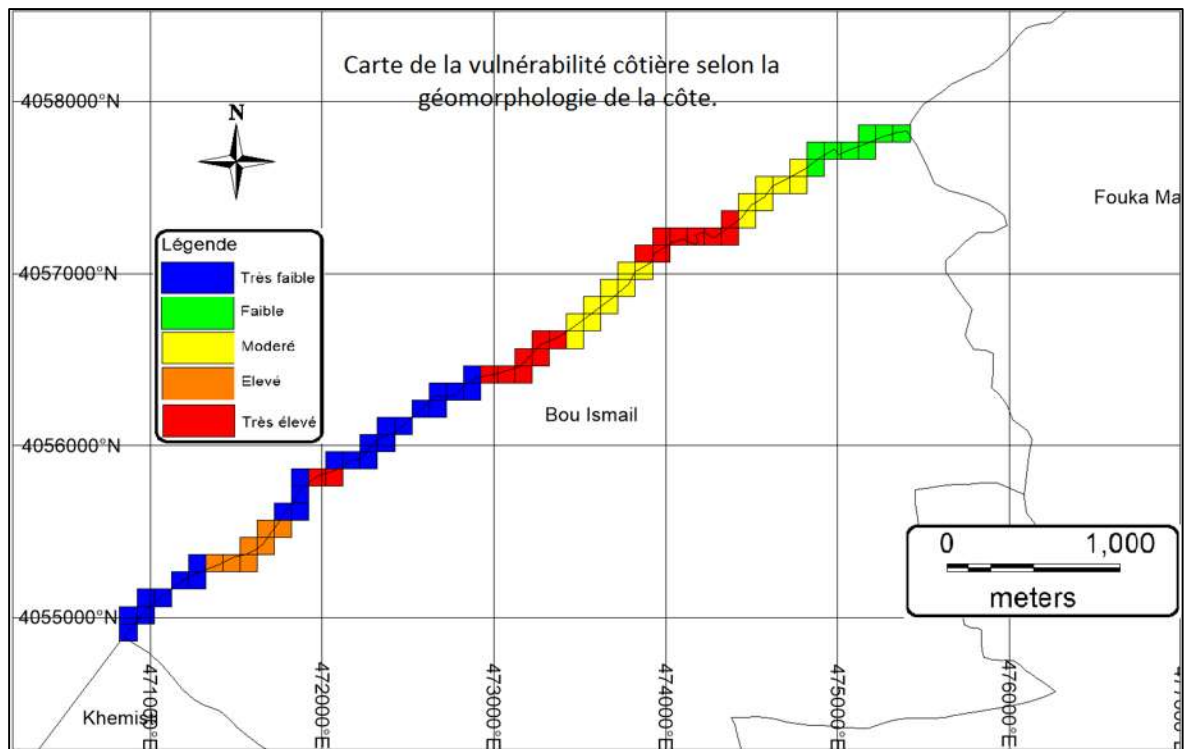


Figure II.3 : Carte de vulnérabilité côtière selon la géomorphologie de la côte de Bou Ismail.

II.2.2 La pente côtière

La pente côtière est un autre paramètre qui permet de déterminer la sensibilité d'une zone côtière par rapport à l'inondation et au recul du trait de côte ; par ce que les zones ayant une faible pente côtière ont tendance à se reculer plus rapidement que les zones qui ont une pente raide. (SHAJI J, 2014)

Les terrains qui ont des pentes douces sont exposés à une grande pénétration d'eau de mer par rapport aux terrains avec des pentes raides. Par conséquent, la perte de terres en faveur de la mer en cas d'une inondation ou d'une submersion marine est dépendante du type de la pente. Les zones côtières ayant une pente douce sont considérées comme des zones très vulnérables, et les zones à pente raide comme des zones à faible vulnérabilité.

II.2.2.1 Collecte de données

La pente côtière est déterminée pour chaque segment du littoral de Bou Ismail à partir du MNT de la baie de Bou Ismail (figure 12), traité sous le logiciel « *Global Mapper* » qui fournit des profils permettant d'exporter des fichiers « Excel », afin d'extraire les résultats de la pente en pourcentage (voir annexe 01).

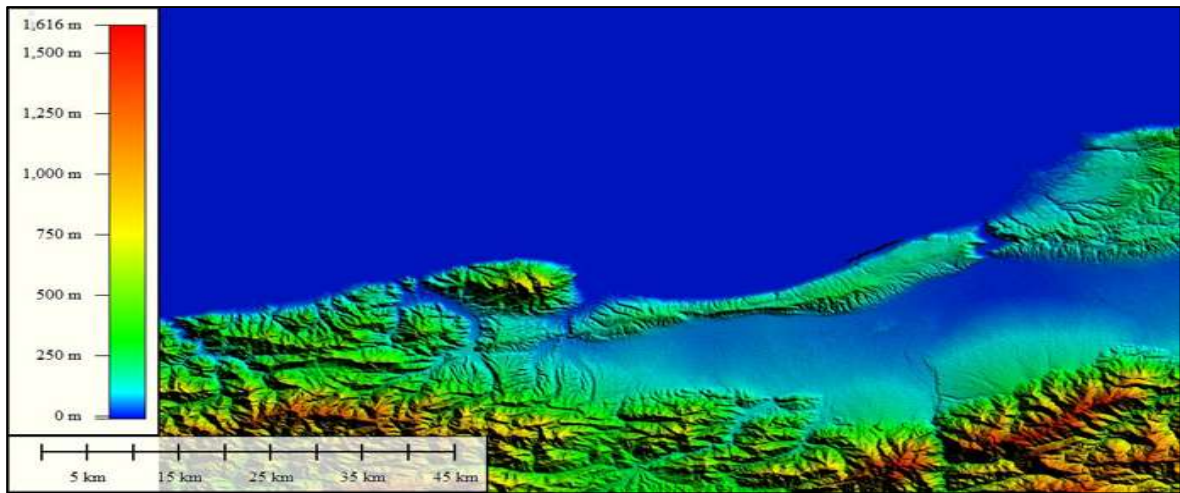


Figure II.411 :Modèle numérique du terrain de la baie de Bou Ismail.

II.2.2.2 Résultats et interprétation

Par rapport à la pente côtière la vulnérabilité de la zone littorale de la commune de Bou Ismail va de faible à modérée. La tendance est plus prononcée vers l'Ouest, on rend compte que dans certaines cellules aux nombre de 3 situées au centre-est de la commune sont à vulnérabilité élevée.

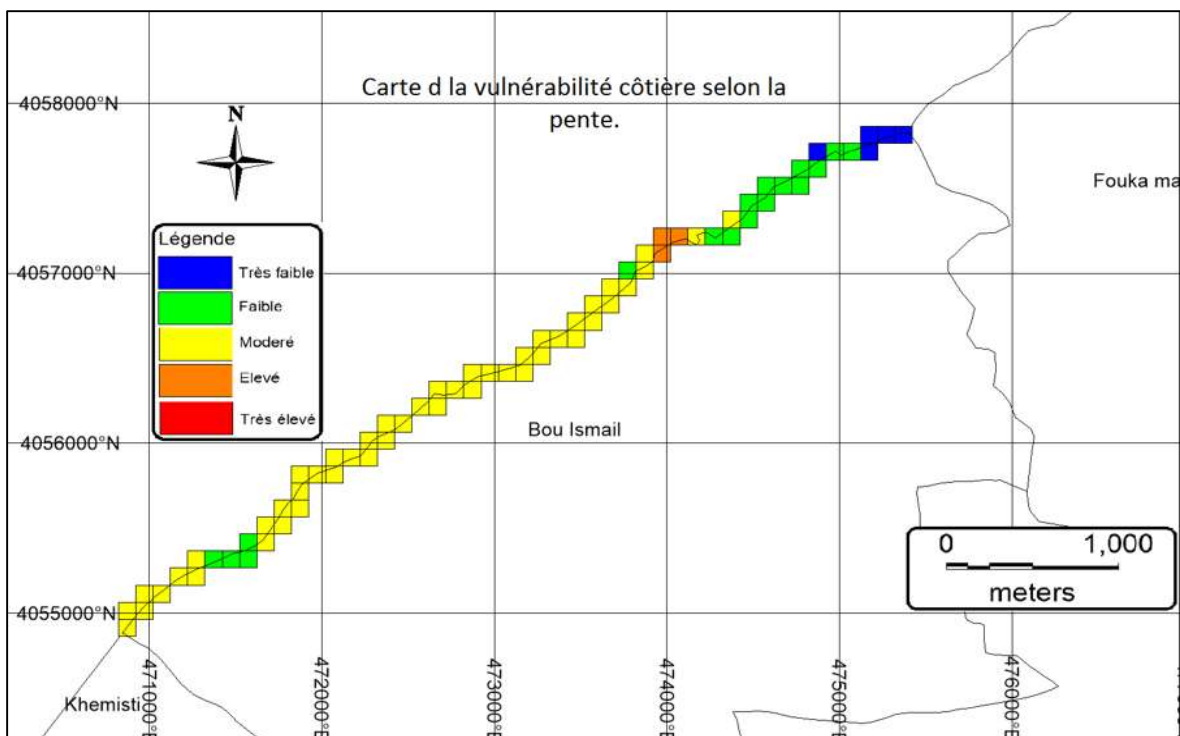


Figure II.5 : Carte de la vulnérabilité ôtière selon la pente de la région de Bou Ismail.

II.2.3 Elévation du niveau de la mer

L'élévation du niveau de la mer est une conséquence importante du changement climatique. Le niveau moyen de la mer est défini comme la hauteur de la mer par rapport à un repère local, en moyenne sur une longue période pour que les fluctuations causées par les vagues et les marées soient précisément évaluées. (SHAJI J, 2014) Cette variable fera un bon indice sur le recul du trait de côte à long terme. Lorsqu'on la combine avec la pente côtière elle pourra nous donner des scénarios sur la position du trait de côte dans le futur.

II.2.3.1 Collecte de données

Pour notre travail, les données récoltées proviennent du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) ; qui présente un bilan des changements climatiques ainsi que leurs effets comme l'élévation du niveau des mers. Selon le GIEC (2013), la vitesse moyenne d'élévation du niveau des mers a été de 1,7 (1,5 à 1,9) mm/an entre 1901 et 2010, de 2,0 (1,7 à 2,3) mm/an entre 1971 et 2010, et de 3,2 (2,8 à 3,6) mm/an entre 1993 et 2010.

Vue qu'on s'intéresse à l'intensité des impacts des changements climatiques sur notre zone d'étude, on a estimé qu'il plus pertinent de prendre les données les plus récentes là où ces changements commencent à se manifester.

II.2.3.2 Résultats et interprétation

La vulnérabilité de notre zone d'étude face à l'élévation du niveau de la mer est très élevée. En effet, la zone s'insère dans la mer méditerranéenne où l'élévation du niveau prévue par le GIEC est d'une moyenne de 3,2mm/an, ce qui la classe très vulnérable selon GORNITZ.

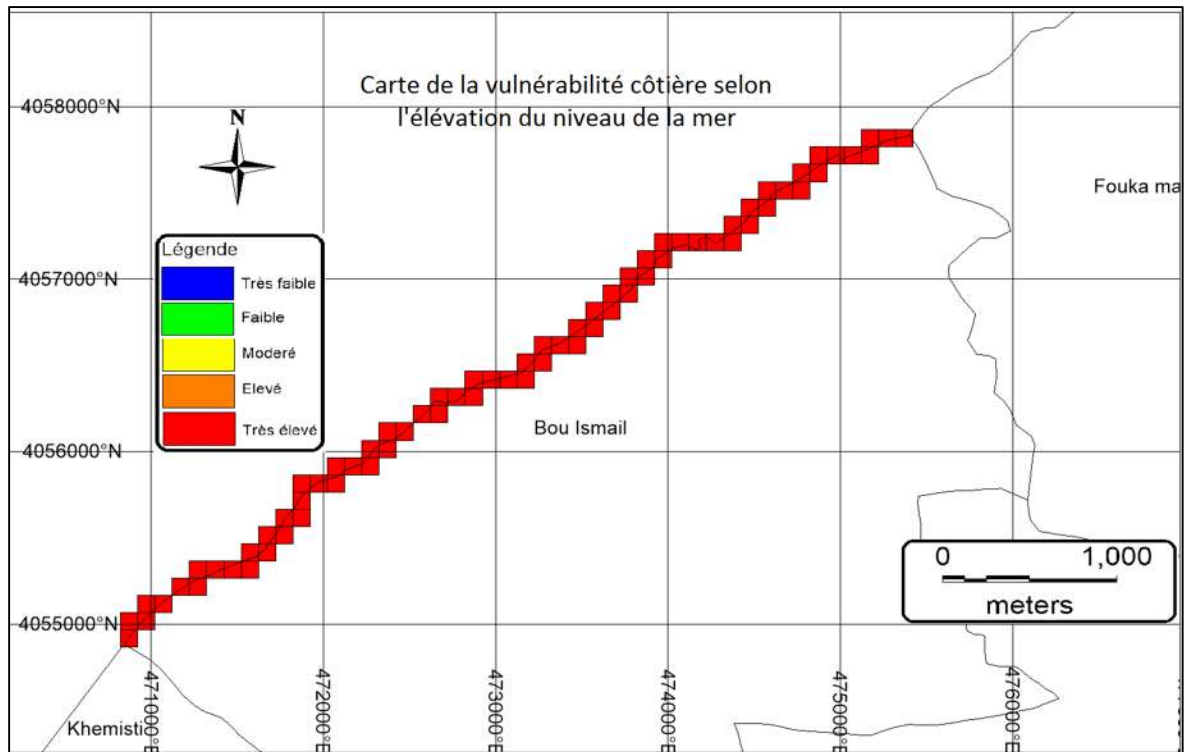


Figure II.6 : Carte de la vulnérabilité côtière selon l'élévation de niveau de la mer de la côte de Bou Ismail.

II.2.4 La hauteur moyenne des vagues

Ce paramètre est directement lié à l'énergie des vagues et constitue donc une bonne indication de leur potentiel d'érosion (XHARDE R, 2007).

Sous l'effet des vagues, les sédiments sont arrachés à la côte et peuvent, dans certaines conditions, transportés au large de la zone de déferlement des vagues. Ainsi, en perdant ses sédiments, une érosion côtière peut facilement se manifester. De plus, les vagues, notamment celles atteignant frontalement la côte, peuvent engendrer de hauts niveaux de run up et/ou de wave set up.

II.2.4.1 Collecte de données

L'élaboration de la carte de sensibilité côtière relative à la variable « hauteurs des vagues » a été effectuée grâce aux résultats de l'étude sur modèle numérique des vagues impactant le littoral de Bou Ismail. A titre de rappel, cette simulation a été accomplie à l'aide du modèle SWAN (Simulating Waves Nearshore SWAN) développé par Delft University of Technologie. En raison de l'orientation générale WSW et ENE du trait de côte du littoral de Bou Ismail, le choix de la direction des vagues s'est porté sur le secteur Nord et une période de retour annuelle. Cependant, étant donnée la difficulté d'identifier l'endroit (bathymétrie)

Chapitre II : La vulnérabilité physique.

souhaité pour la vérification des hauteurs des vagues, la qualification des hauteurs des vagues à la côte s'est basée sur l'examen global des résultats.

