

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

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



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur en Sciences de la Mer

Option : Aménagement du littoral

Thème :

EFFET DE L'URBANISATION SUR L'EVOLUTION DES COTES  
-CAS DE LA BAIE DE CHENOUA-

Présenté par :

**SEFFAH Djazia**

**TALAA Amira**

Soutenu le 30/09/2017 devant le jury composé de :

<b>M. OTMANI H.</b>	<b>Maître-assistant A</b>	<b>ENSSMAL</b>	<b>Président</b>
<b>M. AOUDJ C.</b>	<b>Cadre</b>	<b>MICLAT</b>	<b>Examineur</b>
<b>Mme BOUDOUMA Z.</b>	<b>Ingénieur chef de projet</b>	<b>LEM</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M. BELKESSA R.</b>	<b>Professeur</b>	<b>ENSSMAL</b>	<b>Promoteur</b>
<b>Mme DJEHA L.</b>	<b>Ingénieur chef de projet</b>	<b>LEM</b>	<b>Co-Promotrice</b>

Année universitaire : 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.

Un grand merci à **Mr. BELKESSA R**, Professeur à l'ENSSMAL pour son encadrement et son suivi. Il nous a apporté avec son extrême gentillesse de nombreux conseils, pour mener ce travail jusqu'au bout.

Nous exprimons notre gratitude et nos sincères remerciements à notre Co-promotrice Madame **DJEHA L**. Ingénieur chef de projet (LEM), lequel n'a épargné aucun effort pour nous aider dans notre travail et nous soutenir durant toute la période consacré à la préparation de ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent à Monsieur **OTMANI H**. Maître assistant A (ENSSMAL), qui nous a fait Honneur, d'accepter de présider le jury de cette soutenance et pour sa précieuse aide le long de ce travail.

Nos remerciements s'adressent à Madame **BOUDOUMA Z**. Ingénieur chef de projet (L.E.M) ainsi que Monsieur **AOUDJ C**. Doctorant (ENSSMAL) pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'examiner notre travail.

Nos vifs remerciements vont aux directeurs généraux qui ont accepté de nous accueillir au sein de leurs organismes et de mettre à notre disposition les moyens nécessaires, en l'occurrence le **CNL**, la direction d'urbanisme de Tipaza et l'**ANAAT**.

Nous remercions toutes personnes du **LEM** pour leurs contributions et qui nous ont marqué par leurs présences, leurs soutiens, et leurs encouragements.

Nous remercions nos enseignants de l'**ENSSMAL** ainsi que le personnel de la bibliothèque et de l'administration et tous les agents surtout **Sid Ahmed** et **Mostafa** pour leur précieuse aide.

Enfin, nous présentons nos remerciements et notre gratitude, à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## Dédicaces

*J'éprouve l'immense plaisir de dédier ce modeste mémoire:*

*A mes chers parents, les mots peuvent à peine exprimer ce que vous êtes pour moi mais surtout, ce que vous avez fait pour moi au cours de toutes ces années. Merci d'avoir toujours été là pour me protéger, me guider et m'aimer.*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.*

*Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

*A mon frère Housseem et ma sœur Fairouz pour leur affection et leur patience tout le long de ce travail ainsi que tous les membres de mon aimable famille, je vous aime tous.*

*A mon fiancé Seddik pour son soutien et son encouragement.*

*A tous mes amis qui m'ont soutenu et aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail, mes amis de l'ENSSMAL, en particulier mes camarades de la promo aménagement du littoral 2016/2017 vous êtes ma deuxième famille.*

## Amira

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes très chers parents, tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous porte, ni la profonde gratitude que je vous témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que vous n'avez jamais cessé de consentir pour mon instruction et mon bien-être.*

*J'espère avoir répondu aux espoirs que vous avez fondés en moi. Je vous rends hommage par ce modeste travail en guise de ma reconnaissance éternelle et de mon infini amour. Que Dieu tout puissant vous garde et vous procure santé, bonheur et longue vie.*

*A à ma sœur Yasmine à mon frère Lotfi, avec toute mon affection.*

*A la mémoire de ma très chère grand-mère que Dieu offre à ton âme le Paradis.*

*A tous ceux ou celles qui me sont chers famille, amis.*

*Tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail et surtout ma promo d'aménagement.*

## Djazia

**Citation**

*« Pour ce qui est de l'avenir. Il ne s'agit pas de le prévoir mais de le rendre possible »*  
*Antoine De Saint-Exupéry*

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure I.1</b> : Description du processus de littoralisation et les facteurs qui le génèrent (Bouchenafa et Guemdani, 2016).....	7
<b>Figure I.2</b> : Carte de conurbation dans les villes côtières de la méditerranée en 1950 (Plan Bleu, 1999in M.A.T.E.V, 2013).....	7
<b>Figure I.3</b> : Carte de conurbation dans les villes côtières de la méditerranée en 1995 (Plan Bleu, 1999in M.A.T.E.V, 2013).....	8
<b>Figure I.4</b> : Carte de la répartition des agglomérations de taille supérieure à 50 000 habitants au RGPH de 2008 (ONS, 2008 in M.A.T.E.V, 2013)..	9
<b>Figure I.5</b> : Bandes délimitées par la loi 02-02 du 05-02-2002 (Kacemi, 2008). .....	12
<b>Figure II.1</b> : Situation géographique de la baie de Chenoua.....	20
<b>Figure II.2</b> : Carte géologique de la baie de Chenoua (extraite de la carte géologique de l'Algérie, l'échelle 1/50000).....	22
<b>Figure II.3</b> : Le Mont Chenoua (2015).....	23
<b>Figure II.4</b> : Carte structurale de la région d'Alger (Yelles-Chaouche et al, 2006).....	24
<b>Figure II.5</b> : Roses récapitulatives saisonnières et annuelles des fréquences d'apparition du vent. (L'US Naval Weather service, de 1963 à 1970 in Berkennou et Sellaye, 2012). .....	25
<b>Figure II.6</b> : Carte du réseau hydrographique de la wilaya d'Tipasa (LEM).....	27
<b>Figure II.7</b> : Fréquences annuelles d'observation de la houle par direction au large de la baie de Chenoua.....	27
<b>Figure II.8</b> : Carte du transit sédimentaire dans la baie de Chenoua. (Boudeffa, 2014 modifiée).....	29
<b>Figure II.9</b> : Situation géographique de la plage les Galets..	30
<b>Figure II.10</b> : Photo panoramique de la plage les Galets..	31
<b>Figure II.11</b> : Types de falaises existantes dans la plage les Galets.....	31
<b>Figure II.12</b> : Les types de roches des falaises de la plage les Galets.....	32
<b>Figure II.13</b> : Les ilots de la plage les Gate .....	32
<b>Figure II.14</b> : Les types de sédiments présents sur la plage les Galets. ....	32
<b>Figure II.15</b> : Pollution domestique dans la plage les Galets.....	33
<b>Figure II.16</b> : Vue général de Matares. ....	33
<b>Figure II.17</b> : Pollution domestique à Matares.....	34
<b>Figure II.18</b> : Embouchure de l'Oued Nador. ....	34

<b>Figure II.19 :</b> Proximité des habitations de la ligne de rivage de Chenoua plage.....	35
<b>Figure II.20 :</b> Pollution au niveau de Chenoua plage.....	35
<b>Figure II.21 :</b> Situation d'érosion du complexe culturel.....	36
<b>Figure III.1 :</b> Représentation sur ArcGIS des trois bandes 100,300 et 800m de la loi relative à l'aménagement et à l'urbanisme .....	41
<b>Figure III.2 :</b> Cartographie de l'urbanisation présente dans la baie de Chenoua en 1980.	41
<b>Figure III.3 :</b> Barre d'outils du DSAS. ....	43
<b>Figure III.4 :</b> Paramètres de sortie spécifiés par l'utilisateur comprennent l'espacement et la longueur des transects (Himmelstoss et al, 2016).. ....	44
<b>Figure III.5 :</b> Principe de calcul de l'EPR (Himmelstoss et al, 2016) .....	45
<b>Figure III.6 :</b> Principe de la régression linéaire pondérée pour le calcul par DSAS de l'évolution du trait de côte (Himmelstoss et al, 2016). ....	45
<b>Figure III.7 :</b> Procédure d'analyse du changement du trait de côte dans DSAS (Thieler et al, 2009).. ....	46
<b>Figure III.8 :</b> L'outil nouveau trajet (add path) de Google Earth Pro.....	50
<b>Figure III.9 :</b> Digitalisation de la ligne de rivage sur Google Earth Pro.....	51
<b>Figure III.10 :</b> Illustration du profil d'élévation sur Google Earth Pro.....	51
<b>Figure III.11 :</b> Illustration du profil d'élévation et la grille sur Google Earth Pro .....	52
<b>Figure IV.1 :</b> d'évolution de l'urbanisation dans la baie de Chenoua entre 1959 et 2016.	59
<b>Figure IV.2 :</b> Histogramme des surfaces urbanisées dans la baie de Chenoua entre 1959 et 2016. ....	59
<b>Figure IV.3 :</b> Distance entre l'hôtel en construction et la ligne de rivage.....	60
<b>Figure IV.4 :</b> Distance entre le centre culturel et la ligne du rivage. ....	61
<b>Figure IV.5 :</b> Submersion du côté Ouest du centre par les vagues en période hivernale....	61
<b>Figure IV.6:</b> Urbanisation de la plage de Chenoua (Google Earth Pro) .....	62
<b>Figure IV.7:</b> Stationnement des véhicules au niveau de la plage de Chenoua.....	62
<b>Figure IV.8:</b> Carte des communes de la Wilaya de Tipaza. ....	63
<b>Figure IV.9:</b> Chenoua plage au passé.....	64
<b>Figure IV.10:</b> Chenoua plage actuellement.....	64
<b>Figure IV.11:</b> Photo aérienne de 1959 montrant le cordon dunaire existant dans la baie de Chenoua.....	64
<b>Figure IV.12:</b> Images satellitaire des années 2006 et 2016 montrant l'occupation des dunes et la disparition de ces derniers (Google Earth Pro).....	65

<b>Figure IV.13 :</b> Comparaison entre les traits de côte de 1959 et 2017 dans la baie de Chenoua.....	66
<b>Figure IV.14:</b> Évolution du littoral de la baie de Chenoua entre 1959 et 2016 en fonction des variations des paramètres d'évolution de trait de côte (LRR et EPR). .....	66
<b>Figure IV.15:</b> Évolution du littoral de la baie de Chenoua entre 1959 et 2016 en fonction de LRR.....	67
<b>Figure IV.16:</b> Évolution du littoral de la baie de Chenoua entre 1959 et 2016 en fonction d'EPR. ....	67
<b>Figure IV.17:</b> Carte d'évolution du trait de côte de la baie de Chenoua en fonction de LRR entre 1959 et 2016.. .....	68
<b>Figure IV.18:</b> Carte d'évolution du trait de côte de la baie de Chenoua en fonction d'EPR entre 1959 et 2016. ....	68
<b>Figure IV.19:</b> Carte d'évolution du trait de côte de la baie de Chenoua en fonction d'EPR entre 1959 et 1980... .....	69
<b>Figure IV.20:</b> Carte d'évolution du trait de côte de la baie de Chenoua en fonction d'EPR entre 1980et 2006. ....	70
<b>Figure IV.21:</b> Carte d'évolution du trait de côte de la baie de Chenoua en fonction d'EPR entre 2006 et 2009. ....	71
<b>Figure IV.22:</b> Carte d'évolution du trait de côte de la baie de Chenoua en fonction d'EPR entre 2009 et 2016. ....	71
<b>Figure IV.23:</b> Pourcentages de vulnérabilité côtière selon la géomorphologie dans la baie de Chenoua.....	72
<b>Figure IV.24:</b> Carte de vulnérabilité côtière selon la géomorphologie dans la baie de Chenoua. ....	73
<b>Figure IV.25:</b> Pourcentages de vulnérabilité côtière selon la pente dans la baie de Chenoua .....	73
<b>Figure IV.26:</b> Carte de vulnérabilité côtière selon à la pente côtière dans la baie de Chenoua.....	74
<b>Figure IV.27:</b> Pourcentages de vulnérabilité côtière selon l'élévation du niveau de la mer dans la baie de Chenoua. ....	75
<b>Figure IV.28:</b> Carte de vulnérabilité côtière selon l'élévation du niveau de la mer dans la baie de Chenoua.....	75
<b>Figure IV.29:</b> Pourcentages de vulnérabilité côtière selon l'évolution du trait de côte dans la baie de Chenoua.....	76

<b>Figure IV.30:</b> Carte de la vulnérabilité côtière selon l'évolution du trait de côte dans la baie de Chenoua.....	76
<b>Figure IV.31:</b> Pourcentages de vulnérabilité côtière selon la hauteur de la houle dans la baie de Chenoua.....	77
<b>Figure IV.32:</b> Carte de vulnérabilité côtière selon la hauteur des vagues au niveau de la côte de la baie de Chenoua. ....	77
<b>Figure IV.33:</b> Pourcentages de vulnérabilité côtière selon la variation de la marée dans la baie de Chenoua.....	78
<b>Figure IV.34:</b> Carte de vulnérabilité côtière selon le marnage dans la baie de Chenoua. ....	78
<b>Figure IV.35:</b> Pourcentages de vulnérabilité côtière physique dans la baie de Chenoua...	79
<b>Figure IV.36:</b> Carte de la vulnérabilité côtière physique de la baie de Chenoua.....	80
<b>Figure IV.37:</b> Carte des classes du CVI physique dans la baie de Chenoua.....	81
<b>Figure IV.38:</b> Pourcentages de vulnérabilité côtière selon la communauté de population dans la baie de Chenoua. ....	81
<b>Figure IV.39:</b> Carte de vulnérabilité côtière selon la communauté de population dans la baie de Chenoua.....	82
<b>Figure IV.40:</b> Pourcentages de vulnérabilité côtière selon le patrimoine culturel dans la baie de Chenoua.....	83
<b>Figure IV.41:</b> Carte de vulnérabilité côtière selon la désignation de conservation dans la baie de Chenoua.....	83
<b>Figure IV.42:</b> Pourcentages de vulnérabilité côtière selon le réseau routier dans la baie de Chenoua. ....	84
<b>Figure IV.43:</b> Carte de vulnérabilité côtière selon le réseau routier dans la baie de Chenoua.....	84
<b>Figure IV.44:</b> Pourcentages de la vulnérabilité côtière selon les voies ferrées dans la baie de Chenoua... ..	85
<b>Figure IV.45:</b> Carte de vulnérabilité côtière selon les voies ferrées dans la baie de Chenoua. ....	85
<b>Figure IV.46:</b> Pourcentages de vulnérabilité côtière selon l'occupation des sols dans la baie de Chenoua.....	86
<b>Figure IV.47:</b> Carte de vulnérabilité côtière selon l'occupation des sols dans la baie de Chenoua. ....	86

<b>Figure IV.48:</b> Pourcentages de la vulnérabilité côtière selon la désignation de conservation dans la baie de Chenoua. ....	87
<b>Figure IV.49:</b> Carte de vulnérabilité côtière selon la désignation de conservation dans la baie de Chenoua.....	87
<b>Figure IV.50:</b> Pourcentages de vulnérabilité côtière socio-économique dans la baie de Chenoua. ....	88
<b>Figure IV.51:</b> Carte de vulnérabilité côtière socio-économique dans la baie de Chenoua.....	88
<b>Figure IV.52:</b> Carte des classes de vulnérabilité côtière socio-économique dans la baie de Chenoua. ....	89

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau II.1</b> : Fréquences d'apparitions des vents par intensité et par direction. (O.N.M).....	26
<b>Tableau II.2</b> : Relation période amplitude de la houle au large (S.S.M.O, 1963-1970)....	28
<b>Tableau III.1</b> : Documents utilisés pour l'étude l'urbanisation dans la baie de Chenoua..	39
<b>Tableau III.2</b> : Les six variables physiques utilisées pour la détermination de l'indice de vulnérabilité côtière (Thieler et Hammar-Klose, 2000). .....	49
<b>Tableau III.3</b> : Les six variables socio-économique utilisées pour la détermination de l'indice de vulnérabilité côtière (Mclaughlin et Cooper, 2010). .....	55
<b>Tableau III.4</b> : Les différentes classes de la vulnérabilité côtière socio-économique .....	56
<b>Tableau III.5</b> : Classes pour les désignations de la conservation utilisées dans l'indice de vulnérabilité socio économique .....	58
<b>Tableau IV.1</b> : Identification des extensions de deux agglomérations adjacentes à moins de 5km dans la wilaya de Tipaza (CNERU in LEM,2017).....	63
<b>Tableau IV.2</b> : L'occupation dans les trois bandes de la loi 90-29 de la baie de Chenoua ...	65
<b>Tableau IV.3</b> : Classement des paramètres d'évolution du trait de côte.....	67
<b>Tableau IV.4</b> : Classes de vulnérabilité selon les valeurs de CVI physique .....	79

## **LISTE DES ACRONYMES**

**CRF** : Centre de Repos Familial.

**CVI ou IVC** : Coastal Vulnerability Index ou Indice de Vulnérabilité Côtière.

**DSAS**: Digital Shoreline Analysis System.

**E.S.R.I.**: Environmental Systems Research Institute.

**EPR** : End Point Rate

**GIEC** : Groupe Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat

**Hs**: Hauteur Significative.

**INCT** : Institut National de Cartographie et de Télédétection.

**Km**: Kilomètre

**LEM** : Laboratoire d'Études Maritimes.

**LRR**: Linear Regression Rate-of-change.

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

**m/an**: mètre par an

**m**: mètre

**PAC** : Plan d'Aménagement Côtier.

**PAW** : Plans d'Aménagement de Wilaya.

**PDAU** : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme.

**PNUE** : Programme des Nations Unies pour l'Environnement.

**POS** : Plan d'Occupation des Sols.

**RCP** : Representative Concentration Pathway.

**SBV**: Sous Bassin Versant

**S.S.M.O.**: Summary of Synoptic Metrological Observation.

**SDAAM** : Schéma Directeur d'Aménagement du Territoire de l'Aire Métropolitaine.

**SDAL** : Schéma Directeur de l'Aménagement du Littoral.

**SHFN** : Service Hydrographique des Forces Navales.

**SIG** : Systèmes d'Information Géographique.

**SNAT** : Schéma National d'Aménagement du Territoire.

**SEPT** Schémas d'Aménagement de l'Espace de Programmation Territoriale.

**U.T.M.**: Universal Time Mercator.

**W.G.S.**: World Geoïde System.

**ZHUN** : Zones d'Habitats Urbaines Nouvelles.

## LISTE DES TERMES

**Aléa :** est un phénomène naturel plus ou moins probable sur un espace donné. La vulnérabilité exprime le niveau d'effet prévisible de ce phénomène sur des enjeux (l'homme et ses activités).

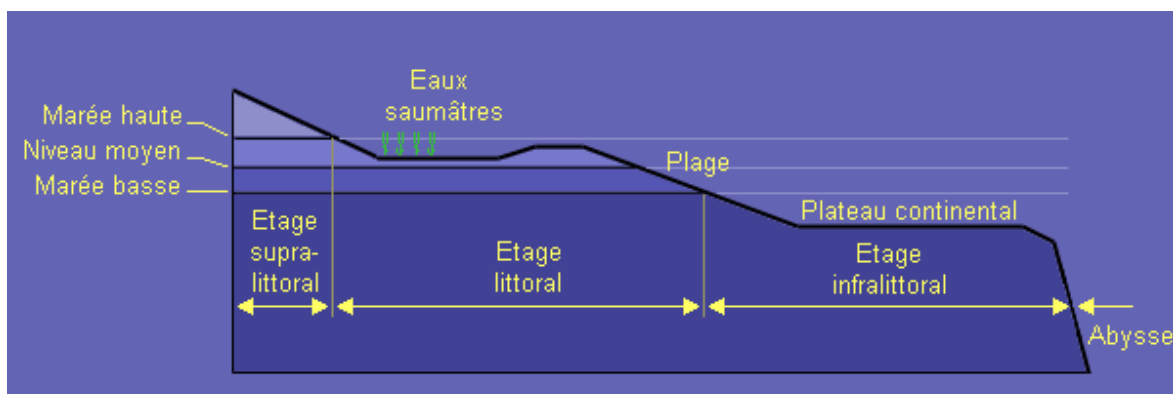
**Dérive littorale :** est le déplacement le long d'un littoral de matières (sédiments, sable) déposées par les vagues, le vent et/ou les courants.

**Éperons rocheux :** Partie d'un relief montagneux qui forme une saillie abrupte et se termine en pointe

**Escarpement :** est en géomorphologie un versant en pente raide d'une montagne ou une paroi verticale d'une falaise

**Étage infralittoral :** appelé aussi zone infratidale, est la partie du littoral constamment immergée dont la frange supérieure peut cependant être émergée aux marées basses de vives eaux les plus grandes.

**L'étage sublittoral :** appelé aussi zone supratidale ou supralittoral est la partie la plus haute du littoral. Cet étage n'est humecté que par les embruns.



**Figure :** Étages du milieu marin.

**La côte :** ligne de contact entre la mer et la terre. Elle est parfois droite et régulière (la côte des Landes dans le sud-ouest de la France), parfois irrégulière (côte rocheuse de Bretagne). On trouve différents types de côtes : rocheuses, sableuses, hétérogènes...

**La zone intertidale :** est la partie du littoral située entre les limites extrêmes des plus hautes et des plus basses marées.

**Le trait de côte :** est une ligne qui marque la limite jusqu'à laquelle peuvent parvenir les eaux marines ; c'est-à-dire la limite la plus extrême que puissent atteindre les eaux marines.

**Les eaux côtières :** définissent des eaux littorales qui contiennent une quantité mesurable ou un certain pourcentage d'eau de mer (c'est à dire plus de 0,5 partie pour mille)

**Les dorsales océaniques :** sont des chaînes de montagnes sous-marines de 1.000 à 2.000 km de largeur qui se sont formées le long des zones de divergence des plaques tectoniques

**Plateau continental :** est la surface du fond sous-marin côtier, compris entre le littoral et les profondeurs égales ou inférieures à 200 mètres .il s'agit du périmètre étendu des continents qui est couvert par des océans peu profonds.

**Surrection :** ou soulèvement tectonique est le processus géologique d'élévation en altitude de roches par la tectonique des plaques.

**Vulnérabilité :** est le caractère de ce qui est vulnérable, fragile, précaire, de ce qui peut être attaqué, blessé, endommagé.

**Zone d'épandage :** terrain où s'épurent les eaux d'égout par filtrage, zone où sont déversées les ordures; en géologie, zone plate où l'eau s'étale

## SOMMAIRE

Introduction .....	2
Chapitre I : Généralités .....	5
Partie 01 : Notions et concepts .....	5
1. Définition du littoral .....	5
2. Description du littoral algérien .....	6
3. Urbanisation et littoralisation .....	6
Partie 02 : Législations .....	11
1. Niveau national .....	11
2. Niveau international .....	14
3. Le Plan d'Aménagement Côtier (PAC) .....	14
4. Les instruments d'urbanisme .....	15
4.1 Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) .....	16
4.2 Le Plan d'Occupation du Sol (POS) .....	17
Chapitre II : présentation de la zone d'étude.....	20
1. Situation géographique.....	20
2. Cadre géologique et géomorphologique .....	20
2.1. Aspect géomorphologique.....	21
2.2. Aspect géologique .....	21
2.2.1. Le massif de Chenoua .....	21
2.2.2. Faille de Chenoua.....	24
3. Paramètres météorologiques .....	24
3.1. Précipitation et température .....	24
3.2. Les vents.....	24
4. Réseau hydrographique .....	26
5. Paramètres dynamiques.....	27
5.1. Les houles.....	27

5.2.	Courants .....	28
5.2.1.	Courants de dérive littorale .....	28
5.2.2.	Courants de retour .....	29
5.3.	La marée et les variations du niveau marin .....	29
6.	Nature de la couverture sédimentaire .....	30
7.	Visite de la zone d'étude .....	30
Chapitre III : Matériel et méthodes .....		38
Partie 01 : Evolution de l'urbanisation.....		38
1.	Collecte des données .....	39
2.	Logiciels utilisés.....	39
2.1.	Aperçu du logiciel Google Earth Pro .....	39
2.2.	Aperçu du logiciel ArcGIS.....	40
3.	Méthodologie .....	40
Partie 02 : Evolution du trait de côte.....		42
1.	Collecte des données .....	42
2.	Logiciels utilisés.....	42
3.	Méthodologie .....	43
Partie 03 : Indice de Vulnérabilité Côtière (Costal Vulnerability Index CVI).....		47
1.	Logiciels utilisés.....	47
2.	CVI physique.....	48
2.1.	La géomorphologie de la côte .....	50
2.2.	La pente côtière .....	50
2.3.	Changement relatif du niveau de la mer.....	52
2.4.	L'évolution du trait de côte .....	53
2.5.	L'amplitude moyenne de la houle.....	53
2.6.	La gamme moyenne de la marée.....	53
3.	L'indice de vulnérabilité socio-économique .....	54

3.1.	Communauté de population .....	56
3.2.	Patrimoine culturel .....	57
3.3.	Réseau routier et voies ferrées.....	57
3.4.	Occupation des sols .....	57
3.5.	Désignation de conservation .....	58
Chapitre IV : Résultats et discussion.....		59
Partie 01 : Evolution de l'urbanisation.....		59
Partie 02 : Evolution du trait de côte .....		66
1.	Analyse de l'EPR et LRR entre 1959 et 2016.....	67
2.	Analyse d'EPR entre 1959 et 1980 .....	69
3.	Analyse d'EPR entre 1980 et 2006 .....	69
4.	Analyse d'EPR entre 2006 et 2009 .....	70
5.	Analyse d'EPR entre 2009 et 2016 .....	71
Partie 03 : Indice de vulnérabilité côtière.....		72
a-	CVI physique.....	72
1.	La géomorphologie de la côte .....	72
2.	La pente côtière .....	73
3.	Changement relatif du niveau de la mer.....	74
4.	L'évolution du trait de côte .....	76
5.	L'amplitude moyenne de la houle (Hs).....	76
6.	La gamme moyenne de la marée.....	78
7.	CVI physique.....	79
b-	CVI socio-économique.....	81
1.	Communauté de population .....	81
2.	Patrimoine culturel .....	83
3.	Réseau routier.....	84
4.	Voies ferrés .....	85

5.	Occupation des sols .....	86
6.	Désignation de conservation .....	87
7.	CVI socio-économique.....	88
	Conclusion et recommandations .....	91
	Références bibliographiques .....	95
	Annexes.....	98

# **INTRODUCTION**

Les zones littorales sont des espaces particulièrement attractifs pour l'homme et propices à leurs activités. Au cœur des grands flux d'hommes, de capitaux et de marchandises, les littoraux ont été de plus en plus aménagés. (David, 2005)

La richesse de son patrimoine naturel et la diversité de ses sources lui confèrent une dimension importante dans le développement socio-économique du pays.

Ce sont donc des espaces convoités, mais aussi des espaces fragiles et limités.

La croissance démographique accélérée mène à l'urbanisation du milieu ; les multiples activités qui l'accompagnent (pêche, aquaculture, tourisme, agriculture, industries, transport.) et leurs nuisances sur le milieu côtier (pollution, érosion, sur-occupation) engendre des pressions anthropiques qui, le plus souvent, dégradent le milieu et déstabilisent son fonctionnement.

Aujourd'hui on prend de plus en plus conscience de cette situation qui menace la nature et l'équilibre de l'environnement côtier.

Pour que le littoral conserve sa productivité et ses fonctions naturelles, il faut améliorer la planification et la gestion de son développement. La prise en charge et la gestion efficace de cet espace suppose une démarche globale et des actions concrètes, ainsi que des dispositifs juridiques. Étant donné les enjeux de protection et de préservation des espaces sensibles, l'aménagement du littoral doit s'opérer dans un cadre juridique clair et précis. (Paskoff, 1993)

Le présent mémoire, a été réalisé au sein de l'École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral (ENSSMAL) en collaboration avec le Laboratoire d'Études Maritimes (LEM).

L'objectif de notre étude, intitulée « L'effet de l'urbanisation sur l'évolution des côtes, cas de la baie de Chenoua » vise à déterminer l'impact de l'urbanisation sur la frange littorale de la baie de Chenoua, sa conformité avec la loi et par la suite donner des solutions afin de préserver cette côte.

Et ce, en traitant l'évolution historique du trait de côte et de l'urbanisation ainsi que la détermination du degré de vulnérabilité de notre zone d'étude par le biais des SIG.

Afin de bien traiter notre sujet ce mémoire s'organise en cinq chapitres :

- Le premier chapitre, consacré aux généralités qui concernent notre thème ;
- Le deuxième chapitre, consacré à la présentation de notre zone d'étude ;
- Le troisième chapitre expose les matériels et méthodes utilisées réaliser ce travail ;
- Le quatrième chapitre présente les résultats issus de l'étude ainsi que leur discussion ;

On termine notre travail avec une conclusion et recommandations.

# **CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS**

## Partie 01 : Notions et concepts

### 1. Définition du littoral

« Le littoral est une entité géographique qui appelle une politique spécifique d'aménagement, de protection et de mise en valeur ». C'est une zone de contact entre la terre et la mer qui constitue aujourd'hui un espace de plus en plus sollicité, ce qui accentue sa fragilité » (Becet, 2002 in Kacemi, 2008)

Le programme des nations unies pour l'environnement (PNUE), donne une double définition à cet espace. Il est pris soit comme littoral ou zone côtière

- a- Le littoral est la zone où les interactions (terre-mer) sont les plus intenses, constitué par les éléments suivants :
  - Les eaux côtières ;
  - La zone intertidale ;
  - Le trait de côte ;
  - L'étage sublittoral ;
  - Le plateau côtier.
- b- La zone côtière est l'interface entre la mer et la terre, qui s'étend dans les terres et la mer de façon variable, contient les eaux marines (la plus grande partie de la ceinture côtière) et les terres intérieures (toute la région au-delà de la ceinture supra littorale), dans beaucoup de processus peuvent affecter l'état de la zone.

Le littoral mondial représente plus de 350 000 kilomètres de côtes (coastline) et plus de 2 millions de kilomètres de rivages (shoreline) répartis autour des différents continents et de nombreuses îles. Il s'avère que plus de 60 % de la population mondiale vit aujourd'hui sur la grande zone côtière. Ce qui représente environ 3,8 milliards d'individus vivant à moins de 150 kilomètres du rivage. (Shine et Lefebvre, 2003 in Abbad, 2013)

La façade méditerranéenne, avec 2,8 millions de résidents en 2005, connaît une certaine saturation de son espace en bord de mer ; la densité des communes littorales y est cinq fois supérieure à la moyenne nationale. (Insee, 2008 in Abbad, 2013)

## **2. Description du littoral Algérien**

La côte algérienne s'étend de Marsat Ben M'Hidi à l'Ouest au Cap Roux à l'Est sur 1622 km ; elle se présente comme une succession de baies plus au moins ouvertes séparées par des régions très escarpées. Les hautes falaises qui bordent en générale cette côte sont soumises à des érosions marines et éoliennes. Cette côte compte 31 oueds, dont les plus importants sont les oueds Tafna, Chelliff, Mazafran, El Harrach, Soummam, Sebaou, Isser, El Kébir, SafSaf, Seybouse.

La superficie forestière littorale est de 1 377 000 ha, soit 32 % de la superficie forestière nationale.

La côte algérienne recèle une diversité d'habitats qui sont généralement le siège d'une diversité biologique importante. Certains de ces habitats ont un rôle bio stratégique régional et participent au maintien de processus écologiques à l'échelle du bassin méditerranéen dont on cite : les herbiers de posidonie. (El Djazaircom, 2017)

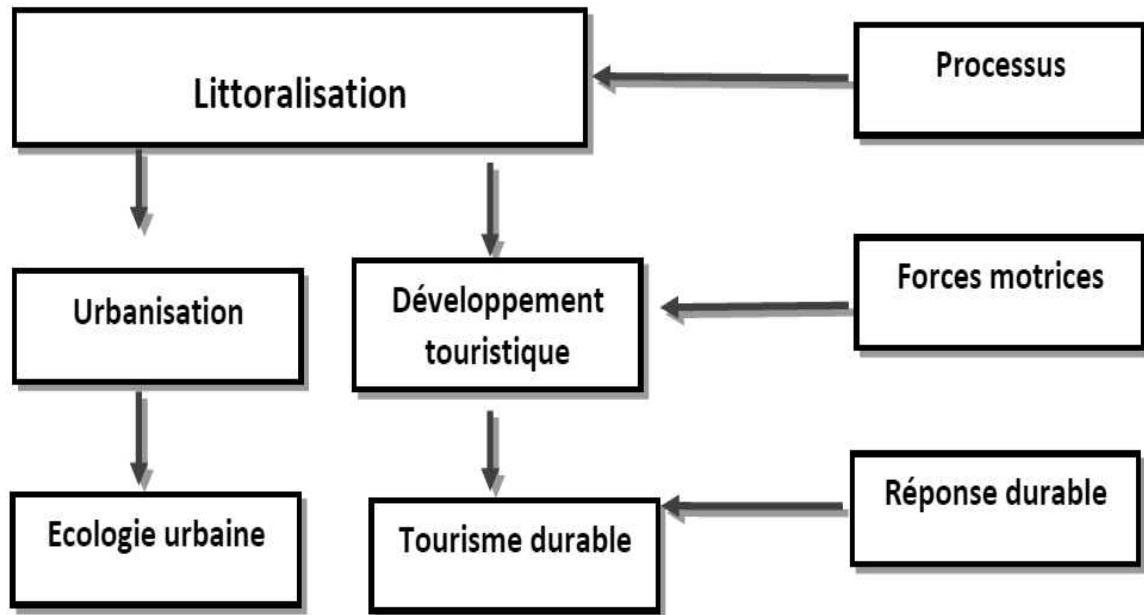
## **3. Urbanisation et littoralisation**

L'urbanisation est l'action d'urbaniser, c'est-à-dire de favoriser, de promouvoir le développement des villes par la transformation de l'espace rural en espace urbain.

Le phénomène de littoralisation, c'est-à-dire la concentration de la population et des activités le long du littoral est un phénomène mondial, il est particulièrement important dans le pourtour méditerranéen.