Les résultats relatifs à la variable « hauteurs des vagues » sont présentés sur la figure. L'examen global des hauteurs des vagues atteignant les petits-fonds du littoral de Tipasa (juste avant la ligne de déferlement) montre que pour l'ensemble du littoral de la zone, les vagues peuvent atteindre, selon le modèle, des hauteurs dépassant 1.2 m. De ce fait, l'ensemble du littoral de Bou Ismail étant nettement exposé aux vagues des secteurs NNE (voir annexe 02) et NW serait très sensibles aux vagues (Figure 16).

La grille d'INPUT de bathymétrie a été digitalisée à partir de la carte bathymétrique de LECLAIRE. Les directions et les hauteurs significatives utilisées sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau II.2 : Hauteurs des vagues annuelles selon les direction.

Période de retour	Directions		
	NORD EST (45°)	NORD (0°)	NORD OUEST (315°)
Annuelle	2.56 m	2.67 m	2.64 m

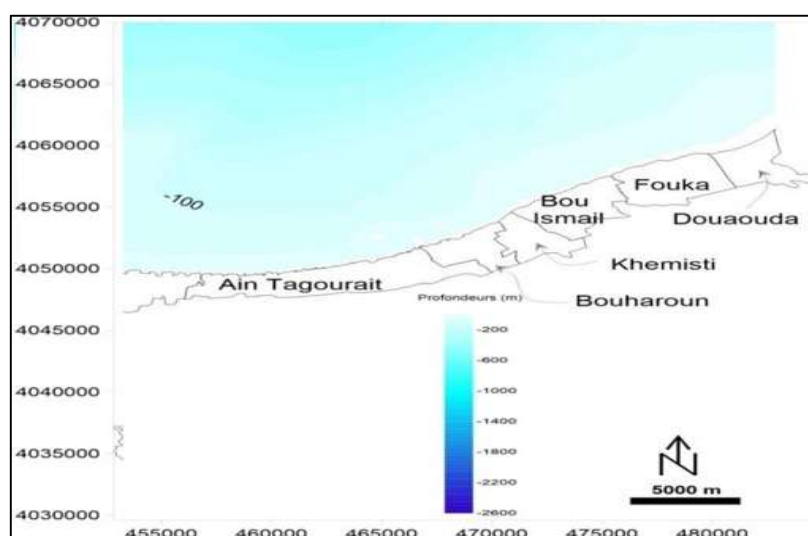


Figure II.7 : Carte de la bathymétrie de la région de Bou Ismail.

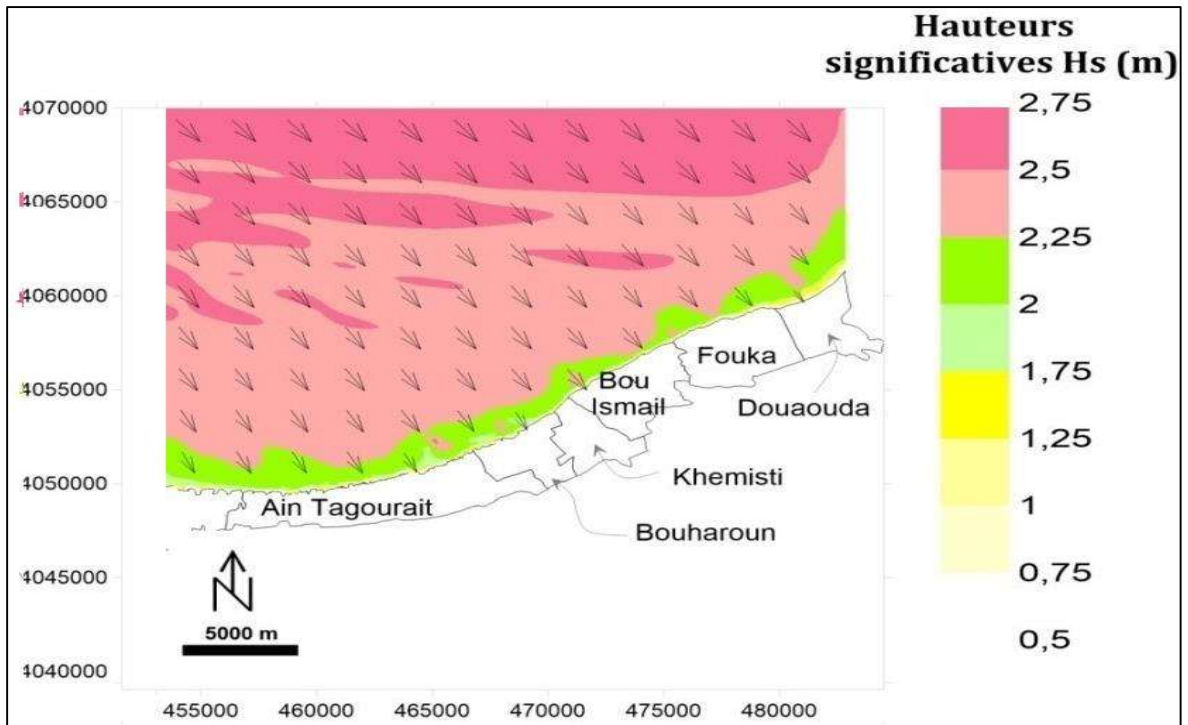


Figure II.8 : Hauteurs significatives des vagues de directin Nord-Ouest dans la région de Bou Ismail.

II.2.4.2 Résultats et interprétation

Pour ce paramètre la vulnérabilité est très élevée, vue que toute les hauteurs des vagues atteignant la côte sont supérieures à 1,2 mètre.

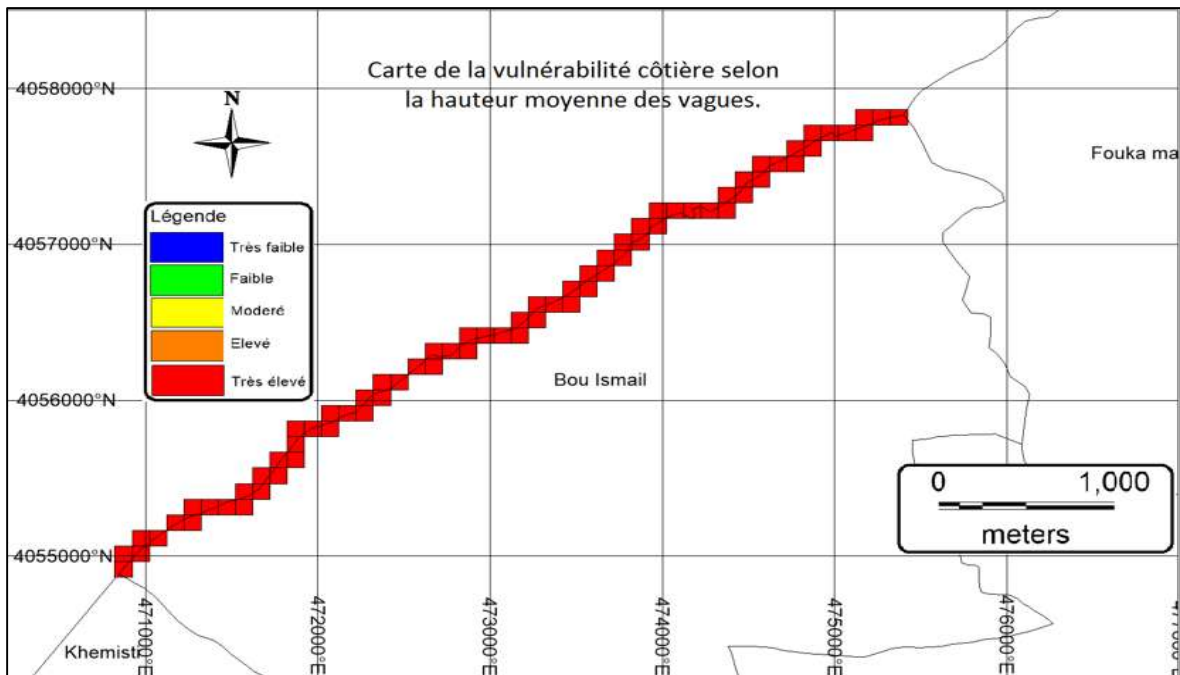


Figure II.9 : Carte de la vulnérabilité côtière selon la hauteur moyenne des vagues de la côte de Bou Ismail.

II.2.5 Le marnage

La marée est un phénomène périodique qui est défini par la variation verticale du niveau de la mer. Cette variable influence à la fois la vulnérabilité de la côte aux inondations et sa vulnérabilité à l'érosion (XHARDE R, 2007).

La mesure de cette variable s'obtient au moyen de marégraphes placés en mer. Les côtes ayant un degré de marnage très important, ont un faible degré de vulnérabilité, car l'énergie des houles et des vagues sera dissipée au fur et à mesure que la marée monte. Par contre, les côtes ayant un degré de marnage très faible, sont les plus vulnérables, car l'énergie des houles et des vagues tape tout le temps en même endroit, ce qui fragilise la côte.

II.2.5.1 Résultats et interprétation

La marée sur les côtes algériennes est très faible, elle est de l'ordre de 35cm, et donc elle est de type microtidale. La marée de type microtidale rend la côte de la commune de Bou Ismail très vulnérable.

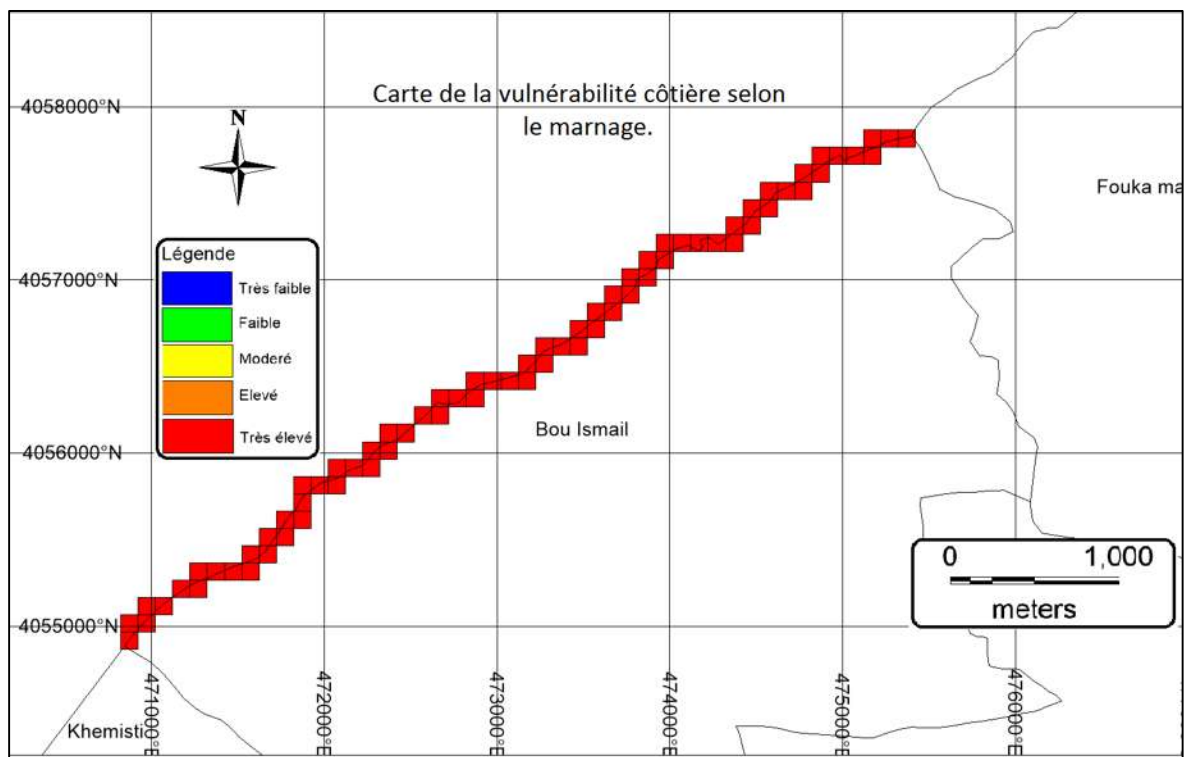


Figure II.10 : Carte de la vulnérabilité côtière selon le marnage de la côte de Bou Ismail.

II.2.6 Le relief

Le relief côtier proche est l'un des indicateurs clés de vulnérabilité côtière. En effet, les littoraux à bas-relief sont plus exposés aux risques de submersions marines, tandis que côtes élevées minimisent l'effet des submersions marines et des run up des vagues de tempêtes. Il en est de même pour les vagues des tsunamis qui, même avec de « faibles » hauteurs, peuvent facilement inonder les littoraux à bas-relief.

II.2.6.1 Collecte de données

La pente côtière est déterminée pour chaque segment du littoral de Bou Ismail à partir du MNT de la baie de Bou Ismail (figure 12), traité sous le logiciel « Global Mapper » qui fournit des profils permettant d'exporter des fichiers « Excel », afin d'extraire les résultats des élévations, puis, calculer la moyenne de ces dernières et en déduire le relief (voir annexe 01).

II.2.6.2 Résultats et interprétation

Par rapport au relief la vulnérabilité de la zone littorale de la commune de Bou Ismail va de très faible à faible. On rend compte que dans certaines cellules aux nombre de 3 situées au centre-est de la commune sont à vulnérabilité modérée.

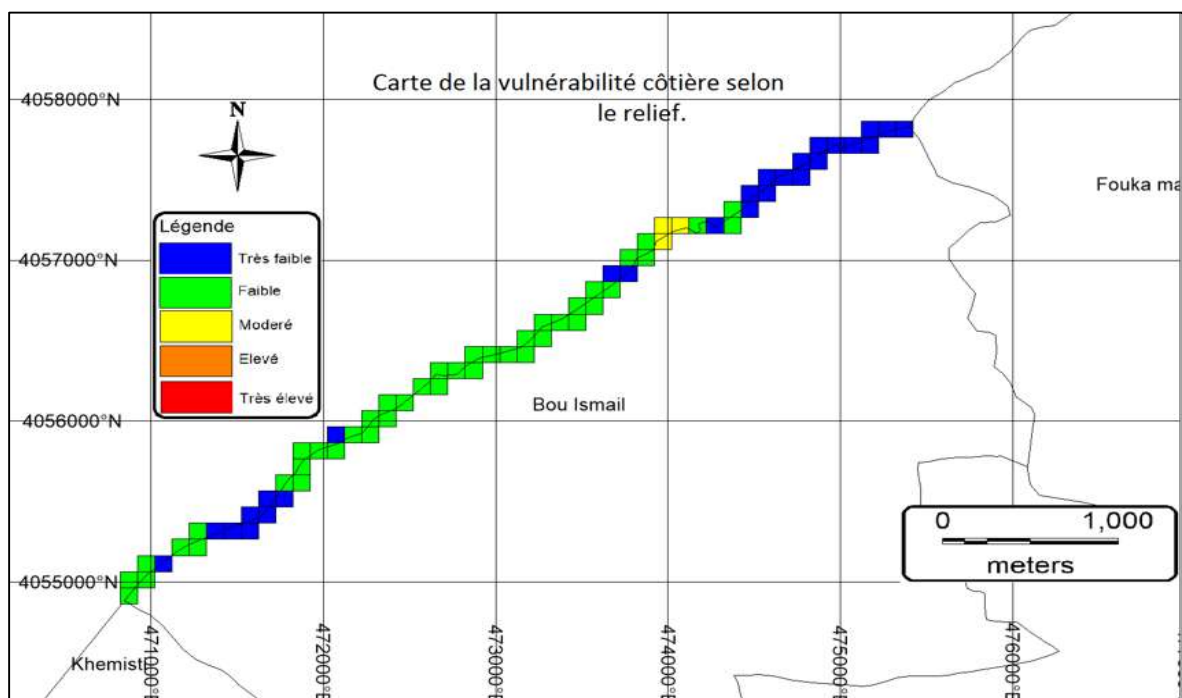


Figure II.11 : Carte de la vulnérabilité côtière selon le relief de la région de Bou Ismail.