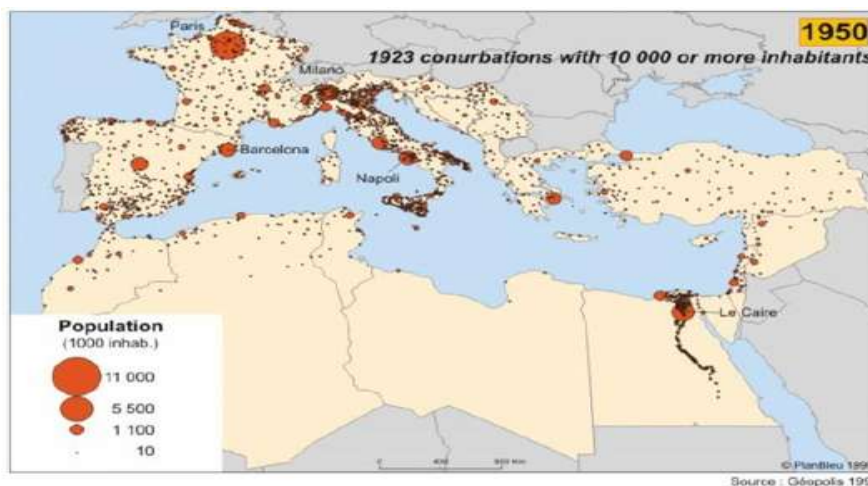
La littoralisation est le résultat de deux processus majeurs qui interagissent et s'amplifient mutuellement :

- Des processus d'urbanisation en général, et de métropolisation en particulier ;
  - Des processus liés au choix de localisation touristique des investissements nationaux.
- (Bouchenafa et Guemdani, 2016)

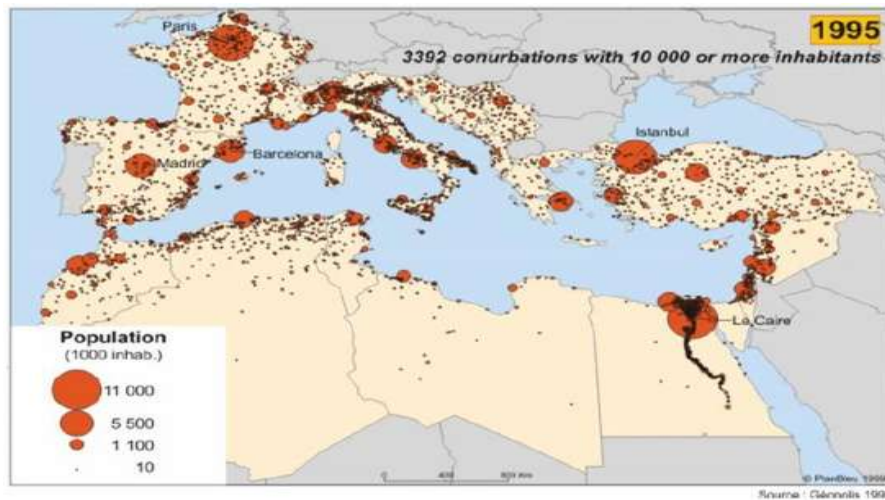


**Figure I.1 :** Description du processus de littoralisation et les facteurs qui le génèrent (Bouchenafa et Guemdani, 2016).

Le système de peuplement du territoire algérien est caractérisé par une forte polarisation sur le Nord du pays en général et plus particulièrement sur « la bande littorale » qui borde la Méditerranée sur une profondeur allant de 50 à 100 km d’Est en Ouest. En fait la littoralisation conséquence du développement socio-économique en Algérie s’inscrit dans la même tendance des littoraux des autres pays méditerranéens, même si les taux d’artificialisation des sols sont relativement inférieurs en Algérie. Les cartes ci-après illustrent parfaitement ce phénomène.



**Figure I.2 :** Carte de conurbation dans les villes côtières de la méditerranée en 1950. (Plan Bleu, 1999in M.A.T.E.V, 2013)

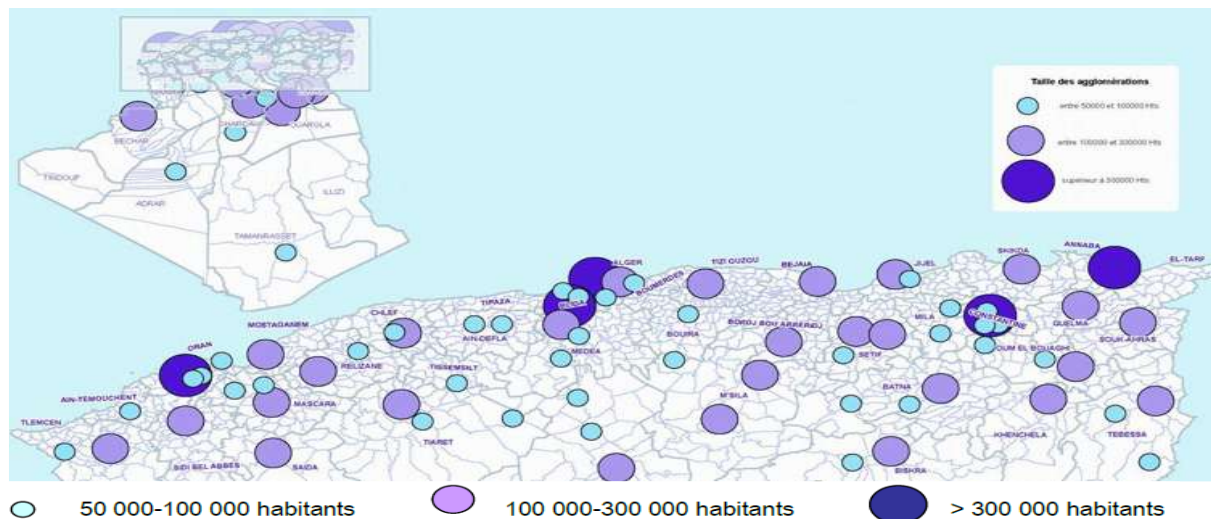


**Figure I.3 :** Carte de conurbation dans les villes côtières de la méditerranée en 1995.

(Plan Bleu, 1999 in M.A.T.E.V, 2013)

En effet, c'est dans la frange littorale de 45000 km<sup>2</sup> (1,9 % du territoire national) que se concentre plus de 36% de la population algérienne (274 hab/km<sup>2</sup>). Cet espace sensible, connu pour son potentiel en sol de très haute valeur agricole, mais également pour son potentiel touristique est soumis à une forte pression de l'urbanisation. En effet c'est sur la frange littorale que se concentrent les plus importantes villes du pays (03 des 04 métropoles du pays « Alger au Centre, Oran à l'ouest, et Annaba à l'est »), ainsi que les équipements structurants, les infrastructures de transport et de communication et toutes les autres commodités nécessaires à l'activité industrielle.

Ainsi, on relève que neuf Algériens sur dix vivent dans le Nord du pays (du littoral à la limite nord de l'Atlas saharien) sur un peu plus d'un dixième de la superficie du pays (12,6%). Inversement un dixième seulement de la population vit dans plus de deux millions de km<sup>2</sup>, soit 87% du territoire national. Ce déséquilibre dans la répartition de la population s'explique en grande partie par les conditions naturelles et notamment climatiques ainsi que par les mouvements de population qui se sont poursuivis à la faveur du schéma de développement axé sur la constitution de pôles industriels autour des grandes métropoles du Nord qui offrent les meilleures conditions d'accueil. Cette forte littoralisation est en fait une tendance lourde, résultat d'un long processus de développement, héritage de l'époque coloniale, mais accentué après l'indépendance. Cette urbanisation démesurée du littoral est surtout caractérisée par les phénomènes de l'étalement urbain et la conurbation au détriment parfois des meilleures terres agricoles du pays (voir figure I.4).



**Figure I.4 :** Carte de la répartition des agglomérations de taille supérieure à 50 000 habitants au RGPH de 2008 (ONS, 2008 in M.A.T.E.V, 2013).

Les ressources successives de la population algérienne depuis 1966 ont permis de mesurer à la fois l'augmentation en valeur absolue de peuplement du territoire, mais surtout sa concentration sur un certain nombre de zones littorales, au premier rang desquelles la région Nord Centre. Au niveau national, la transition d'un peuplement majoritairement rural à urbain s'est faite principalement en plusieurs étapes successives, le taux d'urbanisation augmentant globalement de 10 points par décennie :

- En 1966, seuls 30% du territoire national considéré comme urbain ;
- Au recensement de 1977, l'urbanisation passe à 40% ;
- En 1987, elle est proche de 50% ;
- Au recensement de 1998, l'urbanisation du pays atteints les 60% ;
- Au recensement de 2008, le taux d'urbanisation dépasse les 70%. (Bouchenafa et Guemdani, 2016).

### Étapes importantes d'urbanisation en Algérie

- 1962 - 1970 : stabilité physique - croissance démographique et exode rural
  - Reconquête et la réappropriation des villes.
- 1970 - 1985 : explosion urbaine et programme de développement public
  - Saturation des villes ;
  - Apparition des bidons villes ;
  - Création des ZHUN (Zones d'Habitation Urbaine Nouvelle).

- 1985 - 2000 : crise économique et ralentissement.
- Dès 1985 et avec la chute des prix du pétrole, essentielle ressource économique du pays, il y a redéfinition de toute la stratégie socio-économique et une réévaluation de l'action publique sur l'espace urbain à travers :
  - La régularisation de l'habitat illégal ;
  - La mise en place de nouveaux instruments d'urbanisme (1990) ;
  - La libération du marché foncier ;
  - La libération des études d'urbanisme ;
  - Désengagement de l'état de plusieurs projets planifiés et programmes.
- 2001 - 2004 : redressement économique et reprise de l'action publique sur la ville
  - Lancement d'opérations publiques d'amélioration urbaine ;
  - Encouragement de l'investissement privé dans l'immobilier ;
  - Lancement de projets d'habitat et d'équipements.
- 2005 - 2009 : actions structurantes et projets urbains
  - Relance les projets mis en veilleuse ;
  - Lancement de nouveaux projets structurants d'envergure, et qui sont conçus dans une démarche nouvelle. (Abbad, 2013)

Comme forme d'urbanisation, la littoralisation est loin d'être sans risques. Elle porte atteinte à l'environnement côtier – vulnérable – de diverses manières :

- La surface occupée dans la bande non aedificandi des 300 m est de 2.175 ha, soit 40% de la surface de cette bande ;
- Les rejets liquides représentent un volume de 24 millions de m<sup>3</sup> par jour;
- Le nombre de points de rejets identifiés sur l'ensemble du linéaire côtier PAC est de 209 points, dont 149 à Alger ;
- En plus de la pollution de l'eau, le littoral a connu une extraction de sable effrénée particulièrement dans la façade littorale orientale qui a réduit considérablement le volume des apports en sédiments, engendrant une érosion importante évaluée à 5,2 millions de m<sup>3</sup> durant la période 1990-2002 ;
- L'évolution de la population s'est traduite par l'accroissement du volume des déchets urbains qui sont déposés dans des décharges sauvages. (Bouchenafa et Guemdani, 2016)

## **Partie 02 : Législations**

L'aménagement du littoral doit s'opérer dans un cadre juridique clair et précis, tenant compte de la hiérarchie des normes et des documents, à savoir : la loi (02-02) du 5 février 2002, la loi d'urbanisme et d'aménagement du territoire (90-29) du 1er décembre 1990, le plan d'aménagement côtier, le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme, et enfin, le plan d'occupation des sols.

### **1. Niveau national**

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

Les dispositions de cette loi n'ont pas empêché l'urbanisation de s'étendre dans les zones proches du rivage. Ces espaces connaissent également une dégradation importante dû à l'extraction non autorisée du sable et à la fréquentation anarchique des plages. Ce n'est qu'en février 2002 qu'une loi spécifique au « littoral » a été promulguée. Il s'agit de la loi 02-02 du 05 février 2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral.

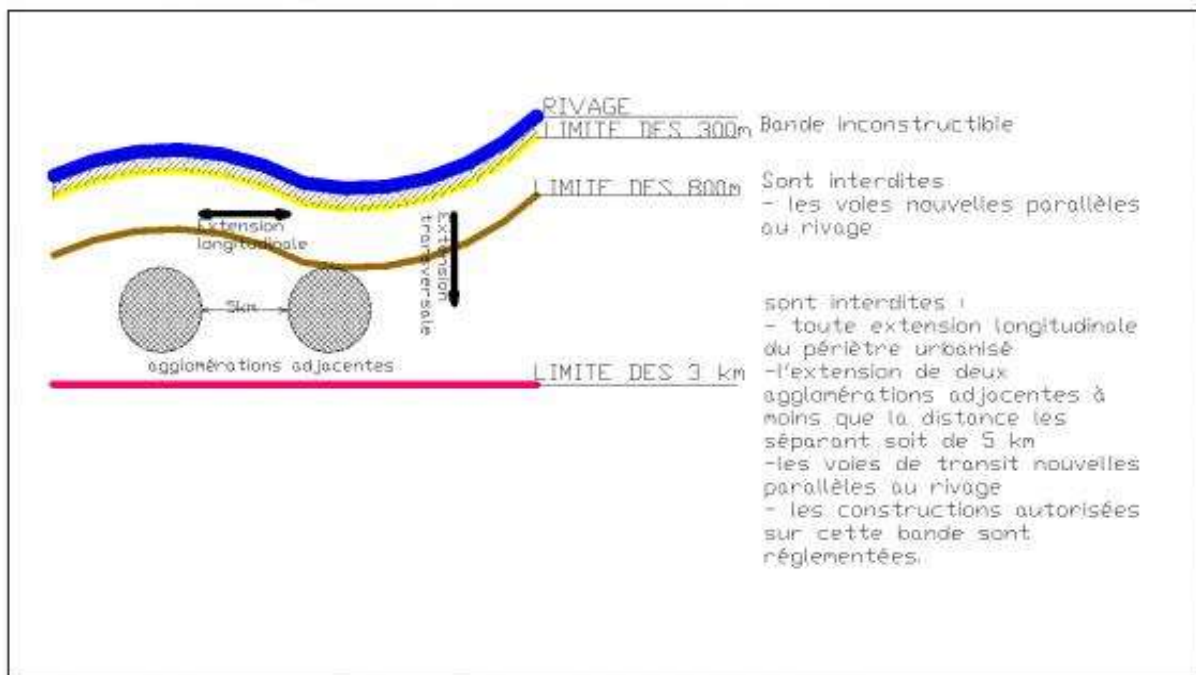
L'article 07 de cette loi définit le littoral comme suit :

« Le littoral englobe l'ensemble des îles et îlots, le plateau continental ainsi qu'une bande de terre d'une largeur minimale de huit cents mètres (800m), longeant la mer et incluant :

- les versants de collines et montagnes, visibles de la mer et n'étant pas séparés du rivage par une plaine littorale ;
- les plaines littorales de moins de trois kilomètres (3 km) de profondeur à partir des plus hautes eaux maritimes ;
- l'intégralité des massifs forestiers ;

- les terres à vocation agricole ;
- l'intégralité des zones humides et leurs rivages dont une partie se situe dans le littoral à partir des plus hautes eaux maritimes tel que défini ci-dessus ;
- les sites présentant un caractère paysager, culturel ou historique. »

Ainsi que le même article (07) délimite trois bandes dans le littoral, dans lesquelles sont édictées des restrictions relatives à l'urbanisation (Figure I.5)



**Figure I.5:** Bandes délimitées par la loi 02-02 du 05-02-2002 (Kacemi, 2008).

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

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

Bande 3 (3 Km) : Dont la largeur est de 3kilomètres, dans cette bande sont interdites :

- Toute extension longitudinale du périmètre urbanisé ;
- L'extension de deux agglomérations adjacentes situées sur le littoral à moins que la distance les séparant soit de cinq (5) kilomètres au moins ;
- Les voies de transit nouvelles parallèles au rivage.

Les constructions et les occupations du sol directement liées aux fonctions des activités économiques autorisées par les instruments d'urbanisme dans la bande des trois kilomètres sont réglementées (Kacemi, 2008).

La promulgation de la loi relative à la protection et à la valorisation du littoral, constitue indéniablement un progrès certain dans la mise en place des conditions nécessaires au développement durable de cette zone stratégique du territoire national.

La loi « littoral » au moment de sa promulgation nécessitait onze textes juridiques pour son application effective. Des efforts concrets ont été consenti par le MATE puisque six décrets d'application ont été établis. Il s'agit notamment du :

1. Décret exécutif n°06-351 du 5 octobre 2006 fixant les conditions de réalisation des voies carrossables nouvelles parallèles au rivage ;
2. Décret exécutif n° 07-206 du 30 Juin 2007 fixant les conditions et les modalités des constructions et des occupations 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 aedificandi ;
3. Décret exécutif n° 04-113 du 13 avril 2004 portant organisation, fonctionnement et missions du commissariat national du littoral ;
4. Décret n° 09-114 du 7 avril 2009 fixant les conditions d'élaboration du Plan d'Aménagement Côtier, son contenu et les modalités de sa mise en œuvre ;
5. Décret exécutif n° 06-424 du 22 novembre 2006 fixant la composition et le fonctionnement du conseil de coordination côtière ;

6. Décret exécutif n° 04-273 du 2 septembre 2004 fixant les modalités de fonctionnement du compte d'affectation spéciale n°302-113 intitulé "Fonds national pour la protection du littoral et des zones côtières.

## **2. Niveau international**

L'Algérie a adhéré à la convention de Barcelone de 1976 en Janvier 1980. De même, Le protocole relatif à la protection de la Mer Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique ratifié en 1982 est entré en vigueur en 1983. L'adoption, le 3 Avril 1982 à Gènes du protocole relatif aux Aires Spécialement Protégées d'importance Méditerranéenne et sa ratification en 1985, est entrée en vigueur en 1986. Le 28 avril 2004, l'Algérie a ratifié la convention de Barcelone par décret présidentiel n°04-141. Les protocoles relatifs à cette convention sont en cours d'examen.

Par ailleurs, l'Algérie a ratifié plus de 13 accords, de la Convention internationale de 1966 sur les lignes de charge en 1976, et de la Convention de PNUC de 1979 sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (Convention de Bonn) en 2005.

## **3. Le Plan d'Aménagement Côtier (PAC)**

C'est l'un des instruments d'intervention et de gestion de la zone côtière. Il a été institué conformément aux dispositions de la loi littorale 02-02 (Art.26) pour les communes riveraines de la mer afin de protéger les espaces côtiers, notamment les plus sensibles. Les conditions d'élaboration du Plan d'Aménagement Côtier, son contenu et les modalités de sa mise en œuvre sont fixés par le décret exécutif n° 09-114 du 7 avril 2009.

Les objectifs du PAC sont de :

- Développer des stratégies et des procédures aux niveaux local et national pour le développement durable, la protection de l'environnement et l'utilisation rationnelle des ressources côtières et marines, qui soient également des ingrédients pour la formulation de stratégies méditerranéennes du développement durable ;
- Identifier, adapter et tester, dans un contexte opérationnel réaliste, des méthodologies, outils et pratiques de gestion durable dans la région ; contribuer au renforcement des capacités institutionnelles et humaines aux niveaux national et local ;

- Assurer une exploitation plus large, aux niveaux national et régional, de l'expérience acquise par le programme de son ensemble et par ses différents projets, et créer les conditions favorables pour les activités après projet.

#### **4. Les instruments d'urbanisme**

Les instruments d'urbanisme, sont les plans d'urbanisme proprement dits, c'est-à-dire ceux qui concernent l'échelle : de la ville, d'une partie de la ville, ou de l'agglomération. Dans l'environnement juridique Algérien d'aujourd'hui, ce sont le Plan d'Occupation des Sols (P.O.S.) et le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (P.D.A.U.), tels que définis par la loi n° 90-29, du 1er décembre 1990, sur l'urbanisme et l'aménagement et les décrets n° 91-177 et n° 91-178, du 28 mai 1991.

Ceci dit, ces deux instruments se situent en aval de la planification spatiale. Ils sont précédés par les instruments d'aménagement des territoires :

- Territoire national, avec le Schéma national d'aménagement du territoire (SNAT) ;
- Territoire régional, avec les Schémas d'Aménagement de l'Espace de Programmation Territoriale (SEPT);
- Territoire wilaya, avec les Plans d'Aménagement de Wilaya (PAW).

Avant de présenter les instruments d'urbanisme, passons rapidement en revue les objectifs des types d'instruments d'aménagement du territoire :

- Le Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT) est à l'échelle du territoire national. Il est initié par l'État central. Il règle la distribution des activités et du peuplement à travers le territoire national, en visant une distribution équitable des richesses, notamment pour les régions du Sud et les régions frontalières. C'est le SNAT, qui localise les grandes infrastructures intellectuelles, économiques, de transports et de communications.
- Schémas d'Aménagement de l'Espace de Programmation Territoriale (SEPT) sont à l'échelle inter-wilaya, il s'agit d'espaces géographiques homogènes pouvant couvrir plusieurs wilayas, une wilaya ou une partie de wilaya. Ils sont initiés par l'État central. Ils distribuent les activités et le peuplement à travers la région, localisent les infrastructures et les équipements et règlent l'armature urbaine régionale.

- Les Plans d'Aménagement de Wilaya (PAW) sont à l'échelle de la wilaya et doivent être initiés par les wilayas, dans le respect des dispositions du SNAT et des SEPT. Ils fixent les vocations des communes des wilayas, distribuent les activités et le peuplement à travers leurs territoires, en localisant les infrastructures, les zones d'activité économique et les zones de mise en valeur.
- Le Schéma Directeur d'Aménagement de l'Aire Métropolitaine (SDAAM) se substitue aux Plans d'aménagement des wilayas (PAW), encadre les Plans directeurs d'Aménagement et d'urbanisme (PDAU) et s'inscrit dans les orientations du SNAT. Le SDAAM à l'horizon 2030 porte sur les wilayas d'Alger, Boumerdès, Blida et Tipaza. L'enjeu consiste à mieux structurer la métropole pour replacer Alger dans la compétition internationale.

On doit distinguer entre l'aménagement des territoires (national, régional, wilaya) et l'urbanisme dont l'objet est l'organisation spatiale des villes et dont les instruments techniques et juridiques (PDAU et POS) ont des effets plus directs sur l'espace que ceux des instruments d'aménagement des territoires.

#### **4.1. Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU)**

C'est un instrument de planification spatiale et de gestion urbaine. Il est, à la fois un guide de gestion et de prévision, pour les décideurs locaux, un programme d'équipements et d'infrastructures pour la ville et un zonage du territoire communal.

Ses principaux objectifs sont :

- La fixation des orientations fondamentales de l'aménagement du territoire de là où des communes concernées en tenant compte des schémas d'aménagement et des plans de développement ;
- Il définit les termes de référence des POS. A ce titre, il détermine la destination générale des sols sur l'ensemble du territoire d'une commune ou d'un ensemble de communes et plus précisément l'extension des établissements humains, la localisation des grands équipements et infrastructures ;
- Il prévoit des dispositions particulières applicables à certaines parties du territoire communal, à savoir : le littoral, les territoires à caractère naturel ou culturel marqué, les terres agricoles à potentialités élevées.

Il divise le territoire de la commune en quatre grands secteurs :

- Les secteurs urbanisés : incluent tous les terrains occupés par les constructions agglomérées y compris les emprises des équipements nécessaires à leur desserte (constructions) ;
- Les secteurs à urbaniser : concernent les terrains destinés à être urbanisés à court et à moyen termes, dans l'ordre de priorité prévu par le PDAU ;
- Les secteurs d'urbanisation future : incluent les terrains destinés à être à long terme aux échéances prévues par le PDAU ;
- Les secteurs non urbanisables : sont ceux dans lesquels les droits à construire sont édictés et réglementés.

Le PDAU est obligatoire pour toutes les communes désirant avoir une politique urbaine ambitieuse, car en son absence, la marge de manœuvre de la collectivité se réduit à la gestion de l'urbanisation sur la base de règles générales.

#### **4.2. Le Plan d'Occupation du Sol (POS)**

C'est un instrument de gestion et de planification urbaine dont la finalité est un règlement de détail, procédant d'une politique de protection (notamment par l'interdiction de construire). Dans le respect des dispositions du PDAU, le POS fixe de façon détaillée les droits d'usage du sol et de construction pour le secteur concerné. Le POS en tant qu'instrument d'urbanisme réglementaire de détail doit normalement permettre de mieux cerner les critères de spécificité des lieux.

Ses objectifs sont :

- Il fixe pour le ou les secteurs concernés, la forme urbaine, l'organisation, les droits de construction et d'utilisation des sols ;
- Il définit la quantité minimale et maximale de construction autorisée, exprimée en unités de surface ou de volume, les types de constructions autorisés et leurs usages ;
- Il détermine les règles concernant l'aspect extérieur des constructions ;
- Il précise les quartiers, rues, monuments et sites à protéger, à rénover ou à restaurer.

En résumé, le POS doit organiser et maîtriser le développement de la commune. A cette fin, il fixe les règles d'utilisation des sols dans le respect de l'intérêt général.

La plupart des communes du pays sont actuellement dotées aujourd'hui de PDAU, et une quantité non négligeable de POS a été élaborée ou en cours d'élaboration. Cependant certaines insuffisances ont été constatées, parmi lesquelles on cite l'absence de relation entre la spécificité des régions telle que définie par la loi relative à l'aménagement du territoire (littoral, zones steppiques, zones montagneuses...etc.) et les aspects fortement homogénéisant de la réglementation des PDAU et des POS.

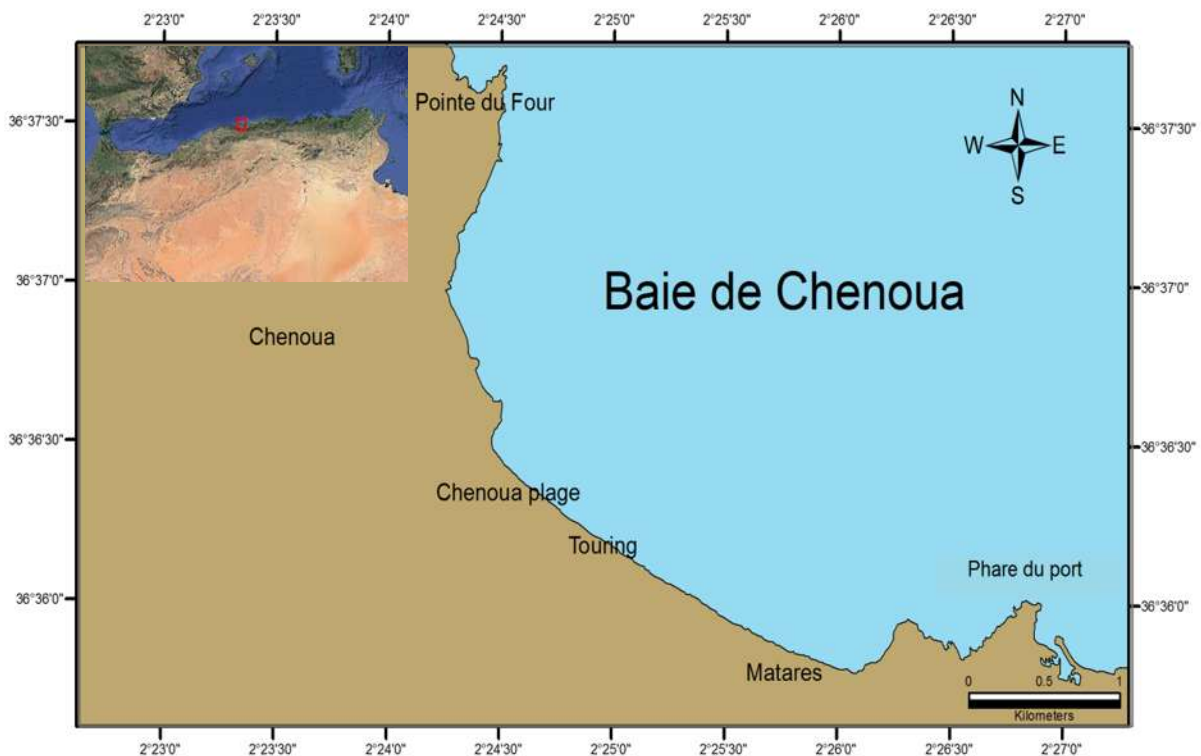
## **CHAPITRE II : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE**

## 1. Situation géographique

La baie du Chenoua, objet de notre étude, se situe à 5 kilomètre au nord-ouest de la ville de Tipaza, constitue la portion occidentale de la baie de Bou-Ismaïl. Elle se présente sous forme de cuvette très évasée inclinée vers le Nord-Est, qui s'étend sur un peu plus de 7 km de linéaire de côte, délimitée par la pointe du Four à l'Ouest et par le phare du port de Tipaza à l'Est (Figure II. 1). Orientée NW-SE et soumise aux houles de secteur N330° à N120°, a pour cordonnée géographique :

Longitude Est 2°24'35" et 2°26' 55".

Latitude Nord 36° 35' 09" et 36° 37'33".



**Figure II. 1 :** Situation géographique de la baie de Chenoua.

## 2. Cadre géologique et géomorphologique

La connaissance de la géologie et la géomorphologie locale d'un site permet de définir sa sensibilité face aux agressions marines. Cette baie du point de vue géologique et géomorphologique est formée de trois types :

- La partie Est est constituée de basses falaises composées de grés d'âge pléistocène.
- La partie centre est constituée de basses côtes sableuses plus développées et continues qui se caractérisent par une formation de plage et des zones d'épandages (formation quaternaire) ;
- La partie Ouest, au pied du massif de Chenoua correspond à une formation primaire constituée de grés.

### **2.1.Aspect géomorphologique**

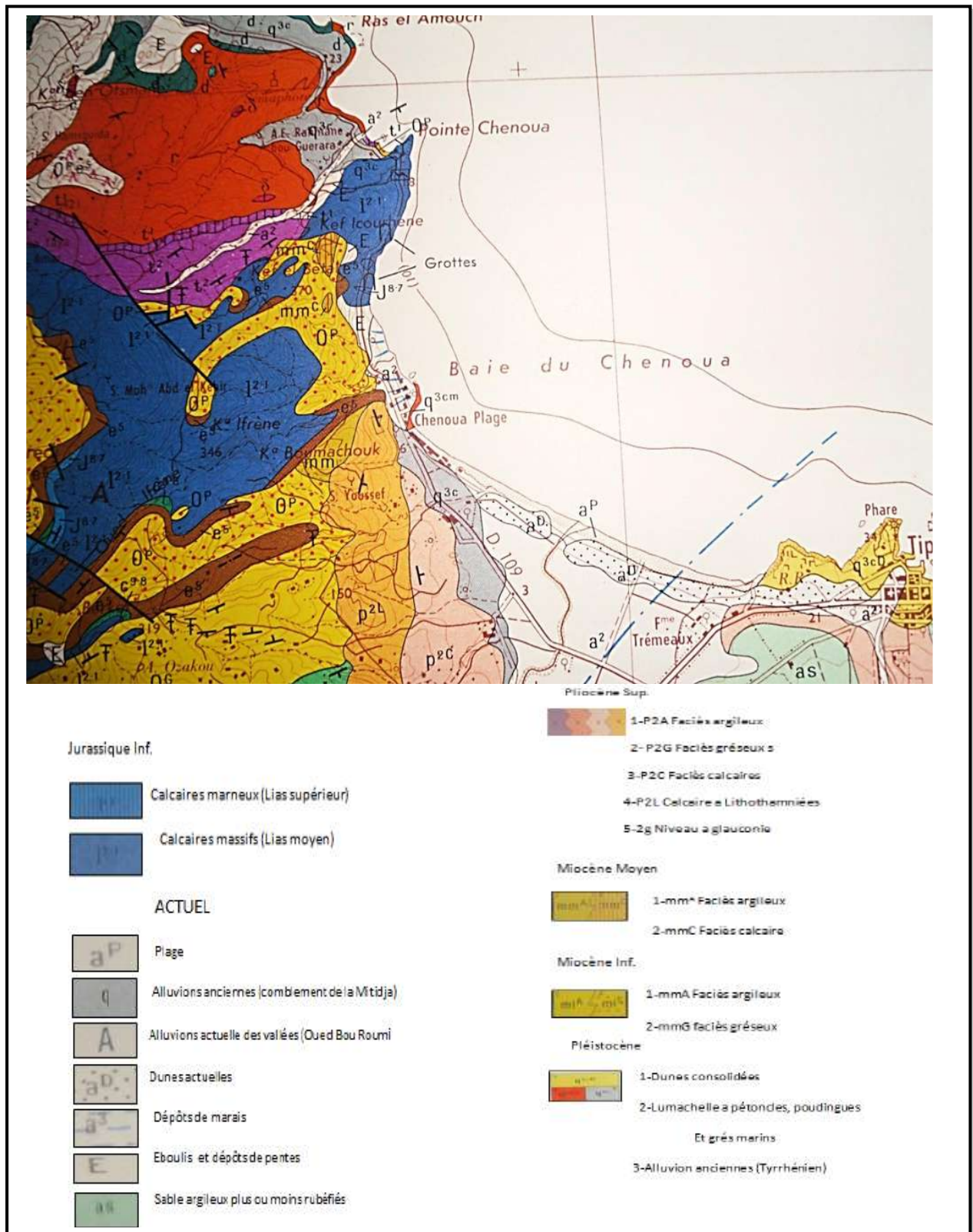
Du phare du port de Tipaza, jusqu'à la plage de Matares, la baie est constituée de falaises basses gréseuses sur 1,4 Km de longueur.

Puis se poursuit par une plage de sable presque rectiligne, orientée vers le Nord-Est de Matares à Chenoua plage, passant par la plage Touring. Formée sur environ 3,4 Km de linéaire côtier traversé par l'Oued Nador qui débouche au centre.

De la partie Ouest de Chenoua plage jusqu'à la pointe du four, on trouve un massif rocheux, suivi par des falaises abruptes surplombant la mer qui s'étendent sur 2,3 Km de long, orientées vers le Nord-Ouest et le Nord et qui abritent l'extrémité Ouest de la baie. On remarque l'existence des grottes entaillées dans les roches tendres.