II.3 Présentation et commentaire du CVIphy

Le classement de l'indice de la vulnérabilité physique noté (CVIphy) est minimal pour une valeur de 6,45 et maximal pour une valeur de 35,36 avec une moyenne de 15,21.

A l'aide des résultats précédents on a subdivisé l'intervalle entre le min et le max en 5 classes (Tableau 7)

Tableau II.3 : Les classes de la vulnérabilité physique.

	Très faible	Faible	Modéré	Elevé	Très élevé
Score	1	2	3	4	5
Classe	[6,45;12,23[[12,23;18,01[[18,01;23,79[[23,79;29,57[[29,57;35,36]

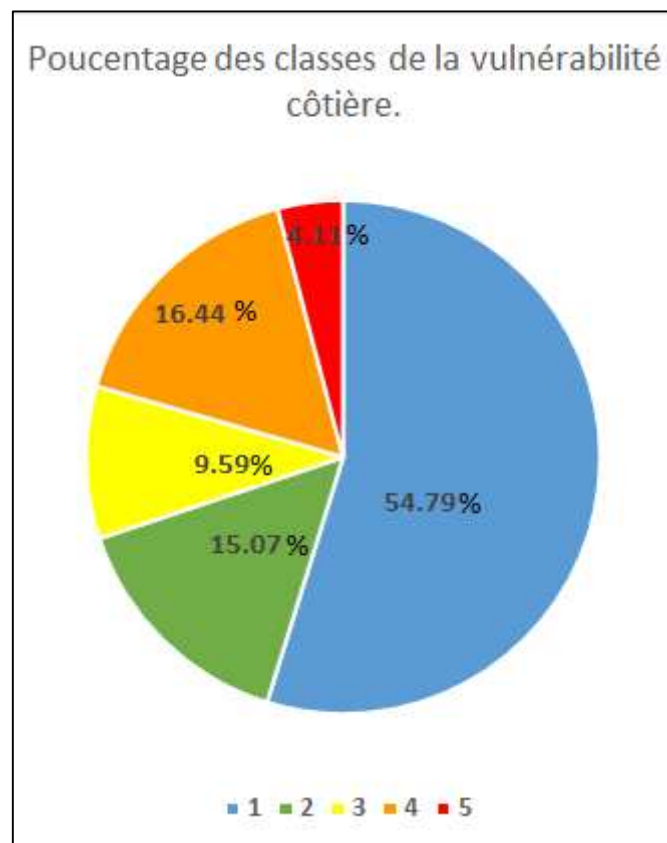


Figure II.12 : Pourcentage des classes de la vulnérabilité physique.

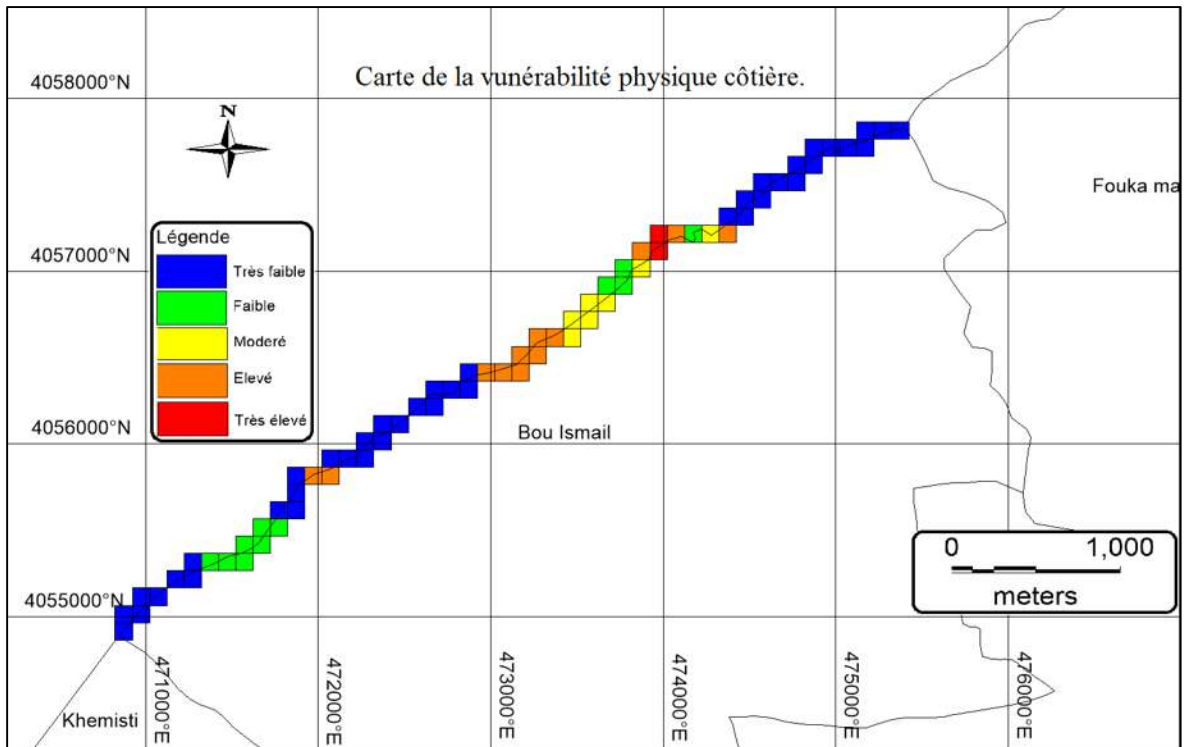


Figure II.13 : Carte de la vulnérabilité côtière physique.

La vulnérabilité physique côtière dans notre zone d'étude est très hétérogène, car, elle est représentée par les différents niveaux et classes de vulnérabilité.

En générale, notre zone présente un degré de vulnérabilité qui va du très faible au modéré, à l'exception de quelques cellules dispersées à vulnérabilité élevée ou très élevée.

Chapitre III :
La vulnérabilité en rapport avec les
enjeux.

III.1. Présentation des variables socio-économiques

La protection d'une zone dite vulnérable va être considérable si seulement elle est suffisamment importante en terme d'économie, de culture et d'environnement pour justifier la protection.

Les variables socioéconomiques sélectionnées selon MCLAUGHLIN *et al.*, (2010), sont représentées dans le tableau 8.

La particularité de chaque système en son étude nous a conduit à apporter quelques modifications, voire introduire d'autres variables. Pour la variable de population, on a changé le mode d'appréciation à cause de la difficulté de l'appréciation par la densité pour des cellules de 100x100 m. Une autre variable s'impose pour la détermination du CVIse qui est la pollution, de fait de l'intensité de l'impact de cette dernière sur le littoral de la commune de Bou Ismail.

Tableau III.1 : Les variables socio-économiques utilisées pour le calcul de l'indice de vulnérabilité socio-économique (MCLAUGHLIN *et al.*, 2010, Modifié)

Variables	Très faible	Faible	Modéré	Elevé	Très élevé
	1	2	3	4	5
Population	Absente	-	-	-	Présente
Patrimoine culturel	Absent	-	-	-	Présent
Route	Absente	-	-	-	Autoroute Route à deux chaussées
Voie ferrée	Absente	-	-	-	Présente
Occupation du sol	Roches dénudées Végétation clairsemée Marais, marécages et lande Plan d'eau	Zone cotière, Prairie	Forêt	Agriculture	Urbain et industriel Infrastructure
Pollution	Absente	Zone partiellement polluée	Zone affectée par les rejets	Dechets et rejets domestiques	Dechets et rejets industriels

III.2. Collecte de données

L'observation sur terrain lors des sorties effectuées au niveau de la ligne côtière de la commune de Bou Ismail a été le moyen fondamental de la collecte de données.

La carte de l'occupation du sol du domaine littoral de la commune de Bou Ismail (figure 22) sur laquelle est porté plusieurs variables a permis d'élaborer les cartes de la vulnérabilité socioéconomique.

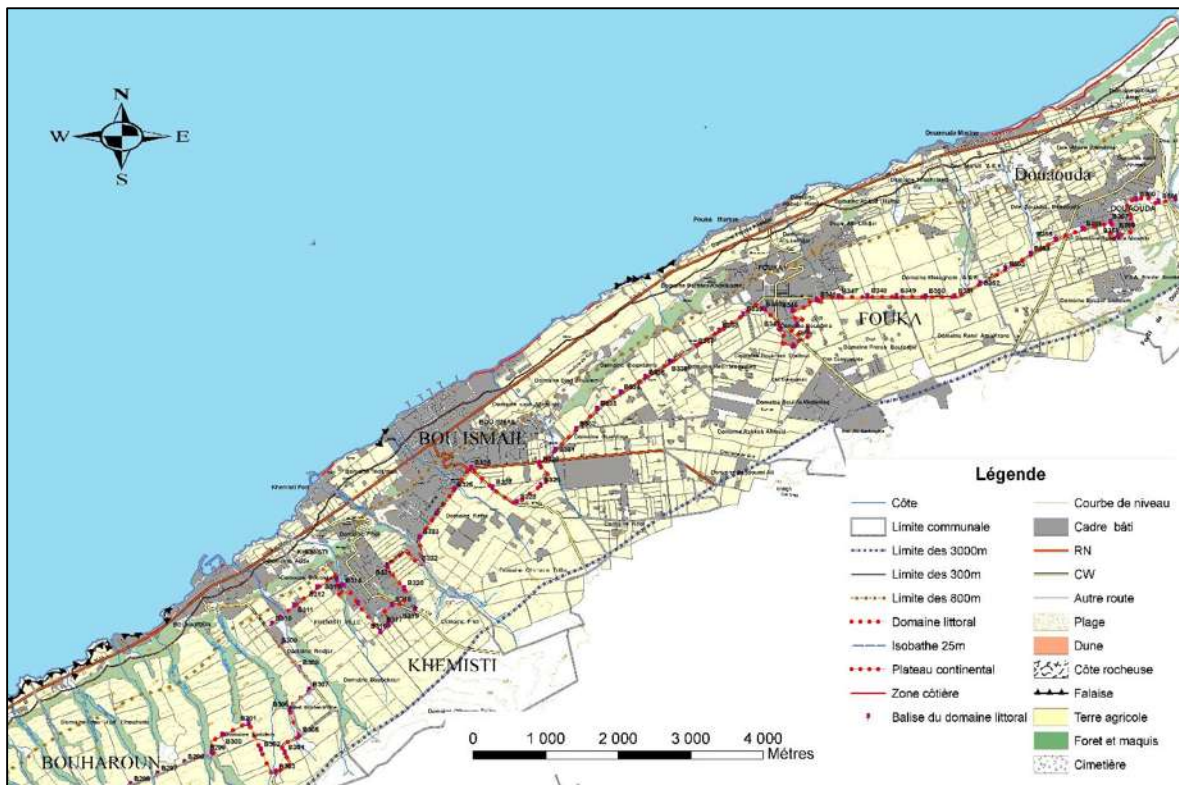


Figure III.1 : Carte d'occupation du sol du domaine littoral de Bou Ismail (LEM, 1998 Modifiée).

III.3. Exposé et calcul des paramètres

III.3.1 Patrimoine culturel

Les sites archéologiques et historiques sont très importants non seulement d'une importance économique (tourisme), mais aussi d'une importance sociale et culturelle. Ils font partie de la ressource culturelle et ils sont irremplaçables. L'inclusion de la variable du patrimoine culturel nous pose un problème pour la cotation de l'évaluation de la vulnérabilité côtière.

III.3.1.1 Résultats et interprétation

Par rapport à cette variable notre zone est considérée d'une vulnérabilité très faible hormis 3 cellules représentées une par une mosquée (patrimoine religieux) et au chevauchement des 2 autres cellules un cimetière chrétien dans le cadre du patrimoine historique, culturel et religieux.



Figure III.2 : Cimetière chrétien près du rivage de la commune de Bou Ismail.

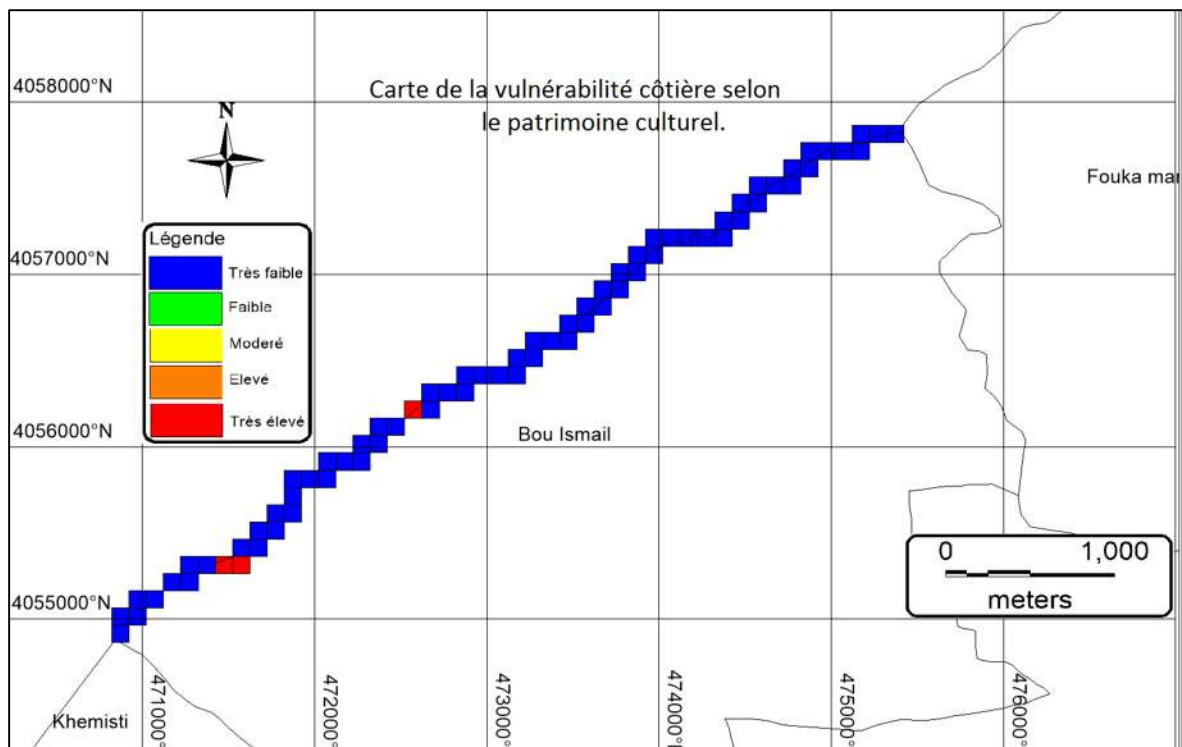


Figure III.3 : Carte de la vulnérabilité côtière selon le patrimoine culturel de la région de Bou Ismail.

III.3.2 Occupation du sol

MCLAUGHLIN *et al.*, (2002) suggèrent que le classement économique soit basé sur une estimation subjective de l'utilisation des terres qui peuvent être plus ou moins précieuses (ou utiles) que d'autres. Ce classement ne prend pas en considération la valeur potentielle de la terre, par exemple un champ utilisé actuellement pour l'agriculture peut être potentiellement beaucoup plus précieux comme site pour un futur développement urbain.