### **2.2.Aspect géologique**

L'ossature de la baie délimitée par des éperons rocheux est formée de roches anciennes. A l'Ouest la dorsale que forme la pointe du Chenoua est constituée de calcaires d'âge jurassique et de poudingues et grés pléistocènes. A l'Est les collines et les pointes rocheuses de Tipaza sont constituées en grés d'âge pléistocène. Les collines boisées qui buttent contre les calcaires de Chenoua sont vraisemblablement constituées de silts et d'argiles. La plaine inondable de l'oued Nador est formée de vases et de sable fins d'âge holocène accumulés dans un milieu fluvial et lagunaire à l'arrière d'un cordon dunaire. La figure suivante représente la carte géologique de la baie de Chenoua :



**Figure II. 2:** Carte géologique de la baie de Chenoua. (Extrainte de la carte géologique de l'Algérie, l'échelle 1/50000)

### 2.2.1. Le massif de Chenoua

Son point culminant à 905 mètres d'altitude est témoin d'une activité tectonique déjà ancienne (secondaire) qui se maintient encore comme l'indique la surrection continue de ce massif.

La série stratigraphique du Chenoua comprend :

- Du Paléozoïque essentiellement composé de Dévonien correspondant à des grès fins alternés d'argiles rouges que surmonte du Carbonifère ;
- Du Mésozoïque constitué des formations rapportées au Trias, au Jurassique et Crétacé. Le Trias est représenté par une série argilo gréseux rouge comportant plusieurs niveaux métriques de conglomérats. La série du Jurassique correspond à des calcaires dolomitiques massifs alternés de marnes et des marno-calcaires. Ces calcaires et grès du Trias constituent l'ossature du mont Chenoua. Le Crétacé décrit dans le Chenoua est argilo- gréseux. Il représente les dépôts dénommés flysch qui correspondent à une succession de grès et d'argiles ;
- Du Tertiaire : La série du Tertiaire du mont Chenoua comprend de l'Oligocène composé de conglomérat et d'argile rouge et du Miocène argilo gréseux constitué à la base par des grès calcaires surmontés par des conglomérats, grès et pélites rouges, auxquelles succède une série volcano-sédimentaire, qui passe au sommet à des marno-calcaires.

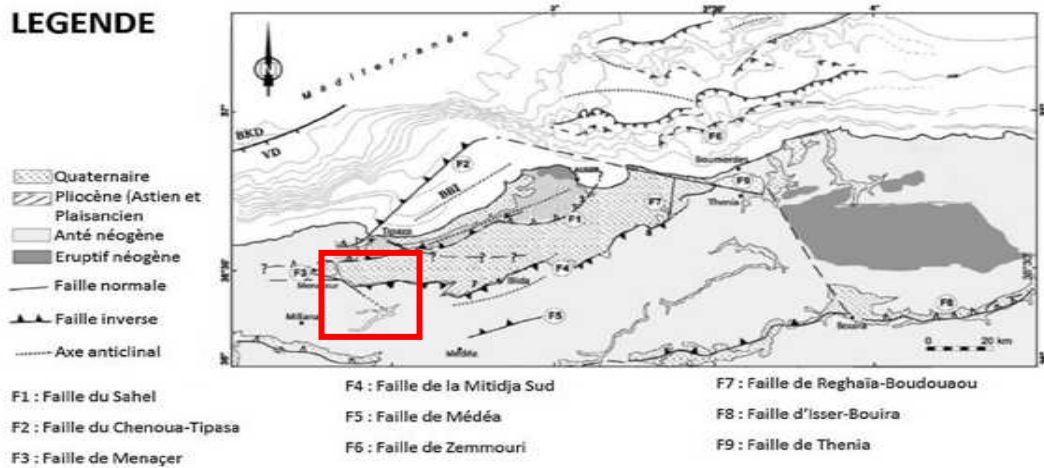


**Figure II. 3:** Le Mont Chenoua (2015).

### 2.2.2. Faille de Chenoua

La faille de Chenoua délimite le massif Chenoua au Sud et s'étend au large en direction Nord-Est. La longueur et la géométrie de cette faille sont mal étudiées car elle se prolonge au large. Les répliques des séismes de Tipaza du 29 octobre 1989 ( $M_s=6$ ) et de Chenoua 9 février 1990 ( $M_s=4,9$ ) ont permis de définir sa forme et donner des informations sur sa géométrie.

Une partie terrestre et une partie subméridienne en mer. Les répliques de ces deux cas suggèrent deux plans de failles parallèles de direction NE-SW en plongeant vers le NW avec un angle de 45°. (LEM, 2016)



**Figure II. 4:** Carte structurale de la région d'Alger (Yelles-Chaouche et al, 2006)

### 3. Paramètres météorologiques

Les données climatiques et météorologiques présentent une grande importance pour les travaux maritimes. Certains mouvements de la mer, notamment les houles, dépendent exclusivement des vents, car ils sont générateurs de vagues et de courants superficiels, leurs impacts augmentent avec leur vitesse. (Moulinet al, 1978 in Berkennou et Sellaye, 2012)

#### 3.1. Précipitation et température

Sur le littoral, les amplitudes thermiques sont tempérées par la mer, la température ne descend pratiquement jamais en dessous de 0°C et ne dépasse guère 40°C. La température moyenne est de 10°C en Janvier et 25° en Août.

Notre zone d'étude bénéficie d'un climat subhumide à hiver chaud, elle reçoit des précipitations annuelles qui varient de 600 à 800 mm/an. Les températures y sont clémentes avec une moyenne annuelle de 17- 18°C. On distingue 2 saisons différenciées :

- Une saison pluvieuse s'étalant d'Octobre à Mai avec deux (2) maxima de pluviométrie (Octobre – Février) et (Mars – Mai). Ces pluies sont le plus souvent courtes et violentes, les débits liquides sont directement liés à cette pluviosité, induisant un régime hydrographique très irrégulier et les températures atteignent leurs minimas.
- Une saison sèche qui s'étale sur le reste de l'année avec des températures saisonnières.

### 3.2. Les vents

Les vents par leurs actions directes sur la déformation de la surface libre (houle, vague) et les conséquences en termes de dynamiques sédimentaires qui en découlent, sont des agents météorologiques particulièrement importants à considérer. Les vents interviennent dans l'évolution et reconstitution des dunes.

L'analyse du régime des vents est effectuée à partir de deux sources de données météorologiques :

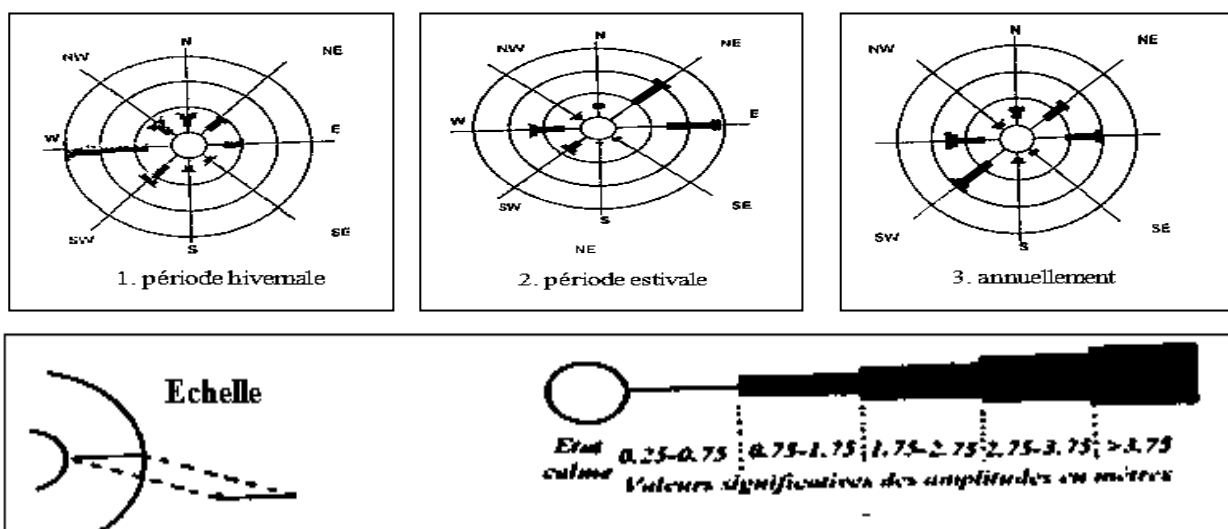
- Les observations faites au large des côtes algériennes entre 37° et 40° de latitude Nord et 0° et 5° de longitude Est, par l'US Naval Weather Service (SSMO) pour la période 1914-1970 ;
- Station météorologique de Dar-EL-Baida (2009).

#### ❖ Observations des vents au large données du S.S.M.O (1914 à 1970)

Les résultats des observations du vent effectuées au large des côtes algériennes, sont rapportés sous forme de roses de vents pour chaque trimestre et pour toute l'année.

Ces roses montrent, que pendant l'hiver (Octobre à Mars) les vents des secteurs Ouest et Sud-Ouest sont dominants et qu'une grande partie de ces vents présentent une vitesse supérieure à 16 nœuds.

Les vents d'Est et Nord Est dominant au cours de l'été, mais la majorité de ceux-ci ont des vitesses inférieures à 16 nœuds.



**Figure II. 5 :** Roses récapitulatives saisonnières et annuelles des fréquences d'apparition du vent. (L'US Naval Weather service, de 1963 à 1970 in Berkennou et Sellaye, 2012).

❖ **Station météorologique de DAR-EL-Baida (2009)****Tableau II. 1** : Fréquences d'apparitions des vents par intensité et par direction.

(O.N.M)

<b>Direction</b>					
<b>Vitesse m\s</b>	<b>Nord</b>	<b>Nord Est</b>	<b>Est</b>	<b>Nord-Ouest</b>	<b>Ouest</b>
0,5-1,54	1,1%	1%	1,4%	0,7%	1%
2,04-5,1	4,8%	6,5%	9,1%	6,1%	10,4%
5,61-10,7	2,4%	2,8%	5,6%	6,1%	13,2%
11,22-11,73	0,6%	0,5%	0,5%	2,7%	5,3%
17,34-23,97	0,1%	0%	0,1%	0,8%	1,1%
25	0%	0,1%	0%	0,1%	0%
<b>Total</b>	<b>Secteur Nord à Est</b>			<b>Secteur Ouest à Nord</b>	
	36,60%			47,50%	

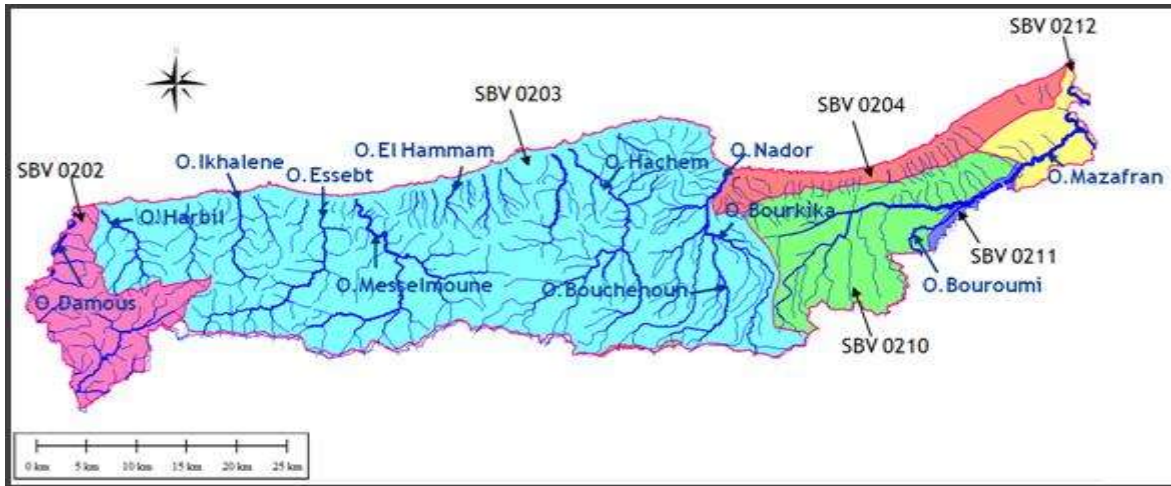
A partir de ces données, on note la prédominance de deux secteurs :

- Le secteur Ouest à Nord-Est avec 47,5%.
- Le secteur Nord à Est avec 36.6%.

Les vents qui proviennent du Nord-Ouest, sont les plus susceptibles d'engendrer les houles les plus violentes.

#### 4. Réseau hydrographique

Le seul réseau hydrographique qui se déverse dans la baie de Chenoua est Oued Nador. Situé au centre de la baie, ne prend sa source que dans la cluse de Tipaza avant de déboucher dans la baie. Son bassin versant est drainé par un réseau d'affluents, les plus importants sont : l'oued Bouchenoun et l'oued Bourkika comme on peut remarquer sur la figure **II. 5**. La surface de son bassin versant est de l'ordre de 230 km<sup>2</sup>, son débit liquide est de 37,84 hm<sup>3</sup>/an et une charge sédimentaire estimée à 28.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/an.



**Figure II. 6 :** Carte du réseau hydrographique de la wilaya d'Tipaza (LEM)

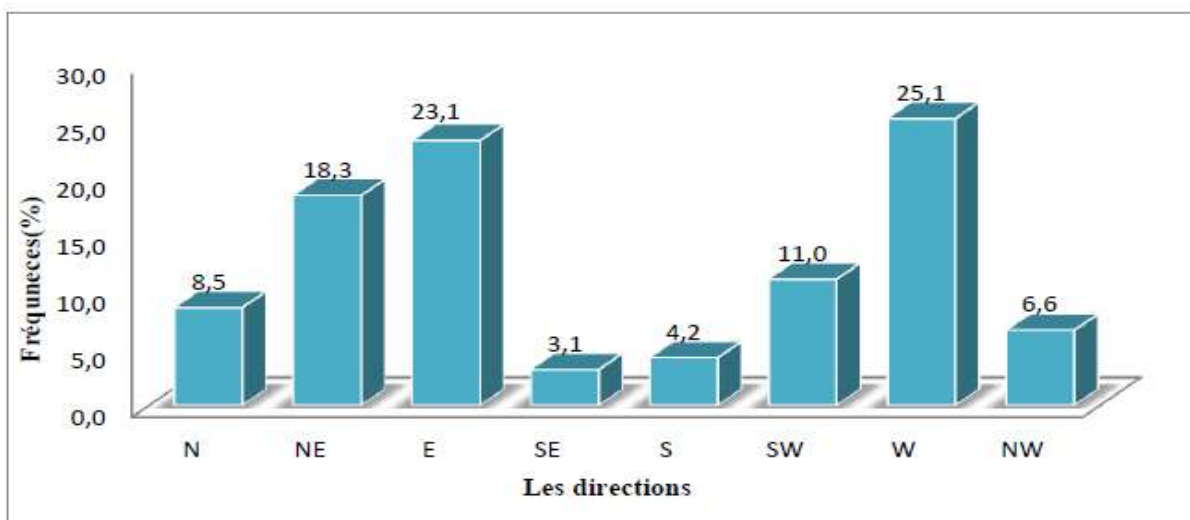
## 5. Paramètres dynamiques (voir figure II. 7)

### 5.1. Les houles

C'est l'ensemble des ondulations ou des vagues, parallèles, presque identiques, qui se prolongent de façon sensiblement uniforme vers le rivage. (Bonnefille, 1992 in LEM ,2017)

#### Houles au large

Les données des houles au large nous ont été fournies par le Laboratoire des Études Maritimes (L.E.M) concernant les fréquences mensuelles par direction des houles au large de la baie de Chenoua, obtenues après 45000 observations effectuées pour une période de 8 ans allant de 1963 à 1970, par l'US Naval Weather Service Command. Les données requises sont présentées dans les tableaux 1 et 2 de l'Annexe 1.



**Figure II. 7 :** Fréquences annuelles d'observation de la houle par direction au large de la baie de Chenoua.

On constate que :

- L'agitation provenant du secteur Ouest et Est est la plus fréquente, néanmoins pour les fortes houles, le secteur Ouest prédomine ;
- Pour le secteur Nord et Nord-Ouest, par contre les fréquences d'apparition sont faibles ;
- Les houles de tempête proviennent essentiellement du secteur Ouest ;
- Les houles observées ont une période courte 75,8% inférieures ou égales à 7 secondes et seul un pourcentage de 3.2 % des houles ont une période comprise entre 10 et 13s comme on remarque sur le tableau suivant :

**Tableau II. 2:** Relation période amplitude de la houle au large. (S.S.M.O, 1963-1970)

État de la mer au large	Période de la houle					
	< 6 s	6à7s	8 à 9s	10 à 11s	11 à 12s	13s
<b>Calme</b>	5,20%	0,10%	-	-	-	-
<b>0</b>	20,80%	1,90%	0,40%	-	-	-
<b>1</b>	24,60%	13,10%	2,70%	0,50%	0,20%	-
<b>2</b>	2,60%	5,40%	3,10%	0,90%	0,20%	-
<b>3</b>	0,40%	1,10%	1,00%	0,60%	0,20%	-
<b>4</b>	0,10%	0,50%	0,30%	0,30%	0,30%	-
<b>Total</b>	53,70%	22,10%	7,50%	2,30%	0,90%	-

## 5.2. Courants

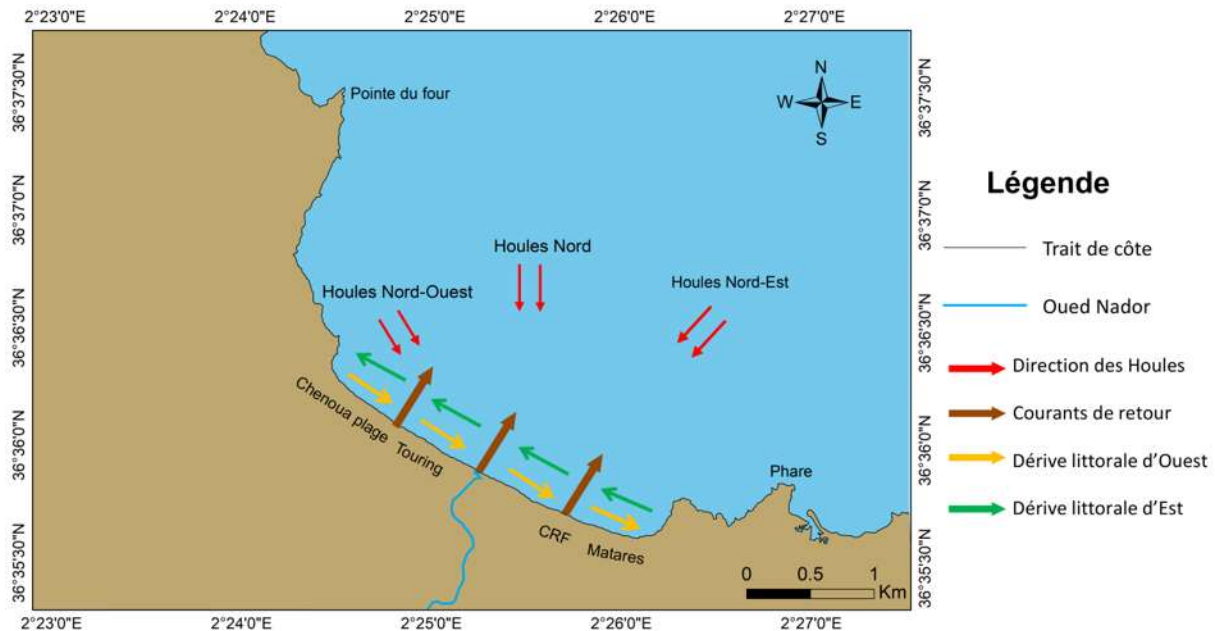
Les courants sont responsables de l'état dynamique des sédiments, (érosion ; transport et sédimentation).

### 5.2.1. Courants de dérive littorale

Ces courants existent quand il y a incidence oblique de la houle, ils sont parallèles à la côte et contribuent à mettre les sédiments en mouvement, à les transporter et à les disperser, la vitesse de celui-ci est maximale pour un angle d'incidence de 50° à 60 °. Ce courant joue un rôle très important dans l'évolution des rivages, en particulier quand il s'agit de plages, et sa connaissance est essentielle lorsque l'on procède à des aménagements qui empiètent sur l'espace infralittoral (Paskoff, 1973 in Berkennou et Sellaye, 2012).

### 5.2.2. Courants de retour

Le courant de retour correspond à une zone de flot de retour à partir du courant existant au lieu de déferlement de la houle. Ces courants possèdent une vitesse qui dépend de l'énergie de la houle et de la pente de la plage. Ces courants sont responsables de la dispersion d'une partie des sédiments côtiers vers le large.



**Figure II.8 :** Carte du transit sédimentaire dans la baie de Chenoua. (Boudeffa, 2014 modifiée).

### 5.3. La marée et les variations du niveau marin

L'amplitude de la marée est généralement faible en Méditerranée ; elle présente d'importants écarts suivant l'époque lunaire et est le plus souvent masquée par la surélévation ou l'abaissement du niveau de l'eau engendré par des variations de conditions climatologiques.

Une étude élaborée par le Service Hydrographique des Forces Navales (SHFN) pour le Compte du Laboratoire d'Étude Maritime (LEM) - Août 2009, a donné une valeur moyenne de la marée de  $\pm 0.40$  m.

Tous ces paramètres peuvent influencer la couverture sédimentaire.

## 6. Nature de la couverture sédimentaire

Il existe dans la baie de Chenoua 3 sortes de sédiments dominants :

- Les sables et sablons siliceux, qui peuvent s'étaler jusqu'à -20 m de profondeur. Il faut aller jusqu'au Chenoua plage, pour trouver une plage de sable et sablon typique aux débouchés de l'oued Nador ;
- Les sédiments silicio-argileux, qui se composent en moyenne de 50% de sablons siliceux, 30% d'argiles et 20% de calcaires ;
- Les boues argilo-silicieuse, recouvrant le rebord et le début du plateau continental, et contenant de 40% à 50% d'argile. (Leclaire, 1972)

## 7. Visite de la zone d'étude

Deux sorties sur terrain ont été effectuées afin de pouvoir couvrir la baie de Chenoua.

La première visite de la baie a été effectuée jeudi le 20 Avril 2017 accompagné par Mr Otmani, Mme Mehdid et leurs étudiants de 1<sup>ère</sup> année où nous avons visité la plage Les Galets.

### Situation géographique du site visité

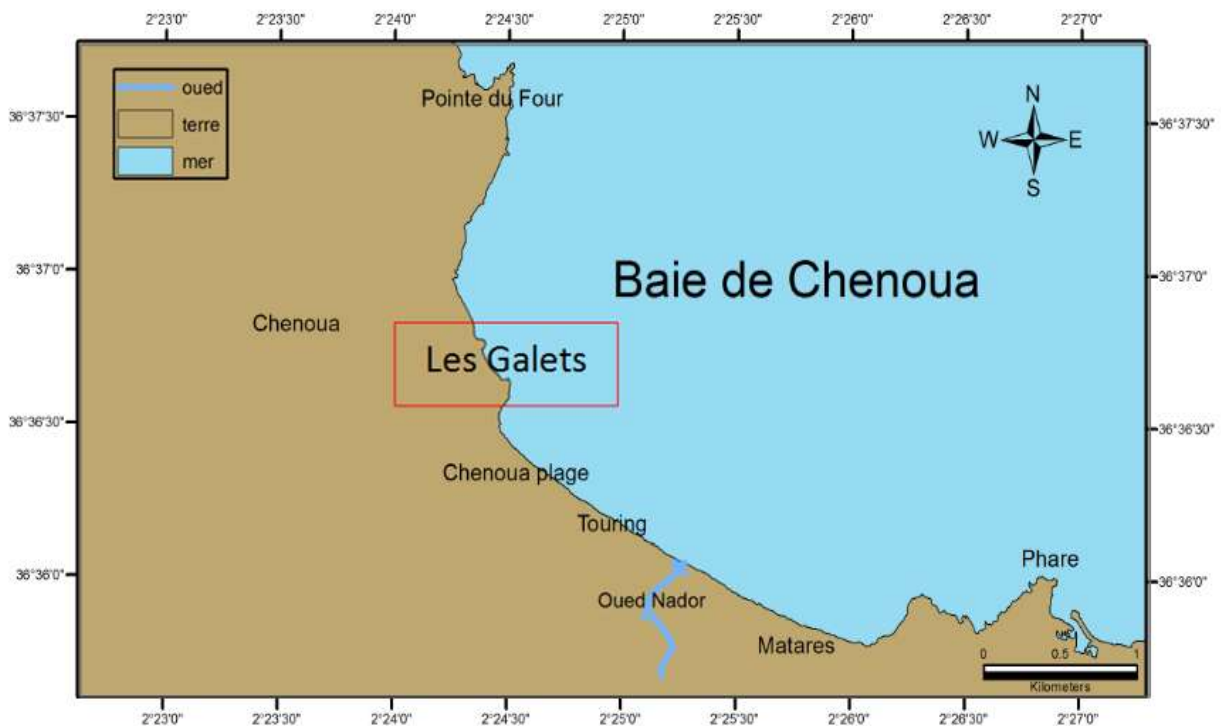


Figure II. 9 : Situation géographique de la plage les Galets.

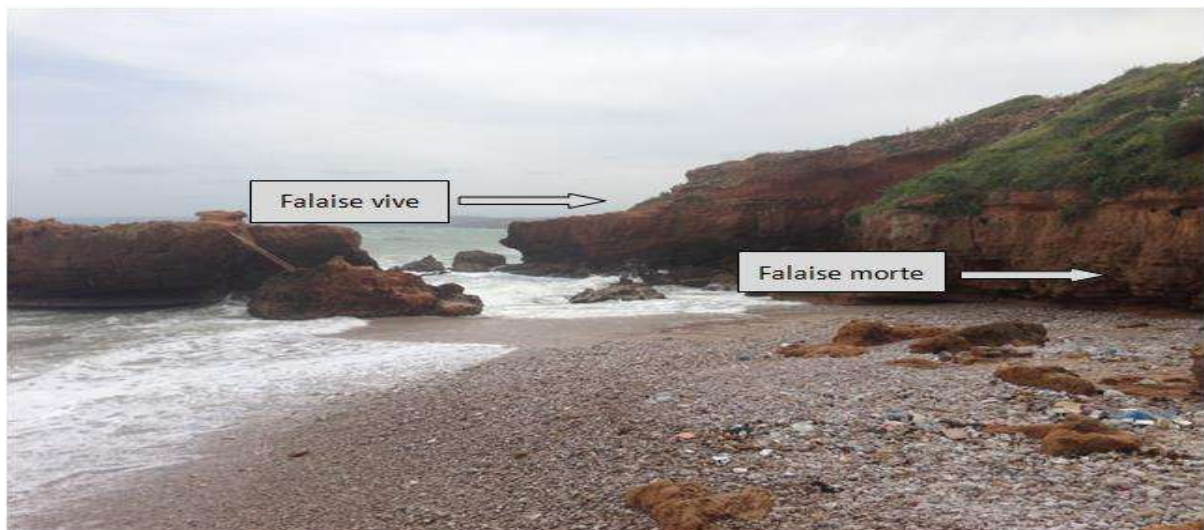
La plage les Galets se situe à l'ouest de Chenoua plage entre 36°36'28" 36°36'36" de latitude Nord et entre 2°24'24" et 2°24'30" de longitude Est.



**Figure II. 10** : Photo panoramique de la plage les Galets.

Cette plage est caractérisée par :

- Type de plage : grèves (espace d'échouage en bord de mer fait de sable et de gravier ou de galets).
- L'existence de deux types de falaises : vives et mortes, ayant toutes les deux une pente raide :



**Figure II. 11** : Types de falaises existantes dans la plage les Galets.

- Ces falaises sont composées de deux types de roches : grès et conglomérat :



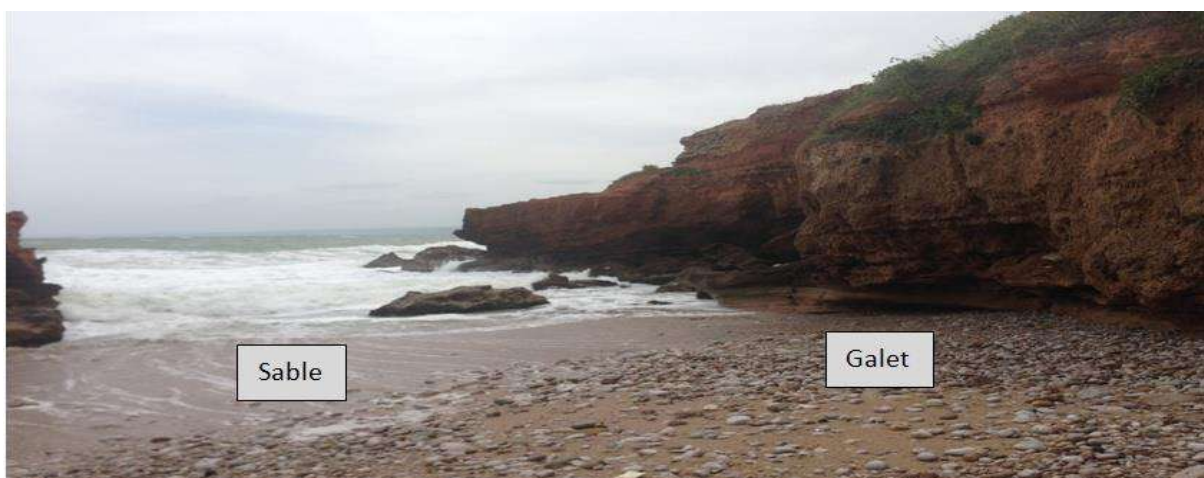
**Figure II.12 :** Les types de roches des falaises de la plage les Galets.

- Présence des ilots :



**Figure II. 13 :** Les ilots de la plage les Gates.

- Deux types de sédiments dans la plage : sables, galets :



**Figure II. 14 :** Les types de sédiments présents sur la plage les Galets.

- Présence de pollution par les déchets urbains :



**Figure II. 15 :** Pollution domestique dans la plage les Galets.

La deuxième visite de la baie a été effectuée jeudi le 01 Juin 2017 accompagné par Mr Zerrouki.

Cette sortie a été effectuée afin de faire la connaissance du site et prendre des photos de la plage sableuse, on a commencé notre trajet en marchant à partir de Matares jusqu'au Chenoua plage en passant par l'embouchure de Oued Nador et plage Touring.

- Type de plage : Plage sableuse



**Figure II. 16 :** Vue général de Matares.

- Pollution par les rejets urbains :



**Figure II. 17** : Pollution domestique à Matara.

- Végétation bordante l'Oued Nador qui se débouche au centre de la baie, ainsi que la construction des habitations proche de l'oued .



**Figure II. 18** : Embouchure de l'Oued Nador.

- Occupation de la frange bordière de Chenoua plage :



**Figure II. 19 :**Proximité des habitations de la ligne de rivage de Chenoua plage.

- Déchets existants au niveau de Chenoua plage :



**Figure II. 20 :** Pollution au niveau de Chenoua plage.

- Erosion évidente au niveau du complexe culturel de Chenoua qui est en contact direct avec la mer :



**Figure II. 21** : Situation d'érosion du complexe culturel.

La baie de Chenoua est en état de dégradation et cela pourrait être dû à plusieurs facteurs qu'on va essayer d'identifier dans les prochains chapitres.

# **CHAPITRE III : MATÉRIEL ET MÉTHODES**

L'érosion et l'accrétion peuvent présenter des défis aux communautés côtières. La connaissance et l'évaluation des changements du trait de côte se sont révélées cruciales dans la compréhension globale de la dynamique des zones côtières et les processus morphodynamiques conduisant à ce changement. Les côtes sont vulnérables au changement entraîné par l'élévation du niveau de la mer, les différents climats côtiers y compris des facteurs météorologiques marins, astronomiques ou autres. Les changements (à court terme ou à long terme) dans la position et la géométrie des traits de côtes sont très importants dans la compréhension de la dynamique côtière et de la gestion des côtes. (Temitope et Oyedotun, 2014)

L'intérêt croissant dans les processus côtiers et les changements de rivage reflètent la forte occupation des zones côtières et l'utilisation des plages, vu l'importance économique croissante du tourisme balnéaire. Il est intéressant de se demander dans quelle mesure l'évolution historique du rivage a été influencée par ces contraintes.

Pour cela on va s'intéresser à l'étude de ces trois paramètres :

- L'évolution de l'urbanisation ;
- L'évolution du trait de côte ;
- L'indice de vulnérabilité côtière (physique et socio-économique).

### **Partie 01 : Évolution de l'urbanisation**

La croissance urbaine peut se définir comme un processus d'accroissement démographique (croissance de la population urbaine) et/ou spatiale (extension, étalement...) des unités urbaines.

Dans cette partie on va étudier l'évolution de l'urbanisation en tant qu'évolution des surfaces d'agglomérations dans la baie de Chenoua afin de pouvoir identifier les conséquences de cette évolution au niveau de cette côte et sa conformité avec : la loi 90-29 relative à l'aménagement et à l'urbanisme ainsi que la loi 02-02 relative à la protection et la valorisation du littoral.

## 1. Collecte des données

L'analyse de l'évolution de l'urbanisation de la baie de Chenoua nécessite des données anciennes aussi que nouvelles, pour cela nous avons utilisé des photos aériennes qu'on a acheté de l'Institut National de Cartographie et de Télédétection (Annexe2) ainsi que des photos satellitaires téléchargées à partir du logiciel Google Earth Pro. Ces documents sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau III.1** : Documents utilisés pour l'étude l'urbanisation dans la baie de Chenoua.

Document	Date	Source	Échelle
Photo aérienne	1959	INCT	1/25000
Photo aérienne	1980	INCT	1/10000
Image satellitaire	2009	Google Earth Pro	1/10000
Image satellitaire	2016	Google Earth Pro	1/10000

## 2. Logiciels utilisés

Pour étudier l'évolution de l'urbanisation nous avons utilisé les logiciels suivants :

- Google Earth Pro pour télécharger les images satellitaires ;
- ArcGIS pour géoréférencer et digitaliser polygones des surfaces d'urbanisation ;

### 2.1.Aperçu du logiciel Google Earth Pro (version 7.1)

Google Earth Pro permet d'imprimer des images en haute résolution, alors qu'il faut se contenter de la résolution de l'écran avec la version basique. Mais aussi bien d'autres fonctions. Il ajoute aux étonnantes fonctionnalités de Google Earth des outils encore plus puissants. Il est également possible de procéder à un géocodage d'adresses par lot, d'importer automatiquement des images SIG et d'avoir accès à des données démographiques, à des données cadastrales et à des données de circulation. Les outils de mesure sont plus évolués, tout comme celui permettant de créer des cartes. Il est également question de Movie Maker qui permet de créer une vidéo qui suit le mouvement de la caméra.