Dans cette étude, les valeurs se baseront sur le statut économique des futurs projets prévus dans ce littoral.

III.3.2.1 Résultats et interprétation

Au niveau du littoral de Bou Ismail toute la zone est urbanisée, cependant, il existe certaines poches de terrain exploitées par l'activité de l'agriculture.



Figure III.4 : Représentation de l'urbanisation excessive au bord du littoral de Bou Ismail.

D'après McLaughlin tout le littoral est considéré d'un degré de vulnérabilité qui va d'élevé à très élevé.

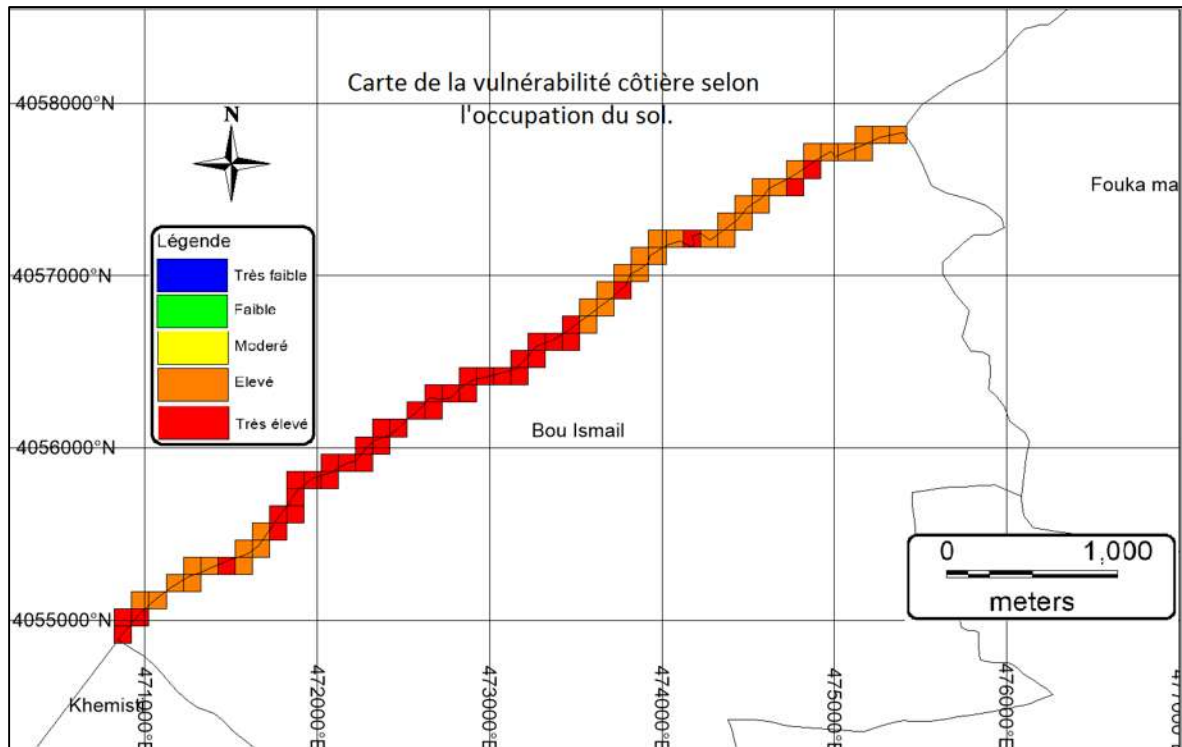


Figure III.5 : Carte de la vulnérabilité côtière selon l'occupation du sol de la région de Bou Ismail.

III.3.3 Population

La population peut être vue comme une variable économique, parce que les gens dans ces zones côtières ont tendance à protéger leurs propriétés de l'érosion côtière (MCLAUGHLIN *et al.*, 2010). En outre, la population peut être aussi une source de dommage, car la présence d'une grande densité de population peut produire des effets néfastes à la zone côtière.

Plus une zone côtière est habitée plus elle sera exposée aux risques (submersions marines, les intrusions salines...etc.)

En effet, le nombre de population conditionne à la fois le taux du bâti urbain, la quantité des déchets et le volume des rejets qui peuvent avoir des effets néfastes et accentuer la vulnérabilité.

III.3.3.1 Résultats et interprétation

Du fait de la difficulté de la désignation de la densité de la population pour seulement la zone côtière de la commune de Bou Ismail et pour dépasser cette contrainte, on a opté à un autre type d'appréciation qui se base sur la présence ou l'absence de la population.

Chapitre III : La vulnérabilité en rapport avec les enjeux.

La répartition de la population montre une variation importante, en effet, on observe une concentration très importante au niveau du centre de la commune ce qui explique une vulnérabilité très élevée, par contre, de part et d'autre la population est très dispersée et c'est pour cela qu'on observe une alternance de vulnérabilité entre très faible et très élevé.

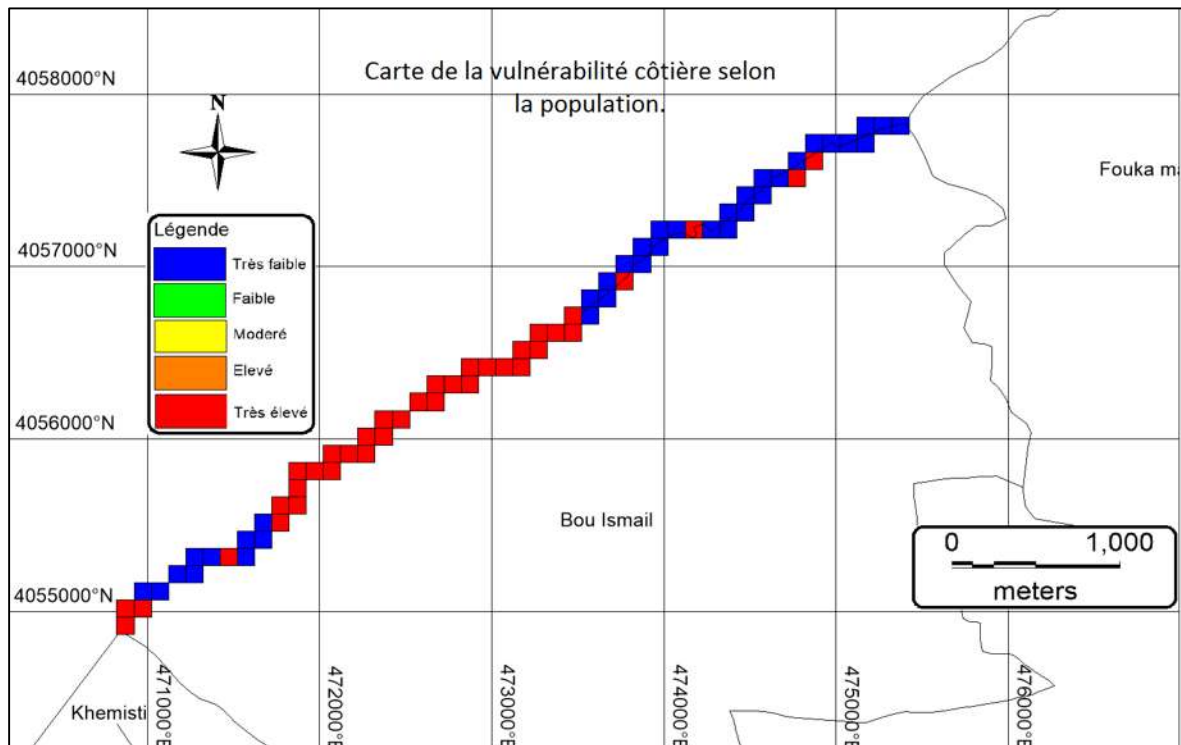


Figure III.6 : Carte de la vulnérabilité côtière selon la population de la région de Bou Ismail.

III.3.4 Equipements et infrastructures

Pour cette variable on a combiné deux paramètres les routes et les voies ferrées. Les routes et les voies ferrées sont les éléments de l'environnement les plus simples à incorporer dans un indice. Ils occupent un espace défini, ont de largeurs définies et les coûts de protection, en les remplaçant ou les déplaçant sont relativement simples à évaluer. (NIAZI S, 2007). MCLAUGHLIN et COOPER (2010), considère que la présence des routes ou une voie ferrée rend le littoral très vulnérable, et leur absence rend le littoral à très faible vulnérabilité.

III.3.4.1 Résultats et interprétation

On est en présence d'une route à deux voies comme le montre la figure, on considère une telle zone comme étant vulnérable de degré très élevé. En revanche une absence totale de la voie ferrée qui lui confère une très faible vulnérabilité par rapport à ce paramètre.



Figure III.7 : Réalisation d'une route près du rivage de la commune de Bou Ismail.

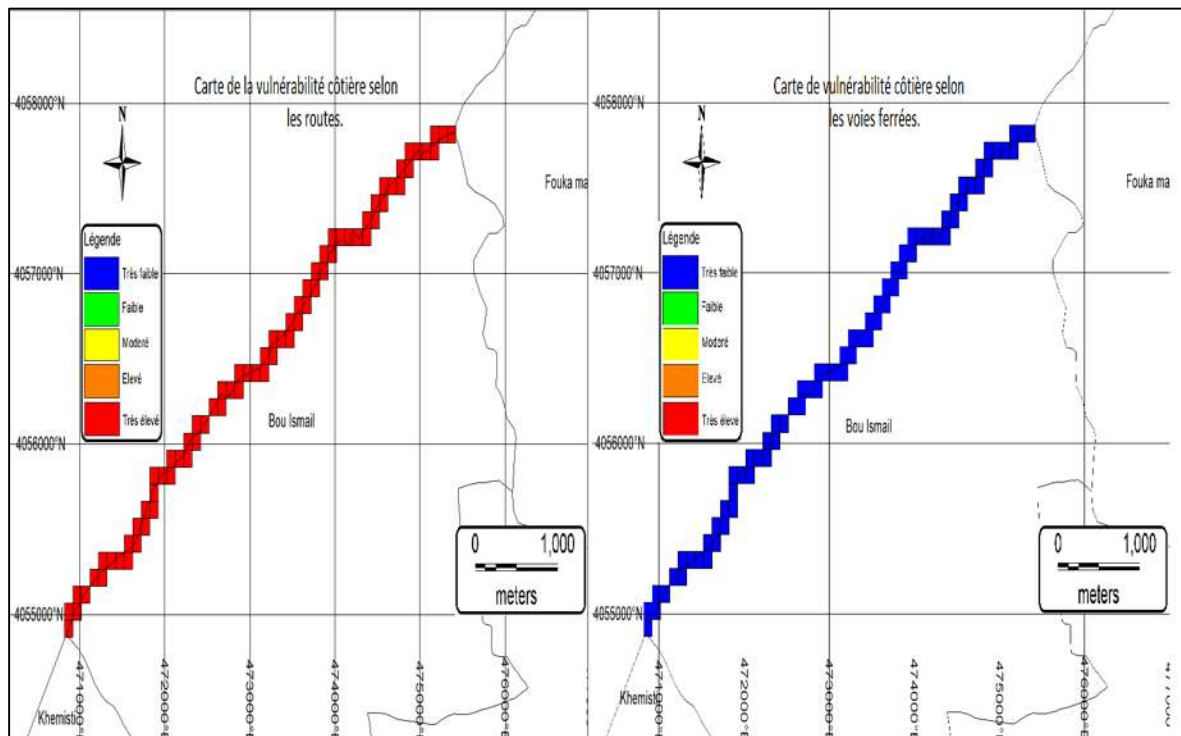


Figure III.8 : Carte de la vulnérabilité côtière selon les routes et les voies ferrées de la côte de Bou Ismail.

III.3.5 Pollution

Le choix de l'étude de la vulnérabilité par rapport à la pollution s'est imposé par lui-même. En effet, au cours de notre première sortie on a observé et constaté que la zone est très affectée par divers types et sources de pollution, pollution par les déchets et les divers rejets industriels et domestiques et même voire une pollution visuelle vue la qualité de l'eau

et l'artificialisation du littoral. Pour plus de précision pour ce paramètre des analyses au laboratoire pour les paramètres physico-chimiques et bactériologiques pour la détermination de la qualité des eaux devraient être réalisées. Cependant, en manque de temps et pour ne pas surcharger la thématique du sujet on a préféré de s'abstenir de le faire et se limiter à une appréciation visuelle.

III.3.5.1 Résultats et interprétation

On accorde à notre zone un degré de vulnérabilité par rapport au paramètre de pollution qui varie de faible à risque élevé. Cependant, il existe 2 cellules à vulnérabilité élevée et la tendance générale est à la modération, donc à l'affection de ces zones par les différents types de rejets.



Figure III.9 : Rejet industriel dans la région de Bou Ismail.



Figure III.10 : Rejet domestiques émergé dans la région de Bou Ismail.



Figure III.11 : Déchets domestiques dans la région de Bou Ismail.

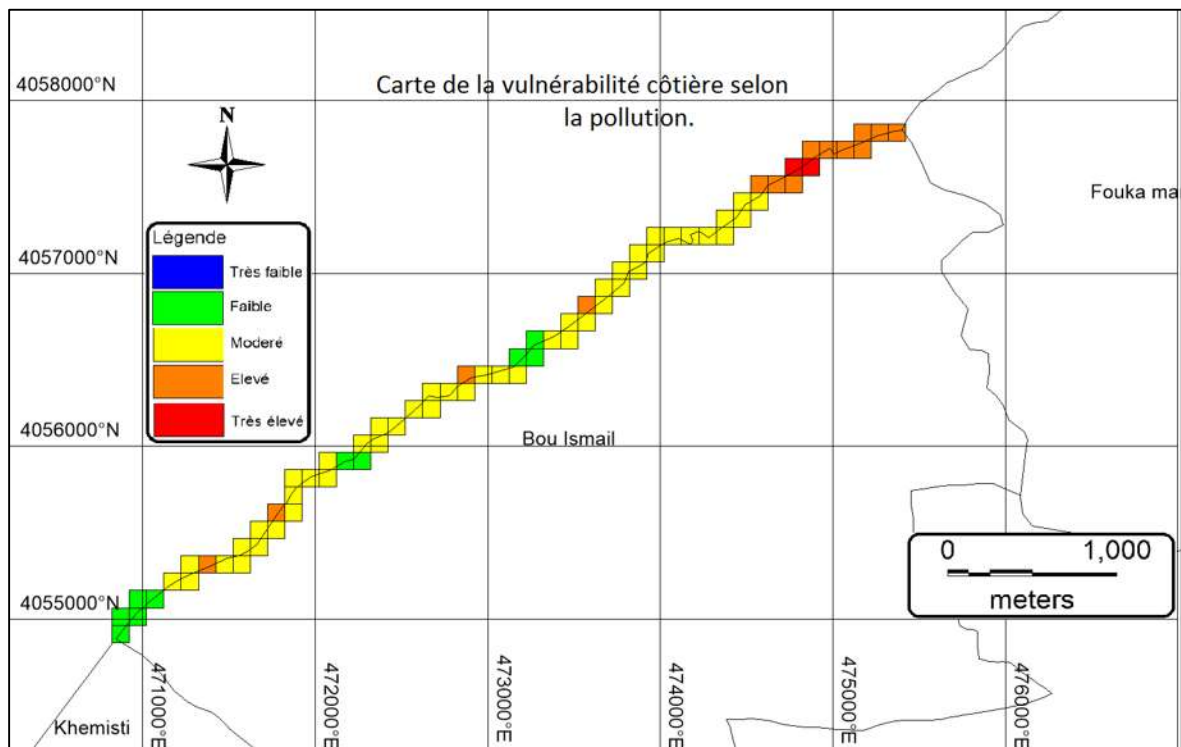


Figure III.12 : Carte de la vulnérabilité côtière selon la pollution dans la région de Bou Ismail.