## 2.2. Aperçu du logiciel ArcGIS (versions 10.2 et 10.4) :

Le logiciel ArcGIS 10.2, 10.4 comprend trois applications principales : ArcCatalog, ArcMap, et ArcToolbox.

**ArcCatalog** : est un explorateur de données tabulaires et cartographiques offrant des outils de gestion et d'organisation analogues à ceux offerts par les systèmes d'exploitation comme Windows ou DOS (copier, renommer, effacer, créer des icônes, etc.). Il permet aussi de visualiser des données tabulaires et des couches géographiques ainsi que leur exploration.

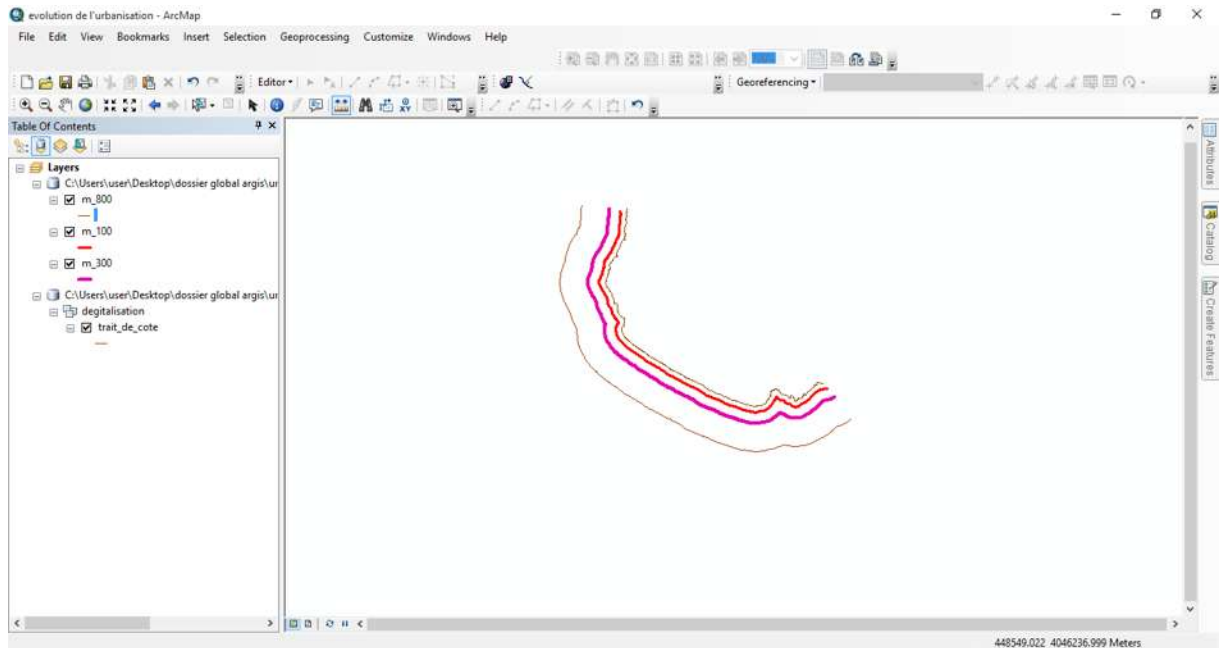
**ArcMap** : est l'application fondamentale du logiciel ArcGIS. Elle contient une boîte à outils, organisée sous forme de modules indépendants (extensions), permettant de gérer, manipuler, analyser et éditer les différentes couches d'informations de la base de données.

**ArcToolbox** : est une boîte à outils permettant d'effectuer des conversions et des transferts de format et aussi de projection et permet aussi de fonctionner plusieurs tâches au même temps.

## 3. Méthodologie

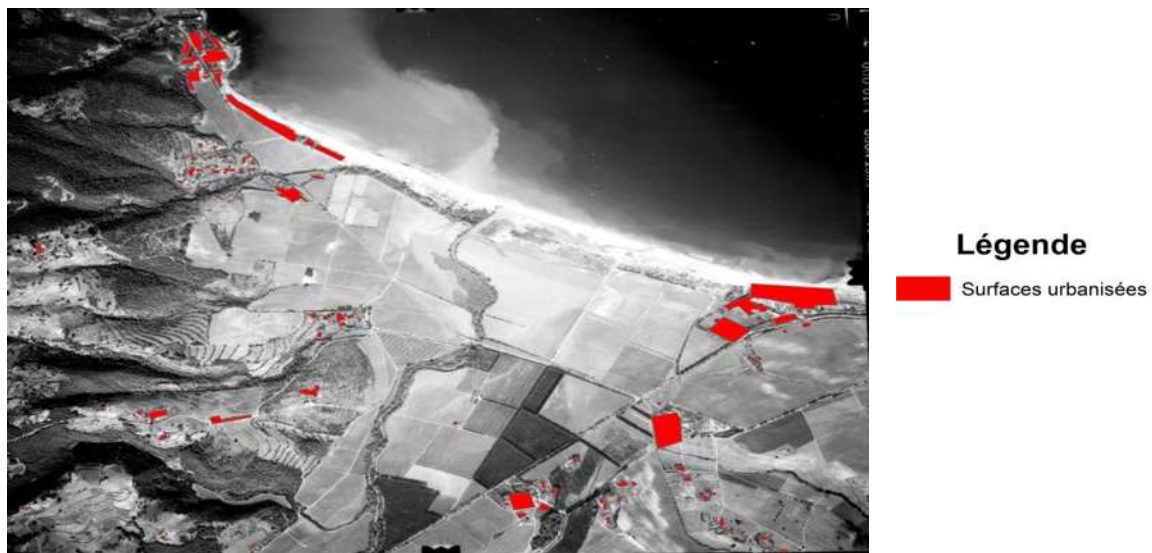
Les images satellitaires ont été géoréférencées sous ARCMAP-GIS dans la projection **WGS 1984 UTM Zone 31N** à l'aide des repères qu'on a fixé sur Google Earth Pro afin d'obtenir les coordonnées de latitude et de longitude. Puis on a procédé par le géoréférencement des photos aériennes où on a calé ces dernières à partir des images satellitaires déjà géoréférencées en choisissant des points fixes.

Après on est passé à la création de trois couches en forme de lignes qui présentent les bandes des 100, 300 et 800m de la loi relative à l'aménagement et à l'urbanisme, elles ont été tracées à terre parallèlement à la ligne de rivage. (Voir figure **III.1**)



**Figure III.1 :** Représentation sur ArcGIS des trois bandes 100, 300 et 800m de la loi relative à l'aménagement et à l'urbanisme.

Nous sommes passés ensuite à la digitalisation de l'urbanisation de chaque année sur les trois bandes avec des polygones comme on peut voir sur la figure III.2.



**Figure III.2 :** Cartographie de l'urbanisation présente dans la baie de Chenoua en 1980.

Ensuite un calcul et une comparaison des surfaces de l'urbanisation entre les années et par rapport aux surfaces totaux des bandes ont été faits.

## **Partie 02 : Évolution du trait de côte**

Le trait de côte, l'interface entre La terre et la mer, change de manière variable en réponse à un ou plusieurs facteurs, qui peuvent être de nature morphologique, climatologique ou géologique. (Temitope et Oyedotun, 2014)

L'analyse de l'évolution passée du trait de côte permet de mesurer de quelle façon la baie de Chenoua a évolué, et d'évaluer le comportement futur probable de cette côte, à court et à long terme, afin de pouvoir diagnostiquer le degré de vulnérabilité à l'élévation prévisible du niveau de la mer de la façon la plus probable. L'objectif de cette étude est de retracer l'évolution morphologique, entre 1959 et 2016, de la baie tout en : identifiant la tendance des changements du rivage et en évaluant les taux d'érosion ou d'accrétion par secteur et par période.

### **1. Collecte des données**

Nous avons utilisé les deux photos aériennes datées de 1959 et 1980 obtenues de l'INCT plus trois photos satellitaires téléchargées de Google Earth Pro datées de 2006, 2009 et 2016 qui couvrent la plage sableuse de la baie de Chenoua.

### **2. Logiciels utilisés**

Pour étudier l'évolution du trait de côte on a utilisé ces logiciels :

- Google Earth Pro pour télécharger les images satellitaires ;
- ArcGIS pour géoréférencer et digitaliser les traits de côte ;
- L'extension DSAS pour suivre l'évolution des traits de côte.

### **Aperçu de l'extension DSAS (version 4.4) :**

Le Digital Shoreline Analysis System (DSAS) est une application logicielle disponible gratuitement qui fonctionne avec le (ESRI) Système d'information géographique (ArcGIS) logiciel Environmental Systems Research Institute. Le DSAS calcule les statistiques de taux de changements pour une série chronologique des données vectorielles du littoral. (Himmelstoss et al, 2016)



**Figure III.3 :** Barre d'outils du DSAS.

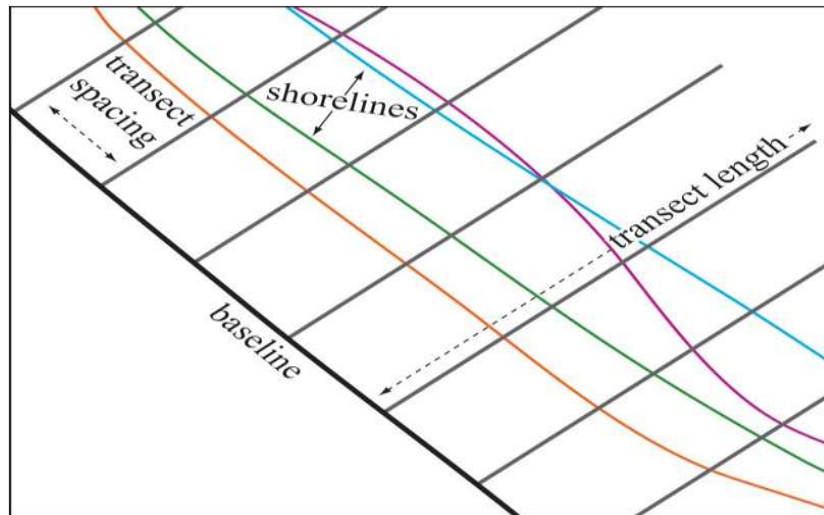
- 1- **Définir / Modifier les paramètres** : spécifier les noms de fichiers pour les entrées de référence et de rivage et d'autres paramètres, tels que l'espacement des profils.
- 2- **Transects Cast** : génère une nouvelle (ou écrase un existant) classe d'entités des profils en fonction des paramètres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

### 3. Méthodologie :

Les images satellitaires et les photos aériennes géoréférencées ont été ajoutées aux couches de l'ArcMap. Puis la digitalisation en lignes des traits de côte de chaque année a été faite séparément. La limite prise pour les traits de côte est la limite des plus hauts flots.

Ensuite, une ligne de référence (ligne de base) virtuelle a été tracée à terre parallèlement aux lignes de rivage, puis la mise en place d'une série de profils perpendiculaires (transects) à la ligne de référence et les différents traits de côte (on a eu 61 transects).

Ces transects cernent la globalité de la zone d'étude avec une longueur (200m) et un espacement (50m) définis lors de la configuration de l'outil DSAS 4.4 sur ArcGIS 10.4. (Voir tutoriel DSAS en Annexe3)



**Figure III.4 :** Paramètres de sortie spécifiés par l'utilisateur comprennent l'espacement et la longueur des transects. (Himmelstoss et al, 2016)

Ensuite cette extension va permettre d'avoir une analyse détaillée sur la variation de la ligne de rivage à partir d'un support statistique contenant les indicateurs suivants : EPR, LRR qui s'affichent automatiquement après le lancement du calcul.

Cette analyse n'a pas été effectuée au niveau des côtes rocheuses car elles ne sont pas susceptibles d'évoluer de manière significative sur une période relativement courte.

**L'End Point Rate (EPR) :** est le rapport de la distance entre le trait de côte le plus ancien et le plus récent sur le temps (nombre d'années) écoulé entre les deux dates (**Figure III.5**) exprimé par mètre/an. L'EPR convient bien lorsque l'on dispose que deux traits de côte pour évaluer la cinématique littorale. (Himmelstoss et al, 2016)

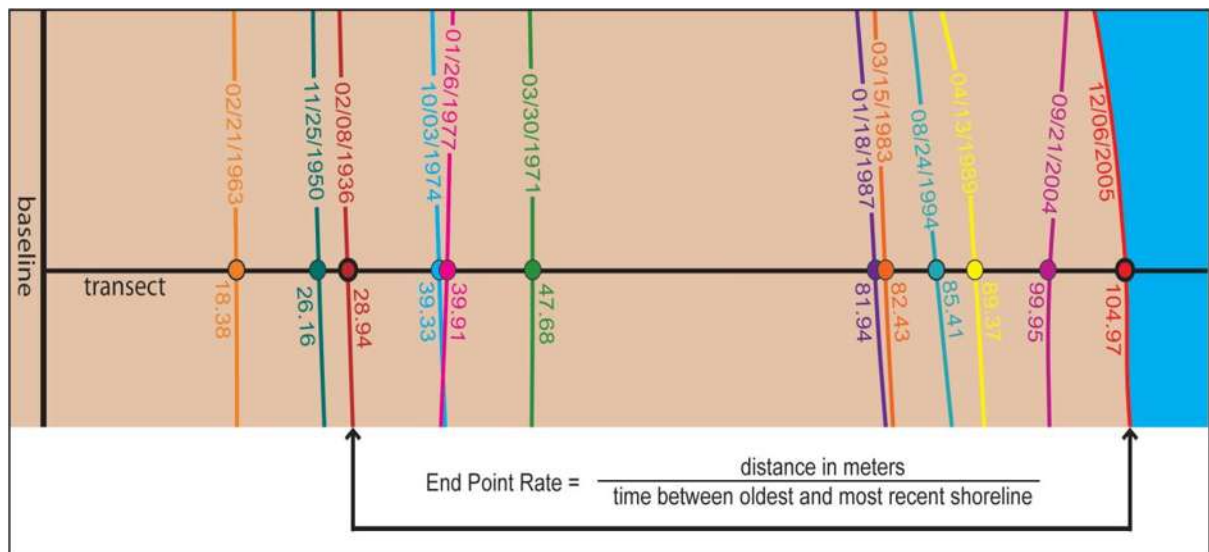


Figure III.5 : Principe de calcul de l’EPR. (Himmelstoss et al, 2016)

**Le Linear Regression Rate-of-change (LRR) :** correspond à la valeur de la pente d’une droite de régression linéaire positionnée dans le nuage de points formés par les mesures de distance entre tous les points d’intersection de chaque transect et des traits de côte comparés. Il traduit également le taux d’évolution annuelle de la ligne de référence le long de chaque transect, il est intéressant si l’on analyse la cinématique littorale pour plus de deux dates, car la méthode de calcul tient compte de la tendance évolutive du trait de côte sur toute la période considérée. (Himmelstoss et al, 2016)