III.4. Présentation et commentaire du CVIse

Une fois que les paramètres estimés les valeurs obtenues sont additionnées ensemble. Le classement de l'indice de la vulnérabilité socioéconomique noté (CVIse) est minimal pour une valeur de 11 et maximal pour une valeur de 21 avec une moyenne de 14,81.

Chapitre III : La vulnérabilité en rapport avec les enjeux.

A l'aide des résultats précédents on a subdivisé l'intervalle entre le minimal et le maximal en 5 classes comme le montre le tableau suivant :

Tableau III.2 : Classes de la vulnérabilité socio-économique.

	Très faible	Faible	Modérée	Elevée	Très élevée
Score	1	2	3	4	5
Classe	[11;13[[13;15[[15;17[[17;19[[19;21]

La formule suivante montre comment calculer l'indice de vulnérabilité côtière socio-économique pour chaque cellule :

$$CVIse = (a + b + ((c + d) / 2) + e + f) \text{ (MCLAUGHLIN, 2002 modifiée)}$$

Avec :

a : Population ; b : Patrimoine culturel ; Infrastructures économiques : c : Route, d : Voieferrée ; e : Occupation du sol ; f : Pollution

Pourcentage des classes de vulnérabilité Socio-économique.

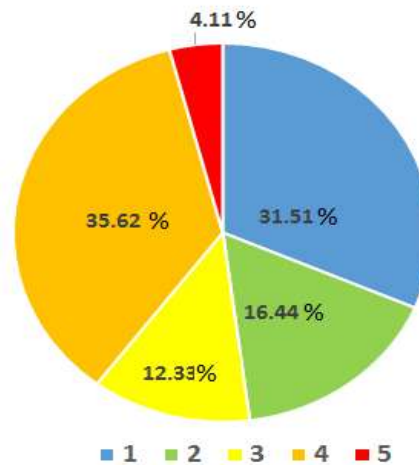


Figure III.13 : Pourcentage des classes de la vulnérabilité socio-économique.

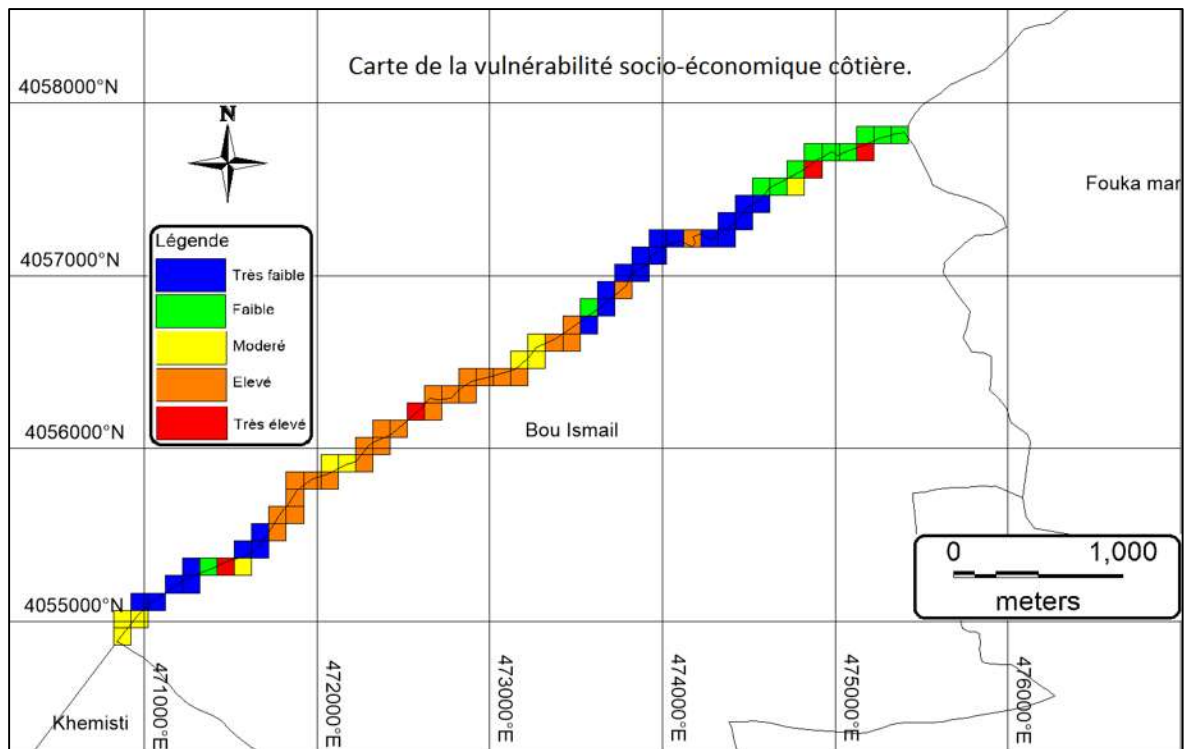


Figure III.14 : Carte de la vulnérabilité socio-économique côtière de la commune de Bou Ismail.

Socio-économiquement, la vulnérabilité côtière dans notre zone d'étude est très hétérogène, car, elle est représentée par les différents niveaux et classes de vulnérabilité.

La zone centrale est plus critique en terme d'atteinte par nos paramètres, étant donné que la plupart de nos cotations sont élevées dans cette partie. Par contre, les zones périphériques de la commune sont à vulnérabilité de faible à modérée.

Chapitre IV :
La vulnérabilité institutionnelle.

IV.1. Perception de risque côtier

A l'image de l'ensemble du territoire national, la commune de Bou Ismail est confrontée à certains risques majeurs qui sont d'ordre naturel ou liés aux activités humaines. Selon le PAW de la wilaya de Tipaza ces risques, d'intensité plus ou moins importante selon la nature, sont pour certains difficiles à prévoir (séismes, inondations, etc.) et produisent de graves catastrophes sur les plans humains et économiques.

- Les séismes.
- L'érosion des sols.
- Les risques climatiques.
- Les inondations.
- Les feux de forêts.
- Les risques industriels et énergétiques.

IV.1.1 Les séismes

L'activité tectonique actuelle du Nord du pays résulte des mouvements tectoniques complexes de rapprochement entre les plaques : africaine et eurasienne. Elle se manifeste par des séismes d'intensité plus ou moins violents selon les zones d'impact.

Ces séismes, selon l'intensité et la zone d'impact (épicentre) peuvent être accompagnés d'autres phénomènes naturels tels que les ras de marée, les glissements de terrain, les éboulements rocheux, etc. De par leurs effets dévastateurs, ils constituent une menace importante pour les vies humaines, les infrastructures et l'économie (destruction : d'habitations, de voies de transport, d'ouvrages, sites industriels...).

Afin de prévenir et de limiter les effets dévastateurs des séismes, il y a lieu, d'appliquer la réglementation nationale parasismique dans toute sa rigueur et de doter la wilaya d'une étude de micro-zonation.

IV.1.2 L'érosion des sols

L'érosion est la conséquence de plusieurs facteurs combinés (naturels et anthropiques) tels que la pente excessivement forte, les substrats tendres (marnes, calcaires friables...),

l'intensité des pluies, la déforestation, les labours en pente, etc. Son intensité varie d'un point à l'autre en rapport avec le degré d'intensité des facteurs mis en relation.

IV.1.3 Les risques climatiques

Le risque climatique est un phénomène naturel qui touche l'ensemble de la planète. Bien que ce phénomène soit peu perceptible sur une échelle régionale, on relève toutefois quelques signes alarmants :

- Diminution du volume moyen annuel des précipitations au cours des dernières décennies.
- Assèchement de certaines sources et de certains cours d'eau.
- Diminution de l'importance et de la période d'enneigement.

Cette diminution du volume pluviométrique, outre les conséquences sur la ressource eau, constitue aussi a priori (à démontrer par les chercheurs) un impact négatif sur la végétation naturelle.

IV.1.4 Les inondations

L'intensité des précipitations, la topographie du terrain, la nature du réseau hydrographique et la qualité d'entretien de ce dernier sont les facteurs à l'origine des inondations. Par nature, on cite notamment :

IV.1.4.1 Les écoulements

Ce phénomène, qui donne souvent lieu à la stagnation des eaux au niveau des terres de cultures est la conséquence des écoulements diffus ou concentrés, provenant des petits oueds qui se déversent directement dans les plaines et vallées.

IV.1.4.2 Les stagnations d'eau au niveau des embouchures.

Il est le résultat de l'envasement causé par la rupture brutale de la pente et les dépôts de sédiments et autres produits de charriage, qui s'ensuivent.

La lutte contre les inondations et la préservation des terres situées en bordure des grands oueds nécessitent, selon les cas :

- L'entretien des oueds (curage et calibrage).

- La protection biologique ou mécanique des berges (notamment au niveau des méandres).
- Construction de digues de protection.

Au niveau des embouchures, les travaux de curage et de dragage sont les mieux indiqués pour faciliter les évacuations d'eau vers la mer.

IV.1.5 Les feux de forêts

Les forêts sont soumises à diverses atteintes qui menacent leur durabilité. Les feux de forêts constituent la première menace sur le patrimoine forestier de la wilaya, notamment durant la précédente décennie où l'ampleur des feux de forêts a connu un degré très élevé.

Afin de prévenir ces incendies, la vigilance est recommandée et la connaissance des zones les plus sensibles à ce phénomène est plus que nécessaire. C'est à ce titre que la direction de la protection civile et la Conservation des forêts doivent conjuguer leurs efforts pour l'élaboration d'une carte de sensibilité des forêts aux incendies.

Quant à la préservation de ce potentiel, elle implique notamment l'élaboration de plans d'aménagement qui devront porter particulièrement sur :

- La délimitation et la localisation des secteurs nécessitant des traitements sylvicoles.
- L'identification des travaux de repeuplement et d'entretien (coupes d'assainissement, d'éclaircie et de régénération).
- L'élaboration d'un programme pour une exploitation durable des produits et sous-produits forestiers (liège, bois et autres).
- L'identification des infrastructures nécessaires (notamment les pistes et les tranchées pare-feux...etc).

IV.1.6 Les risques industriels et énergétiques

Les risques industriels portent essentiellement sur diverses pollutions (contaminations des ressources en eau, contamination du sol et pollutions atmosphériques) et nuisances. Les mesures préconisées de ce cas (déjà en application) consistent dans : la réalisation de STEP au niveau des unités, la sécurisation du stockage des produits dangereux (utilisables et usagés), obligation d'études d'impacts avant la réalisation des unités, un suivi permanent de la part des services de l'environnement...etc.

IV.2. Contexte réglementaire

L'Algérie dispose d'un arsenal réglementaire, juridique et institutionnel très important en matière de gestion de l'environnement marin, développement durable, de maîtrise des aménagements et de gestion de risques en zone côtière.

Nous allons tenter de faire un récapitulatif de l'ensemble des textes réglementaires (Lois, Décrets exécutifs et présidentiel).

IV.2.1 Lois

Tableau IV.1 : Récapitulatif des lois en matière de gestion et de protection du littoral algérien.

Règlement	Institution
Loi 90-29 du 01/12/1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme. Complétée et modifiée par la Loi 04-05 du 14/08/2004.	- Ministère de l'intérieur l'aménagement du territoire.
Loi 01-20 du 12/12/2001, relative à l'aménagement et au développement durable du territoire.	- Ministère de l'intérieur l'aménagement du territoire.
Loi 02-02 du 05/02/2002 relative à la protection et la valorisation du littoral.	- Ministère de l'intérieur l'aménagement du territoire. - Ministère de l'environnement et des énergies renouvelables.
loi 03-10 du 19/07/2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.	- Ministère de l'environnement et des énergies renouvelables.
Loi 03-02 du 17/02/2003 relative aux règles générales d'utilisation et d'exploitation des plages.	- Ministère de l'intérieur l'aménagement du territoire. - Ministère de l'environnement et des énergies renouvelables. - Ministère du tourisme et de l'artisanat.
Loi 03-03 du 17/04/2003 relative aux zones d'expansion et sites touristiques (ZET).	- Ministère du tourisme et de l'artisanat.

Chapitre IV : La vulnérabilité institutionnelle.

Loi 04-20 du 25/12/2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable .	- Ministère de l'intérieur l'aménagement du territoire. - Ministère de l'environnement et des énergies renouvelables. - Ministère des ressources en eau et des forêts.
Loi 05-12 du 04/08/2005 relative à l'eau. Complétée et modifiée par la loi 08-03 du 23/01/2008.	- Ministère de l'environnement et des énergies renouvelables. - Ministère des ressources en eau et des forêts.
Loi 07-06 du 13/05/2007 relative à la gestion, à la protection et au développement des espaces verts	- Ministère de l'intérieur l'aménagement du territoire. - Ministère de l'environnement et des énergies renouvelables. - Ministère du tourisme et de l'artisanat. - Ministère des ressources en eau et des forêts.
Loi 10-02 du 29/06/2010 relative à l'approbation du Schéma National d'Aménagement du Territoire.	- Ministère de l'intérieur l'aménagement du territoire. - Ministère de l'environnement et des énergies renouvelables.

IV.2.2 Décrets

Récapitulatif des décrets en matière de protection du littoral algérien.

- Décret exécutif 07-145 du 19/05/2007 déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement.
- Décret présidentiel 06-405 du 14/11/2006 portant ratification du protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée, signé à Barcelone le 10 juin 1995.
- Décret présidentiel 06-302 du 02/09/2006 portant ratification de l'accord entre le Gouvernement de la République algérienne démocratique et populaire, le Gouvernement du Royaume du Maroc et le Gouvernement de la République tunisienne portant plan d'urgence sous-régional entre l'Algérie, le Maroc et la Tunisie pour la préparation à la lutte et la lutte

contre la pollution marine accidentelle dans la zone de la Méditerranée du Sud-Ouest, signé à Alger, le 20 juin 2005.

- Décret présidentiel 04-141 du 28/04/2004 portant ratification des amendements à la convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution, adoptés à Barcelone le 10 juin 1995.
- Décret présidentiel 05-71 du 13/02/2005 portant ratification du protocole relatif à la coopération en matière de prévention de la pollution par les navires et, en cas de situation critique, de lutte contre la pollution de la mer Méditerranée, fait à La Valette (Malte), le 25 janvier 2002.
- Décret exécutif 93-164 du 09/07/1993 définissant la qualité requise des eaux de baignade.
- Décret exécutif 04-111 du 13/04/2004 fixant les conditions d'ouverture et d'interdiction des plages à la baignade.
- Décret exécutif 04-112 du 13/04/2004 fixant les missions, l'organisation et les modalités de fonctionnement de la commission de wilaya chargée de proposer l'ouverture et l'interdiction des plages à la baignade.
- Décret exécutif 07-206 du 30/06/2007 fixant les conditions et les modalités de construction et d'occupation du sol sur la bande littorale, de l'occupation des parties naturelles bordant les plages et de l'extension de la zone objet de non-ædificandi.
- Décret exécutif 09-88 du 17/02/2009 relatif au classement des zones critiques du littoral.

IV.3. Instruments de gestion, de lutte et de prévention des risques côtiers

IV.3.1 Instruments de gestion du littoral

- Le Commissariat National du Littoral (CNL)

Le Commissariat National du Littoral (C.N.L) est un établissement public à caractère administratif sous tutelle du Ministère des Ressources en Eaux et de l'Environnement. Il est créé par l'article 24 de la loi n°02-02 du 5 février 2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral.

Chapitre IV : La vulnérabilité institutionnelle.

Conformément aux dispositions de l'article 4 du décret n° 04-113 portant organisation, fonctionnement et missions du commissariat national du littoral, le CNL a pour missions de :

- Préserver et valoriser le littoral, les zones côtières et leurs écosystèmes.
 - Mise en œuvre des mesures de protection du littoral et des zones côtières.
 - Fournir aux collectivités locales toute assistance se rapportant à ses domaines d'intervention.
 - Maintenir, restaurer et réhabiliter les espaces terrestres et marins remarquables ou nécessaires au maintien des équilibres naturels en vue de leur conservation.
 - Promouvoir des programmes de sensibilisation et d'information du public sur la conservation et l'utilisation durable des espaces littoraux ainsi que de leur diversité biologique.
- Le conservatoire national de formation environnementale CNFE

Le Conservatoire National des Formations à l'Environnement (CNFE) est un établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle du Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement (MATE).

Cet organisme est créé en 2002 à l'effet de renforcer le cadre institutionnel pour la mise en œuvre de la politique nationale de l'environnement et du développement durable.

A ce titre, il prend en charge le volet pédagogique de cette politique, qui intègre dans ses missions :

- La formation qui a pour objectif notable de professionnaliser et de renforcer les compétences des acteurs économiques et sociaux en les informant sur les meilleures méthodes et pratiques visant la performance écologique.
 - La sensibilisation qui vise à faire réagir les différentes populations aux problématiques de l'environnement notamment la pollution sous toutes ses formes et la gestion inconsidérée des ressources naturelles.
 - L'éducation environnementale qui vise essentiellement les plus jeunes puisqu'ils constituent le vecteur principal de transmission des bonnes pratiques aux générations futures en vue de pérenniser l'écocitoyenneté.
- Le centre national des développements et des recherches biologiques CNDRB

Chapitre IV : La vulnérabilité institutionnelle.

Situé à Dar Dounia (Bab El Oued, Alger), le CNDRB a été créé en 2002 suite à la ratification par l'Algérie de convention sur la diversité biologique (CBD : Rio de Janeiro 1995) et à l'issue de l'élaboration de la première stratégie nationale. Il répond aux besoins d'approfondir la connaissance du patrimoine biologique national, pour sa protection et sa valorisation.

C'est un établissement public à caractère administratif. Il est élevé au rang d'établissement national en 2004. Il est doté d'un conseil d'orientation, et d'un Conseil Scientifique. Ses missions sont :

- Centraliser l'ensemble des inventaires de la faune et la flore, des habitats et des écosystèmes.
 - Contribuer, en concertation avec les acteurs concernés, à l'élaboration des plans de valorisation des ressources biologiques dans le cadre du développement durable.
 - Proposer, en concertation avec les secteurs concernés, la conservation des ressources biologiques nationales selon les modalités fixées par la réglementation en vigueur.
 - Promouvoir la mise en œuvre des programmes de sensibilisation du public concernant la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique.
- Le centre national de recherche et développement de la pêche et de l'aquaculture CNRDPA

Soucieux d'un développement durable de son secteur, le ministère de la pêche et des ressources halieutiques, s'est doté d'un outil scientifique d'aide à la décision, lui permettant une gestion rationnelle des ressources. A cet effet le CNDPA (Centre national d'étude et de la documentation pour la Pêche et l'aquaculture) créée en 1993 a été restructuré en CNRDPA (Centre national de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture) par décret exécutif en 2008. Cet établissement public à caractère scientifique et technologique, contribue à l'élaboration et la réalisation des programmes nationaux de recherche scientifique en relation directe avec le secteur concerné.

Le CNRDPA est chargé de :

- Mener une veille technologique pour un développement judicieux de la pêche et de l'aquaculture, et entretenir des coopérations scientifiques nationales et internationales.

- Effectuer expertise et avis technique à l'adresse du secteur chargé de la pêche et de l'aquaculture et d'autres utilisateurs.
- La direction de l'environnement
- Le Conseil de Coordination Côtier (CCC)
- Le Fond Littoral (FL)
- La direction générale des forêts

IV.3.2 Instruments de prévention

- Les plans d'aménagement côtiers au niveau de chaque commune.
- Les plans d'intervention d'urgence (PIU) (programme Tel Bahr : pollution marine accidentelle), Arrêté du 06/02/2002 portant composition et modalités de fonctionnement du comité Tel Bahr de wilaya.
- Le classement des zones critiques et des aires protégées.
- Le système global d'information et de la cartographie des zones côtières.
- La surveillance de la qualité du milieu marin.
- Les mesures d'incitation économiques et fiscales.

IV.4. Représentation de la vulnérabilité institutionnelle

C'est une vulnérabilité en relation avec la réglementation, les politiques publiques, les instruments et les structures impliquées directement ou indirectement dans la gestion des risques environnementaux. Elle englobe aussi les aspects, les dispositifs et les mesures qui visent principalement l'identification et l'évaluation des risques, leur gestion au sens de la protection civile, et des questions de responsabilités et d'indemnisation des dommages.

A partir de notre travail préalable de recensement des textes juridiques, des administrations et politiques publiques en matière de gestion et de protection contre les risques côtiers, on déduit que la loi littorale 02-02 et le CNL sont des éléments majeurs en ce qui concerne la mise en valeur, protection et gestion du littoral et des risques liés à ce dernier.

De ce fait, l'étude de la vulnérabilité institutionnelle concernera beaucoup plus la conformité des aménagements dans la zone côtière de Bou Ismail aux articles de la loi littorale et

Chapitre IV : La vulnérabilité institutionnelle.

l'aptitude du CNL à l'application de ces derniers et la réalisation de ses missions fixées par le décret 04-113 sur terrain.

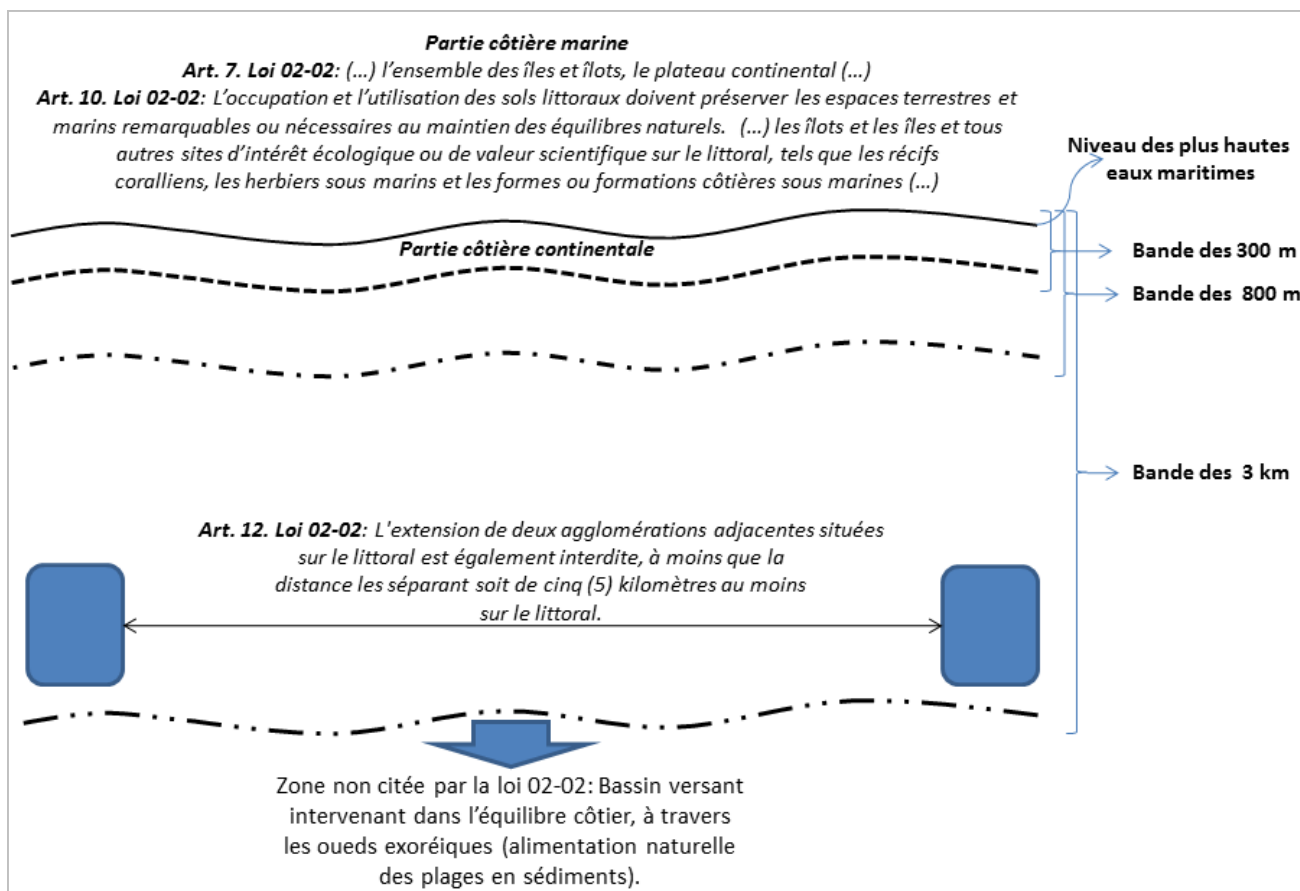


Figure IV.1 : Schéma récapitulatif des limites de conformité des aménagements aux articles de la loi littorale.

Tableau IV.2 : Sensibilité de la vulnérabilité côtière du CVIi

	Très faible	Faible	Modéré	Elevé	Très élevé
Score	1	2	3	4	5
Loi littorale	Conforme	-	-	-	Non conforme

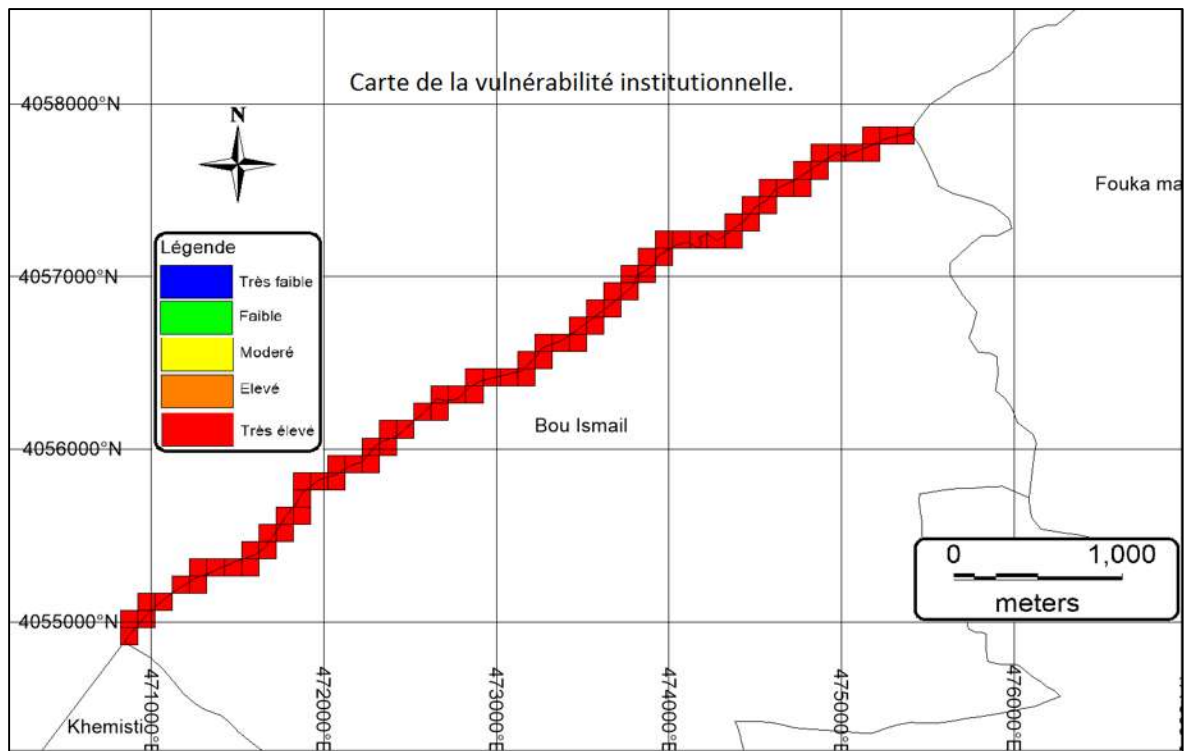


Figure IV.2 : Carte de la vulnérabilité institutionnelle de la région de Bou Ismail.

Notre zone d'étude est classée à un degré de vulnérabilité institutionnelle très élevé, cela dit que l'intégralité des textes réglementaires ne sont respectés et que les instruments de lutte et de prévention n'accomplissent pas leurs missions (protection, valorisation, sensibilisation...etc).

Selon la loi littorale 02-02 relative à la protection et la valorisation du littoral, plusieurs articles de cette dernière ne sont respectés ou proprement dit « totalement négligées » ; on cite les articles suivants :

Art. 12. -L'extension longitudinale du périmètre urbanisé des agglomérations situées sur le littoral est interdite au-delà de trois (3) kilomètres. Cette distance englobe le tissu existant et les constructions nouvelles. L'extension de deux agglomérations adjacentes situées sur le littoral est également interdite, à moins que la distance les séparant soit de cinq (5) kilomètres au moins sur le littoral.

→La présence des constructions (voire des constructions en cours de réalisation) très proches du rivage d'une distance d'environ 20 mètres prouve que la bande des 3 Km de l'extension longitudinale des agglomérations n'est pas prise en compte. En ce qui concerne la fenêtre verte des 5 Km qui est absente entre l'agglomération secondaire AS de Khemisti et l'agglomération chef-lieu ACL de Cherchell.



Figure IV.3 : Constructions en cours de réalisation longeant la côte de Bou Ismail.

Art. 16. - Les réseaux routiers et les voies carrossables d'accès au rivage sont réalisés conformément aux dispositions ci-dessous :

1 - sont interdites les voies carrossables nouvelles parallèles au rivage dans la limite d'une bande de huit cents (800) mètres.

2 - sont interdites les voies carrossables nouvelles sur les dunes littorales, les cordons dunaires côtiers et les parties supérieures des plages.

3 - sont interdites les routes de transit parallèles au rivage réalisées sur une distance de plus de trois (3) kilomètres au moins à partir des plus hautes eaux maritimes. 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 aux alinéas (1) et (2) ci-dessus.

L'exception prévue ci-dessus est précisée par voie réglementaire.

→ Une route à deux chaussées est en cours de réalisation dans la zone côtière de Bou Ismail à une distance d'environ 10 mètres du rivage, ce qui contredit l'article ci-dessus.



Figure IV.4 : Route à deux chaussée parallèle au rivage de la côte de Bou Ismail.

Art. 18. - Sans préjudice des dispositions légales en vigueur en matière de servitudes de non-aedificandi et sous réserve du cas des activités et des services pour lesquels la proximité immédiate de la mer est une nécessité, ces servitudes peuvent être portées à trois cents (300) mètres pour des motifs liés au caractère sensible du milieu côtier. Les conditions et les modalités d'extension de la zone objet de non-aedificandi et d'autorisation des activités permises sont fixées par voie réglementaire.

→Des constructions qui ne sont pas une nécessité envoisine le rivage, donc violation de la zone de non-aedificandi des 300 mètres.

Art. 23. - La circulation et le stationnement des véhicules automobiles sur le rivage naturel sont interdits. Sont autorisés à circuler, en cas de besoin, les véhicules des services de sécurité, de secours ou de nettoyage et d'entretien des plages.

→On a constaté sur le terrain une circulation incontrôlée et anarchique des véhicules qui ne sont pas en relation avec les services de sécurité, de secours ou de nettoyage et d'entretien des plages. Ce qui représente une violation à loi littorale.

Art. 33. - En cas de pollution sur le littoral ou les zones côtières ou dans les autres cas de pollution marine nécessitant une intervention d'urgence, des plans d'aménagement sont institués à cet effet.

Les modalités de définition des plans d'intervention d'urgence, leur contenu et leur déclenchement ainsi que la coordination entre les différentes autorités intervenant dans leur mise en œuvre sont précisés par voie réglementaire.

Chapitre IV : La vulnérabilité institutionnelle.

→ Dans notre site d'étude on a été en présence d'une zone hyperpolluée, mais aucune observation de mise en valeur ou de prise en compte (mesures nécessaires) pour y remédier à ce problème par les autorités responsables, ce qui accentue l'incapacité de ces organismes à prendre en charge ces zones critiques et accomplir leurs missions.

Chapitre V :
La mesure de la vulnérabilité systémique.

V.1. Représentation graphique des 3 indices

Sur la base des 3 chapitres précédents nous allons essayer de faire une représentation graphique par le biais du graphe de l'AMOEBE regroupant les trois indices de vulnérabilité pour classer et déterminer la vulnérabilité globale de notre zone d'étude selon ces derniers :

-Le CVIphy a une moyenne de 15,21 des cotations de tous les paramètres, donc, selon le tableau 7 c'est la 2eme classe, alors le score qu'on va lui attribuer est 2.

- Le CVIse a une moyenne de 14,81 des cotations de tous les paramètres, donc selon le tableau 9 c'est la 2eme classe, alors le score qu'on va lui attribuer est 2.

- Le CVIi qu'on a estimé à une vulnérabilité très élevée selon le tableau 11, alors on va lui attribuer un score de 5.

La présentation des 3 indices se résume dans le graphe suivant.

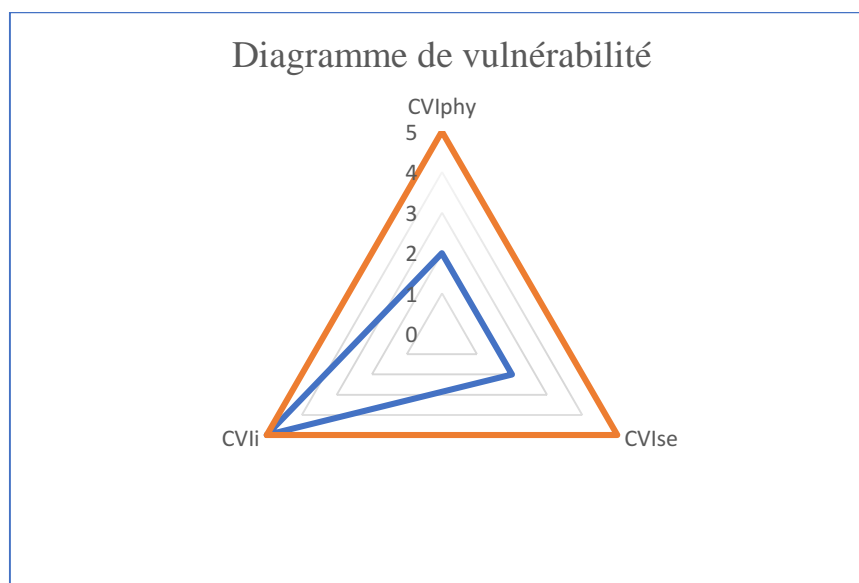


Figure V.1 : Diagramme de vulnérabilité.

V.2. Evaluation des 3 indices de vulnérabilité.

- La vulnérabilité physique :

Malgré que certains paramètres physiques présentent des degrés de vulnérabilité très élevés, mais, la représentation générale de cette approche est d'une vulnérabilité modérée, cela s'explique par la géomorphologie, la pente et le relief du site.

- La vulnérabilité socio-économique

Tous les paramètres de l'approche socio-économique sont d'une vulnérabilité moyenne (qui va de faible à élevée), donc on a une disparité des niveaux de risque ce qui est lié directement à la nature de l'usage qu'on apporte à notre zone.

- La vulnérabilité institutionnelle

La réglementation est un aspect très important pour la protection du littoral à l'aide de différents instruments et administration de la régulation, de gestion et de mise en valeur ; mais pour notre cas d'étude cet aspect vient accentuer le degré de vulnérabilité suite à la non-application des textes juridiques et l'inefficacité des instruments de la régulation.

V.3. Estimation et commentaire d'un indice global de vulnérabilité

La conception d'une approche d'étude de la vulnérabilité systémique globale, nous a mené à prendre en considération plusieurs aspects à savoir l'aspect physique, socio-économique et institutionnel.

La vulnérabilité systémique dans sa globalité reste un concept en étude, notre travail tentera de participer à concrétiser un essai pour l'étude de cette dernière. Elle exprime plusieurs paramètres et les englobe en une seule représentation en passant par le calcul de CVI pour chaque aspect et les introduisant dans une équation pour calculer le CVI global.

La vulnérabilité globale s'est avérée d'un degré modéré sur la totalité de la commune de Bou Ismail après combinaison des 3 aspects.

On a calculé la moyenne des cotations des 3 indices de vulnérabilité côtière, comme le montre l'équation suivante :

$$CVI_g = (CVI_{phy} + CVI_{se} + CVI_i) / 3$$

Tableau V.1 : Cotation de différents indices.

Indice	Cotation
CVI _{phy}	2
CVI _{se}	2
CVI _i	5
CVI _g	3

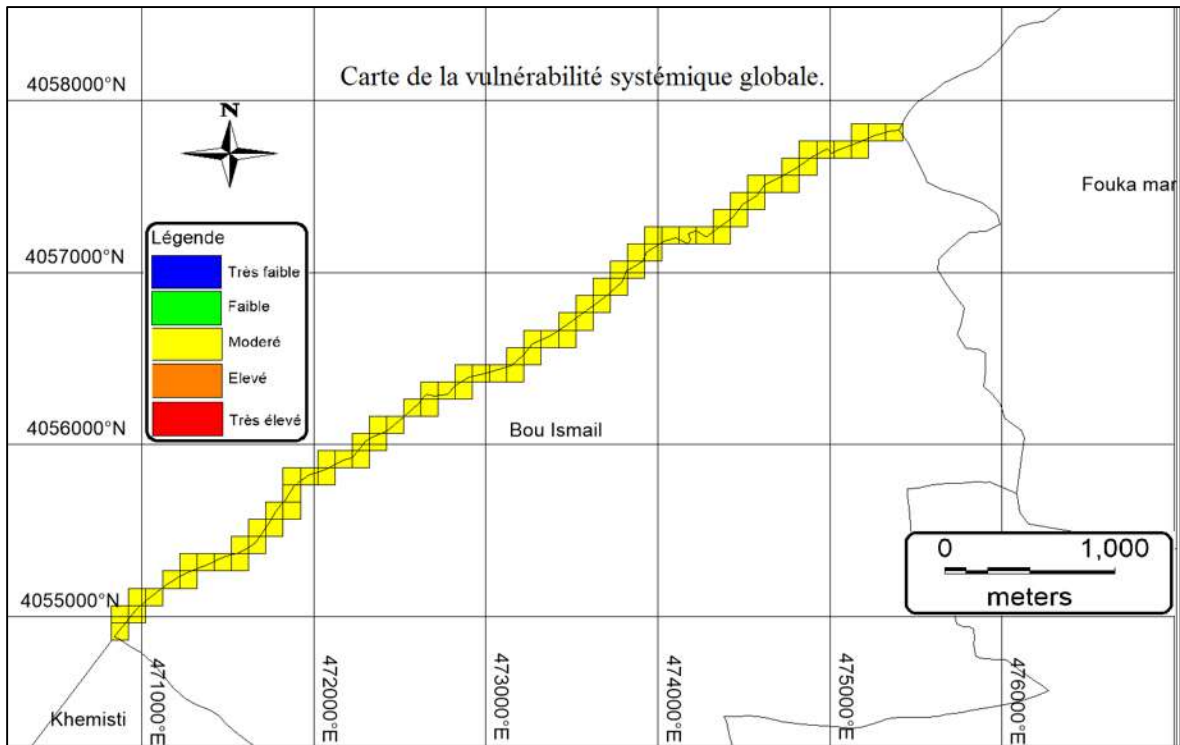


Figure V.2 : Carte de la vulnérabilité systémique global de la région de Bou Ismail.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Les pressions anthropiques en zone littorale sont de plus en plus significatives, étant donné qu'elles sont combinées à d'autres facteurs tel que les changements climatiques, les risques côtiers et la pollution par ses différents types, par conséquent, la zone côtière est plus exposée aux risques ce qui fait que sa vulnérabilité est accentuée.

Les travaux effectués jusqu'à maintenant ont plus ou moins cerné la vulnérabilité selon une approche physique, socio-économique et entre autre, règlementaire et institutionnelle. L'étude des risques côtiers n'a pas réellement intégré les composantes liées aux enjeux et aux réponses qui lui sont données sur le plan de la gestion intégrée.

Cette étude, dont l'objectif principal est d'évaluer la vulnérabilité de la côte de Bou Ismail, a révélé une insuffisance des approches de l'étude de la vulnérabilité et des risques sans une intégration et une approche systémique par une approche de gestion intégrée de plusieurs paramètres.

La zone de Bou Ismail a été artificialisée et aménagée de façon intensive et anarchique. En effet, même si la commune dispose d'un plan d'occupation du sol POS, d'un plan directeur d'aménagement et d'urbanisme PDAU, ces derniers ne sont pas respectés et pris en considération lors de la délivrance des permis de constructions par les autorités compétentes.

Les différents acteurs qui sont une composante essentielle pour la gestion et la perception des risques présentent une inconscience et une ignorance totale. Par rapport aux différents instruments de lutte et de prévention qui n'accomplissent pas leurs missions et qui n'arrivent pas à gérer les aléas d'une façon à instaurer des solutions et d'appliquer les mesures nécessaires pour résoudre les dommages infligés par les différents enjeux et risques auxquels fait face notre zone.

Pour remédier aux problèmes liés à la vulnérabilité côtière, plusieurs solutions ont été proposées pour rendre les côtes moins sensibles aux risques tels que :

-L'instauration d'un système d'alerte précoce et rapide multidisciplinaire (Inondation, submersion marine, érosion côtière, pollution accidentelle...etc).

-Veiller à ce que les nouvelles constructions et infrastructures en zone côtière soient adaptées aux réglementations et instruments de gestion en zone côtière.

Conclusion générale.

-La confection des programmes des formations et sensibilisation destinées à la population et particulièrement aux associations environnementales.

Mais avant que ces problèmes ne deviennent irréversibles notre zone littorale nécessite en revanche des études plus approfondies afin de lever quelques incertitudes, et ce par, un recensement ponctuel de la population, qui sera introduit dans un système d'information géographique SIG.

Il est donc possible d'éviter, ou du moins de réduire ces impacts, en agissant dans un contexte global de GIZC, dont les principaux objectifs d'adaptation et d'atténuation sont :

-Maîtriser l'urbanisation, en orientant l'extension des centres urbains existants vers les zones éloignées du littoral.

- Œuvrer pour le transfert vers des sites appropriés des installations industrielles existantes dont l'activité présente des dommages pour l'environnement.

L'étude de la vulnérabilité et de la sensibilité côtière telle qu'elle est présentée par les différents auteurs qui ont travaillé dessus et d'après notre approche d'intégrer la variable réglementaire présente des insuffisances en matière d'intégration de la variable environnementale que ce soit l'aspect de la biodiversité ou/et les différents types de pollution, en effet, une étude approfondie des facteurs de pollution et la répartition de la biodiversité sur tout le linéaire côtier de la commune de Bou Ismail doivent être intégrées pour compléter l'approche globale de l'étude de vulnérabilité en zone côtière.

Devant tous ces points, une gestion intégrée pour ces risques s'avère indispensable, une gestion qui prendra au sérieux ces risques et analysera et évaluera ses impacts à moyen et à long terme, pour cela, on fait appel aux autorités compétentes de mettre en œuvre un plan côtier de la commune de Bou Ismail PCB.

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADJER N.W. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*. Vol.16, n°3, 268 p.

AL SID CHIKH, S. et al. (2009). *Baie de Bou-ismail et baie d'El djamila : Paramètres océanographique, gestion littorale et imagerie bathymétrique*. Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, 77 p.

BOURRELIER, P. H. (1997). La prévention des risques naturels : Rapport d'activité. Document non publié. *La Vienne: DDTV*, 129 p.

CHAPIN, F. (2009). Principles of ecosystem Stewardship: resilience - based Natural resource management in a changing world. *Journal of sea*. Vol.12, n°3, 241 p.

GALLOPIN, G. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*. Vol. 16, n°2, pp 293-297.

G.I.E.C. (2007). Bilan 2007 des changements climatiques les bases scientifiques physiques : Rapport d'activité. Document non publié. s.l. : GIEC. 25 p.

G.I.E.C. (2013). Des sciences du climat à l'évaluation des risques climatiques : Rapport d'activité. Document non publié. *GIEC, [s.l.]* : 34 p.

GOAVEC, C., HOARAU J. F. (2015). Vulnérabilité économique structurelle et dépendance touristique : quels enseignements pour les petites économies insulaires en développement. *Econpapers*. Vol. 42, pp. 157-188.

GORNITZ, V. et al. (1991). Vulnerability of the U.S. to future sea-level rise. Coastal Zone '91. *In Proceeding of Seventh Symposium on Coastal and Ocean Management*. ASCE: pp. 23-68.

GORNITZ, V. M. et al. (1994). The development of a coastal risk assessment database: Vulnerability to sea-level rise in the U.S. southeast. *Journal of Coastal Research*. Vol. 12, pp. 327-338.

HALLEGOUET, B. et al. (1997). Dynamiques économiques et anthropisation des bords de mer : impacts sur les sociétés et les espaces littoraux armoricains, *Cahiers Nantais*, n° 47 – 48, pp. 377- 390

LARID, Mohamed (2015). « L'apport du retour d'expérience au processus de gestion intégrée des zones côtières », *Méditerranée*. [Enligne]. Consulté le [12/05/2017]. Disponible à l'adresse : <http://mediterranee.revues.org/8091>

LECLAIRE L. (1972). La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algéro-baléaires : précontinent algérien. Paris : *Edition du Muséum*, 672 p.

MARCOMINI, A. et al. (2009). Decision Support Systems for risk based management of contaminated sites. *US: Springer*. 436 p.

- MCLAUGHLIN, S., COOPER, J. A. G. (2010).** A multi-scale coastal vulnerability index: A tool for coastal managers. *Environmental Hazards*. Vol. 9, pp. 233-248.
- MCLAUGHLIN, S. (2002).** Socio-economic data in coastal vulnerability indices: constraints and opportunities. *Journal of Coastal Research*. Vol.36, pp. 487-497.
- MCLEOD, E. et al. (2010).** Sea-level rise impact models and environmental conservation: a review of models and their application. *Ocean & Coastal Management*. Vol. 53, pp. 507-517.
- NIAZI, S. (2007).** *Evaluation des impacts des changements climatiques et de l'élévation du niveau de la mer sur le littoral de Tétouan (Méditerranée occidentale du Maroc) : vulnérabilité et adaptation*. Thèse de doctorat. Géosciences de l'Environnement. Rebat : Université Mohammed V-AGDAL Faculté des sciences, 230 p.
- ONM. (2010).** Recueil de perturbations atmosphériques extrêmes en Algérie. *Journal de météorologie*. Vol. 3, n°2, pp. 100-164.
- OZYURT, G., ERGIN, A. (2009).** Application of Sea Level Rise Vulnerability Assessment Model to selected Coastal Areas of Turkey. *Journal of coastl research*. Vol. 56, pp. 248-251.
- PASKOFF, R. (1992).** Côtes en danger. Paris: *L'Harmattan*. 247 p.
- SHAJI, J. (2014).** Coastal sensitivity assessment for Thiruvananthapuram, west coast of India. *Nat. Hazards*. Vol. 73, pp. 1369-1392.
- S.S.M.O. (1970).** Summary of Synoptic Meteorological Observations, U.S Naval Weather Service Command. *Mediterranean marine*. Vol. 2, 632 p.
- SZLAFSZTEIN, C., STERR, H. (2007).** A GIS-based vulnerability assessment of coastal natural hazards, State of Para, Brazil. *Journal of Coastal Conservation*. Vol. 1, pp. 53-66.
- TORRESAN, S. et al. (2008).** Assessing coastal vulnerability to climate change: comparing segmentation at global and regional scales. *Sustainable Science*. Vol. 3, pp. 45-65.
- XHARDE, R. (2007).** *Evaluation du potentiel des techniques aéroportées vidéo graphique et lidar appliquées à l'étude des risques naturels en milieu côtier*. Thèse de doctorat. Science de la terre. Québec : INRS, 248 p.

Annexes

ANNEXES

Annexe 01 : Cotation des variables de la vulnérabilité physique.

Cellule	pent %	score pente	Relief	scores Relief	marnage(m)	Scores marnage	Hs (m)	score Hs	géomorphologi e	score géomorphologie	élévation du NM	Score élévation du NM	IVCph y
1	7.39	3	24.6991 1	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
2	8.55	3	27.5157 7	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
3	7.75	3	28.4036 7	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
4	8.51	3	29.3352 4	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
5	8.69	3	31.1799 8	1	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	7.91
6	5.03	3	22.5558 5	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
7	5.46	3	23.1500 3	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
8	8	3	26.6051 1	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
9	9.63	2	34.8549 8	1	<1	5	>1.2	5	Plage à galets	4	>3	5	12.91
10	9.34	2	32.7600 6	1	<1	5	>1.2	5	Plage à galets	4	>3	5	12.91
11	9.89	2	36.7609 5	1	<1	5	>1.2	5	Plage à galets	4	>3	5	12.91

12	9.18	2	33.2201 4	1	<1	5	>1.2	5	Plage à galets	4	>3	5	12.91
13	8.48	3	36.6586 4	1	<1	5	>1.2	5	Plage à galets	4	>3	5	15.81
14	7.57	3	31.4437 1	1	<1	5	>1.2	5	Plage à galets	4	>3	5	15.81
15	7.6	3	30.3913 3	1	<1	5	>1.2	5	Plage à galets	4	>3	5	15.81
16	7.78	3	28.7662 3	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
17	7.77	3	26.9089 6	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
18	8.37	3	27.0798 1	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
19	8.31	3	27.6248 6	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
20	8.32	3	27.5877 6	2	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	25.00
21	8.39	3	29.9414 8	2	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	25.00
22	8.79	3	32.7851 1	1	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	7.91
23	7.92	3	29.4106 2	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
24	7.3	3	29.1500 9	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18

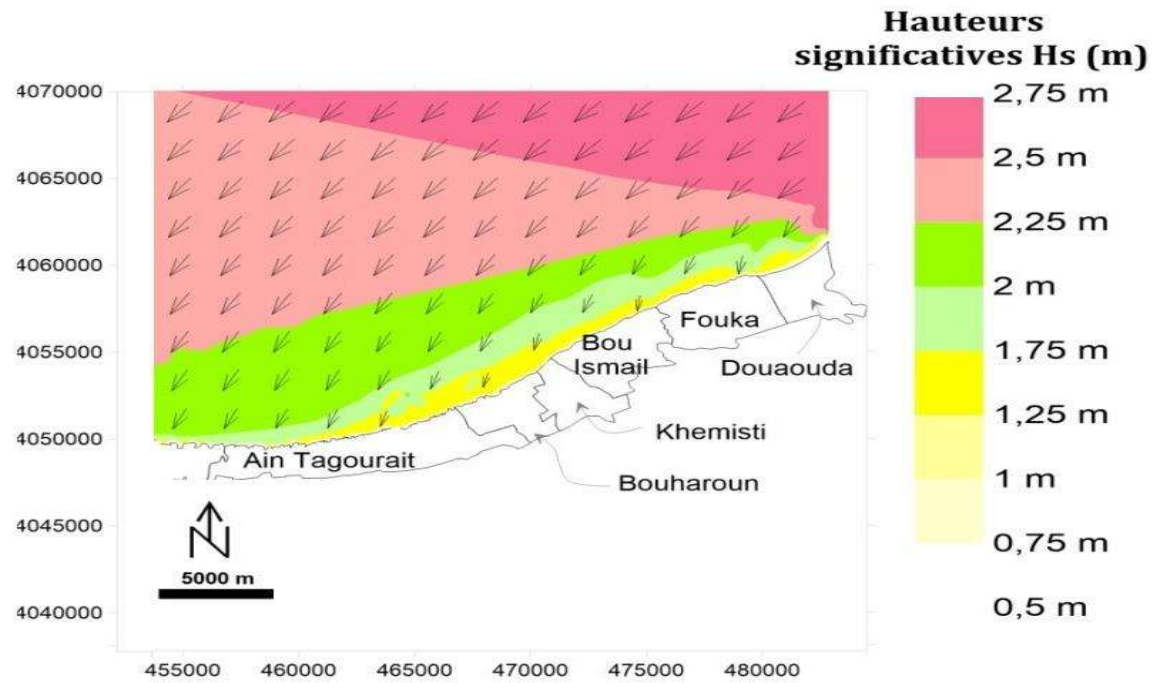
25	7.49	3	25.5613 9	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
26	7.26	3	25.0959 1	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
27	7.46	3	24.3976 6	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
28	7.28	3	26.4162 1	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
29	7.51	3	24.7457 4	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
30	7.29	3	25.5146 9	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
31	6.45	3	23.9773 5	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
32	7.58	3	26.2898 5	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
33	7.98	3	24.5348 5	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
34	6.76	3	24.0274 3	2	<1	5	>1.2	5	Falaise rocheuse	1	>3	5	11.18
35	6.81	3	23.9404 9	2	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	25.00
36	7.18	3	24.0271 6	2	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	25.00
37	6.75	3	24.1051 8	2	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	25.00

38	7.34	3	26.5018 2	2	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	25.00
39	6.65	3	26.0025 1	2	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	25.00
40	7.67	3	25.5178 3	2	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	25.00
41	6.66	3	27.3079 3	2	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	25.00
42	6.59	3	26.1460 7	2	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	19.36
43	6.57	3	27.8043 5	2	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	19.36
44	6.85	3	26.6252 5	2	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	19.36
45	7.38	3	26.8092 1	2	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	19.36
46	8.48	3	28.7668 8	2	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	19.36
47	8.57	3	30.7540 9	1	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	13.69
48	8.31	3	30.5803 3	1	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	13.69
49	9.03	2	29.3150 3	2	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	15.81
50	8.83	3	26.9740 7	2	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	19.36

51	7.86	3	20.8219 5	2	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	25.00
52	5.56	4	19.1351 7	3	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	35.36
53	5.02	4	19.6197 9	3	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	35.36
54	5.13	4	19.8873 3	3	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	35.36
55	7.98	3	26.1804 3	2	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	25.00
56	10.75	2	33.7737 1	1	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	14.43
57	9.47	2	28.3178 3	2	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	20.41
58	8.85	3	26.3741 7	2	<1	5	>1.2	5	Plage sableuse	5	>3	5	25.00
59	10.49	2	30.8448 4	1	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	11.18
60	10.68	2	31.0826 9	1	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	11.18
61	11.91	2	43.1382 7	1	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	11.18
62	11.41	2	40.0127 8	1	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	11.18
63	11.27	2	39.0442 6	1	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	11.18

64	11.2	2	41.8824 4	1	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	11.18
65	10.46	2	38.5448 2	1	<1	5	>1.2	5	Falaise basse plaine alluviale	3	>3	5	11.18
66	11.18	2	43.1123 3	1	<1	5	>1.2	5	Falaise moyenne	2	>3	5	9.13
67	12.22	1	46.3387 7	1	<1	5	>1.2	5	Falaise moyenne	2	>3	5	6.45
68	11.89	2	43.0804 8	1	<1	5	>1.2	5	Falaise moyenne	2	>3	5	9.13
69	11.32	2	43.9411 8	1	<1	5	>1.2	5	Falaise moyenne	2	>3	5	9.13
70	12.15	1	45.7482 4	1	<1	5	>1.2	5	Falaise moyenne	2	>3	5	6.45
71	12.28	1	45.9966 2	1	<1	5	>1.2	5	Falaise moyenne	2	>3	5	6.45
72	12.49	1	49.2108 5	1	<1	5	>1.2	5	Falaise moyenne	2	>3	5	6.45
73	12.51	1	50.1758 1	1	<1	5	>1.2	5	Falaise moyenne	2	>3	5	6.45

Annexe 02 : Hauteurs significatives des vagues direction Nord-Est.



Annexe 03 : Cotation des variables de la vulnérabilité socio-économique.

Cellule	Occupation des sols	Score occupation des sols	Population	Score population	Equipements et infrastructures économiques	Score équipements et infrastructures économiques	Patrimoine culturel	Score patrimoine culturel	Types de pollution	Score pollution	CVIse

1	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route	Voie ferrée	5	1	Absent	1	Zone partiellement polluée	2	16
2	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone partiellement polluée	2	16
3	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone partiellement polluée	2	16
4	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone partiellement polluée	2	11
5	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone partiellement polluée	2	11
6	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
7	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
8	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
9	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Dechets et rejets domestiques	4	13

10	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	5	Zone affectée par les rejets	3	21
11	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	5	Zone affectée par les rejets	3	16
12	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
13	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
14	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
15	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
16	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Dechets et rejets domestiques	4	18
17	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
18	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17

19	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
20	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
21	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
22	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone partiellement polluée	2	16
23	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone partiellement polluée	2	16
24	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
25	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
26	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
27	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17

28	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
29	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	5	Zone affectée par les rejets	3	21
30	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
31	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
32	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
33	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
34	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Dechets et rejets domestiques	4	18
35	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
36	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17

37	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
38	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone partiellement polluée	2	16
39	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone partiellement polluée	2	16
40	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone partiellement polluée	2	16
41	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
42	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
43	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
44	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
45	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Dechets et rejets domestiques	4	13

46	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
47	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
48	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
49	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
50	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
51	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
52	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
53	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
54	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12

55	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	17
56	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
57	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
58	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
59	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
60	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
61	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Zone affectée par les rejets	3	12
62	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Dechets et rejets domestiques	4	13
63	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Dechets et rejets domestiques	4	13

64	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Dechets et rejets domestiques	4	18
65	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Rejets industriels	5	14
66	Urbain et industriel	5	Présente	5	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Rejets industriels	5	19
67	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Dechets et rejets domestiques	4	13
68	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Dechets et rejets domestiques	4	13
69	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Dechets et rejets domestiques	4	13
70	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Dechets et rejets domestiques	4	13
71	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Dechets et rejets domestiques	4	13
72	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Dechets et rejets domestiques	4	13

73	Agriculture	4	Absente	1	Route à deux chaussées	Absente	5	1	Absent	1	Dechets et rejets domestiques	4	13
----	-------------	---	---------	---	------------------------	---------	---	---	--------	---	-------------------------------	---	----

Annexe 04 : Cotation pour la vulnérabilité institutionnelle.

	Loi 02-02	Score Loi 02-02	Missions du CNL	Score Missions du CNL
Zone d'étude	Non conforme	5	Non conforme	5

RESUME

Les littoraux constituent des environnements fragiles dans lesquels se manifestent de multiples facteurs d'évolution aux actions, interactions et rétroactions complexes.

La commune de Bou Ismail qui se situe au centre de l'Algérie dans la wilaya de Tipaza et qui s'étend sur six kilomètres de linéaire côtier, qui revêt une importance économique, sociale et écologique, dont le tourisme, la pêche et l'agriculture sont les activités économiques majeures de la côte de cette commune et leur développement est conditionné par leur vulnérabilité.

Notre objectif de travail est de mettre en évidence de la vulnérabilité côtière en rapport avec les facteurs physiques, les instruments de gestion et d'occupation du littoral et la perception du risque côtier, tout en combinant l'aspect réglementaire pour arriver à une démarche pour la mesure de la vulnérabilité globale, face au risque côtier.

La vulnérabilité globale s'est avérée d'un degré modéré sur la totalité de la commune de Bou Ismail après combinaison des 3 aspects.

Mots clés :

Vulnérabilité côtière, IVC, Commune de Bou Ismail, Gestion des risques.

ABSTRACT

The littorals constitute fragile environments in which appear multiple factors of evolution to the actions, interactions and feedbacks complex.

The commune of Bou Ismail which is located at the center of Algeria in the wilaya of Tipaza and which extends on six kilometers from linear coastal, which revêt an economic, social and ecological importance, whose tourism, fishing and agriculture are the major economic activities of the coast of this commune and their development is conditioned by their vulnerability.

Our objective of work is to highlight coastal vulnerability in connection with the physical factors, the instruments of management and occupation of the littoral and the perception of the coastal risk, while combining the regulatory aspect to arrive at a step for the measurement of the total vulnerability, vis-a-vis the coastal risk.

The total vulnerability proved of a degree moderated on the totality of the commune of Bou Ismail after combination of the 3 aspect.

Key words :

Caostal vulnérability, CVI, Bou Ismail commune, Risk management.

ملخص

السواحل هي البيئات الهشة حيث تتجمع عوامل متعددة هي إجراءات التطور الجلية، التفاعلات المعقدة. تقع بلدية بو اسماعيل في وسط الجزائر في ولاية تيبازة، وتمتد لمسافة ستة كيلومترات من الساحل، ولها أهمية إقتصادية و إجتماعية وبيئية، بما في ذلك السياحة وصيد الأسماك و الزراعة هي الأنشطة الاقتصادية الرئيسية في ساحل هذه المدينة واشترطت تنميتها تجاوز ضعفها. ويهدف عملنا لتسليط الضوء على الضعف الساحلي، وأدوات الإدارة المادية واحتلال الساحل والمخاطر الساحلية التطور، والجمع بين الجوانب التنظيمية للتوصل إلى نهج لقياس الضعف العام، ضد المخاطر الساحلية. أثبت الضعف العام درجة معتدلة على البلدية بأكملها بعد الجمع بين الجوانب الثلاثة.

الكلمات الدالة:

مؤشر الهشاشة الساحلية, الهشاشة الساحلية, بلدية بو اسماعيل, تسيير الخطر.