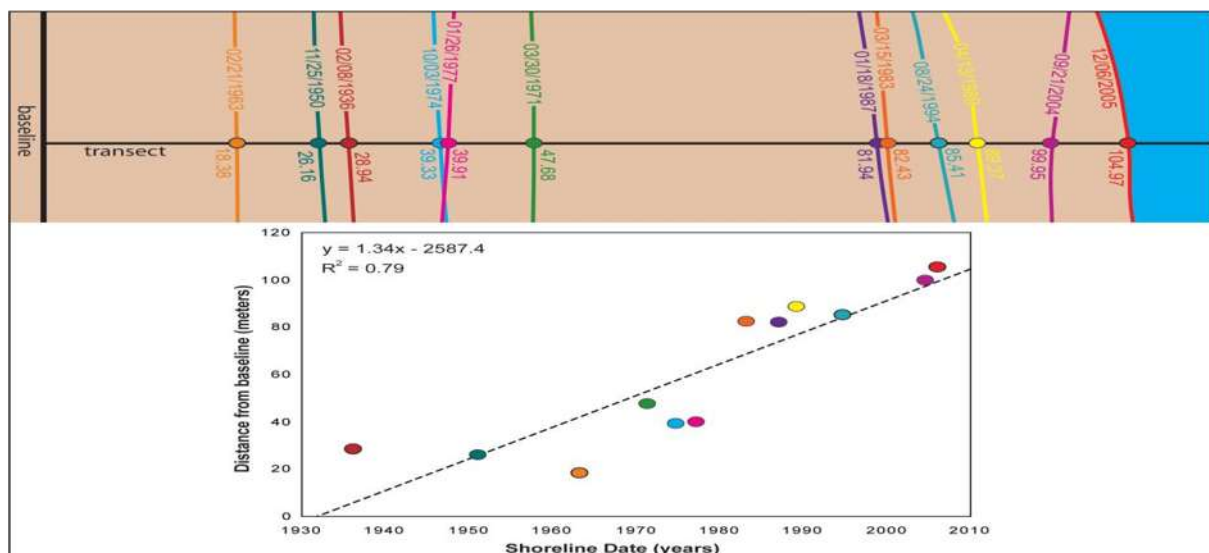
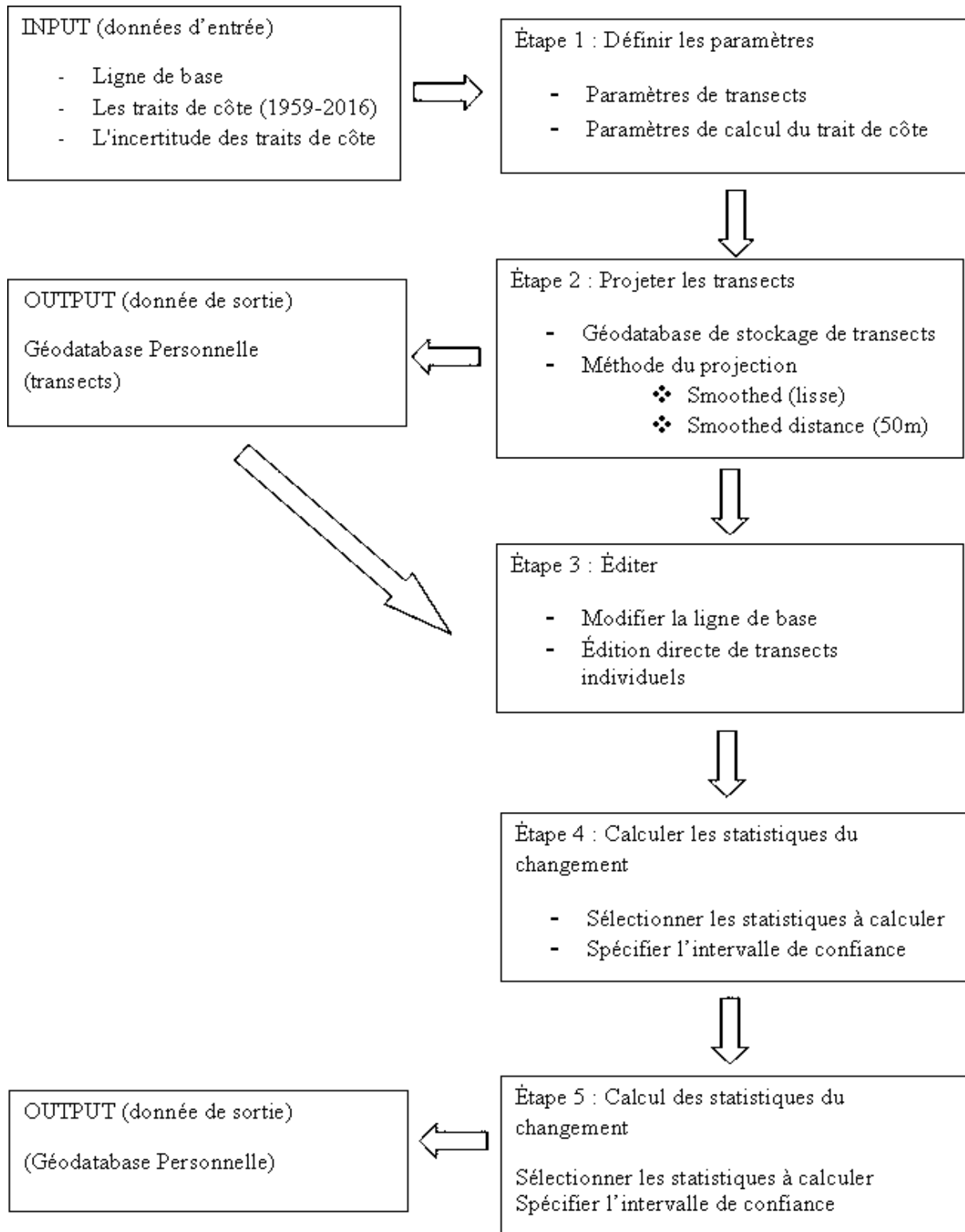


Figure III.6 : Principe de la régression linéaire pondérée pour le calcul par DSAS de l’évolution du trait de côte. (Himmelstoss et al, 2016)

La procédure d'analyse du changement du trait de côte dans DSAS est résumée dans la figure suivante :



**Figure III.7 :** Procédure d'analyse du changement du trait de côte dans DSAS (Thieler et al, 2009 modifiée).

### **Partie 03 : Indice de Vulnérabilité Côtière (Costal Vulnerability Index CVI)**

Un risque naturel est habituellement défini comme la probabilité qu'un phénomène naturel potentiellement dangereux pour l'homme se produit et il peut être déterminé à partir de la fréquence d'événements antérieurs (Boruff et al, 2005 in Niazi ,2007).

La vulnérabilité représente une condition résultante de facteurs physiques, sociaux, économiques ou environnementaux, qui prédispose les éléments exposés à la manifestation d'un aléa à subir des préjudices ou des dommages.

La vulnérabilité met en évidence l'incapacité ou l'inaptitude d'un milieu et de ses composantes à résister à un aléa ou à répondre à sa manifestation.

L'analyse de la vulnérabilité est une approche prospective pour un territoire à risque qui semble être désormais indispensable. Elle permet des réflexions anticipées quant à la réaction du littoral aux modifications probables suite à une remontée du niveau marin. Puisque même les plus prudents parmi les modèles du climat prévoient que les changements climatiques auront des répercussions importantes au cours du prochain siècle, parmi lesquelles figurent une augmentation du taux et de l'ampleur de l'érosion ainsi qu'une avancée de la mer sur les terres. (LEM, 2017)

Au sens général, la vulnérabilité est la probabilité de voir la zone côtière se dégrader face à l'élévation du niveau de la mer, quelque soit ses caractéristiques physiques ou socio-économiques. Dans cette partie, on va analyser la vulnérabilité physique et socio-économique de la baie de Chenoua à une hausse prévue du niveau des eaux marines en utilisant des indices de vulnérabilité.

#### **1. Logiciels utilisés**

L'utilisation des outils SIG ArcGIS 10.2 et Mapinfo Professional 7.8 a permis la cartographie de la vulnérabilité côtière afin de mieux évaluer les zones à risque.

#### **Aperçu du logiciel Mapinfo Professional (version 7.8)**

Mapinfo est un logiciel SIG édité par la société Pitney Bowes Software (PBS) permettant de créer, traiter et manipuler l'information géographique par des requêtes spatiales et de la cartographier (cartes, graphes, cartes thématiques...).

Le logiciel Mapinfo Professional nous a permis de créer une grille couvrant la baie de Chenoua (Annexe4) qu'on a traité ensuite avec le logiciel ArcGIS 10.2 où chaque cellule de la grille a été étudiée car elle couvre un espace de notre zone et a une information à nous apporter concernant le CVI.

## 2. CVI physique :

Dans ce contexte, la vulnérabilité signifie quelle mesure dans la zone côtière est susceptible de subir des perturbations d'ordre physique telles que l'inondation, l'érosion, la migration des plages et la déstabilisation des dunes littorales suite à une élévation du niveau de la mer.

Six variables relatives aux risques, contenues dans le tableau **III.2** sont employées pour formuler cet indice :

- La géomorphologie ;
- La pente ;
- Le taux de recul du trait de côte ;
- La vitesse de l'élévation relative du niveau de la mer ;
- Les amplitudes moyennes de la marée ;
- Les amplitudes moyennes de la houle.

Les segments du littoral avec des valeurs d'indice élevées auront des reliefs bas, un substrat facilement érodable, un recul du trait de côte important, et seront exposés à des énergies élevées de vagues (Gornitz et al, 1994). Cependant, quand plusieurs facteurs de risque, pour un secteur choisi, n'ont pas de données, alors n'importe quel indice calculé sous estimera le risque de la zone en question.

Chaque variable est dotée d'une valeur relative de risque basée sur l'importance potentielle de sa contribution aux changements physiques sur la côte pendant que le niveau de la mer monte.

Les variables sont classées selon une échelle linéaire de 1 à 5, et suivant un ordre de vulnérabilité croissant dû à la montée du niveau de la mer : la valeur 1 correspondrait à un risque très faible, et 5 au plus élevé.

Tableau III.2 : Les six variables physiques utilisées pour la détermination de l'indice de vulnérabilité côtière . (Thieler et Hammar-Klose, 2000)

Variable	Classe de l'indice côtier de vulnérabilité (CVI)				
	Très faible	Faible	Modéré	Elevé	Très élevé
	1	2	3	4	5
Géomorphologie	Falaise et côtes rocheuses (1)	Falaise moyenne et baie (0.8)	Falaise basse Dépôt glaciaire Plaine alluviale (0.6)	Plage à galet Estuaire Lagune (0.4)	Flèche, plage sableuse, marais, dépôt vaseux, delta, récifs à coraux et mangroves (0.2)
Pente côtière (%)	> 0.115	0.115 – 0.055	0.055 – 0.035	0.035 – 0.022	< 0.022
Changement relatif du niveau de la mer (mm/an)	< 1.8	1.8 – 2.5	2.5 – 3.0	3.0 – 3.4	> 3.4
Recul / Avancée du trait de côte (m/an)	> +2	+2 - +1	+1 – (-1)	-1 – (-2)	< -2
	Accrétion		Stable	Erosion	
Hauteur moyenne des houles (m)	< 0.55	0.55 – 0.85	0.85 – 1.05	1.05 – 1.25	> 1.25
Variation moyenne de la marée (m)	> 6	4.1 - 6	2 - 4	1 – 1.9	< 1

Une fois que chaque section du littoral est assignée d'une valeur de risque basée sur chaque variable spécifique de données, l'indice côtier de vulnérabilité est calculé d'après la formule de Gornitz et al (1994). C'est la racine carrée du produit des différentes variables divisées par le nombre de variables utilisées :

$$\text{CVI physique} = \sqrt{(a * b * c * d * e * f) / 6}$$

Avec :

- a : géomorphologie ;
- b : pente côtière ;
- c : taux relatif d'élévation de niveau de la mer ;
- d : taux du recul du trait de côte ;
- e : gamme moyenne de marée ;
- f : amplitude moyenne de la houle.

### 2.1. La géomorphologie de la côte :

Cette variable 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 son comportement face aux principaux forçages de l'élévation de la mer. Le secteur d'étude est caractérisé par une grande diversité géomorphologique, lithologique et topographique. Les côtes dominées par des environnements rocheux, tels que les falaises hautes et moyennes, sont rangées dans les classes de faibles risques (classes 1 ou 2) tandis que les plages, les talus et les structures sédimentaires sableuses moins résistantes sont classées comme classes de risque moyen ou élevé (classes 3 ou 4 ou 5).

### 2.2. La pente côtière :

Cette variable est importante lorsque la côte est formée par des dépôts sédimentaires meubles car elle détermine en grande partie le risque de glissement de terrain et donc d'érosion. Ce paramètre est essentiellement défini comme étant la tangente trigonométrique (exprimée par une fraction ou un pourcentage).

La pente permet une évaluation non seulement du risque relatif à la rapidité potentielle du recul du trait de côte mais également du risque d'inondation, car les régions côtières à pentes faibles devraient régresser plus rapidement que les zones à déclivité plus raide (Pilkey et Davis, 1987 in LEM, 2016).

Les calculs de la pente ont été effectués à partir du logiciel Google Earth Pro par les étapes suivantes :

- On sélectionne nouveau trajet dans le menu de Google Earth Pro et on commence à digitaliser la ligne de rivage de notre zone d'étude.



Figure III.8: L'outil nouveau trajet (add path) de Google Earth Pro.

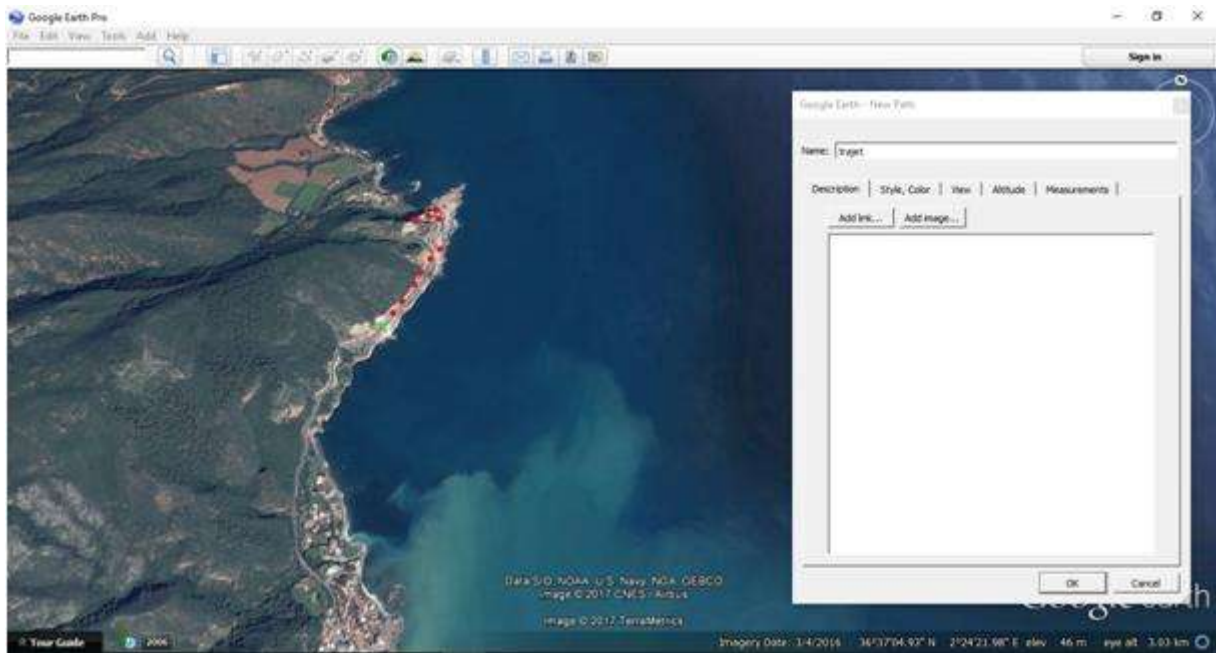


Figure III.9 : Digitalisation de la ligne de rivage sur Google Earth Pro.

- Puis on clique sur Edit et on choisit show élévation profile, un profil d'élévation apparaît dans la partie inférieure de l'écran, comme illustré ci-dessous :

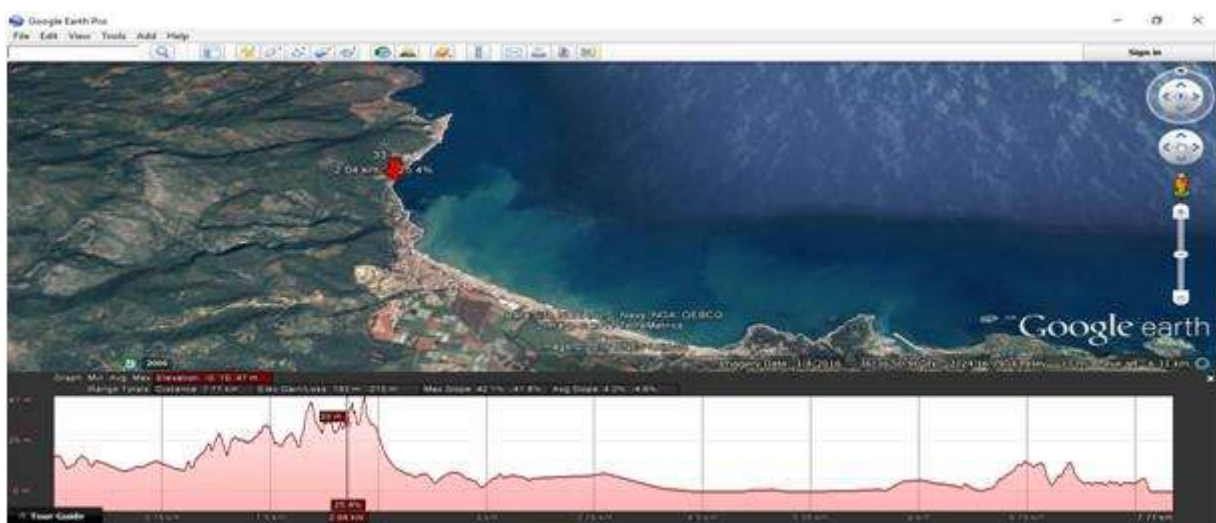


Figure III.10 : Illustration du profil d'élévation sur Google Earth Pro.

L'axe Y du graphique représente l'élévation et l'axe X représente la distance par rapport au point de départ de notre trajet, concernant la pente elle est représentée en pourcentage (%). Lorsqu'on déplace le curseur dans le profil d'élévation, la flèche se déplace le long du trajet et affiche à gauche de cette dernière la distance en (km), en haut l'élévation en (m) et à droite la pente en (%).

- On a importé une couche dans Google Earth Pro, il s'agit de la grille qu'on a dessiné en utilisant Mapinfo puis on l'a exporté comme fichier KML. Cela nous permettra de pouvoir désigner la pente à chaque carreau de la grille.

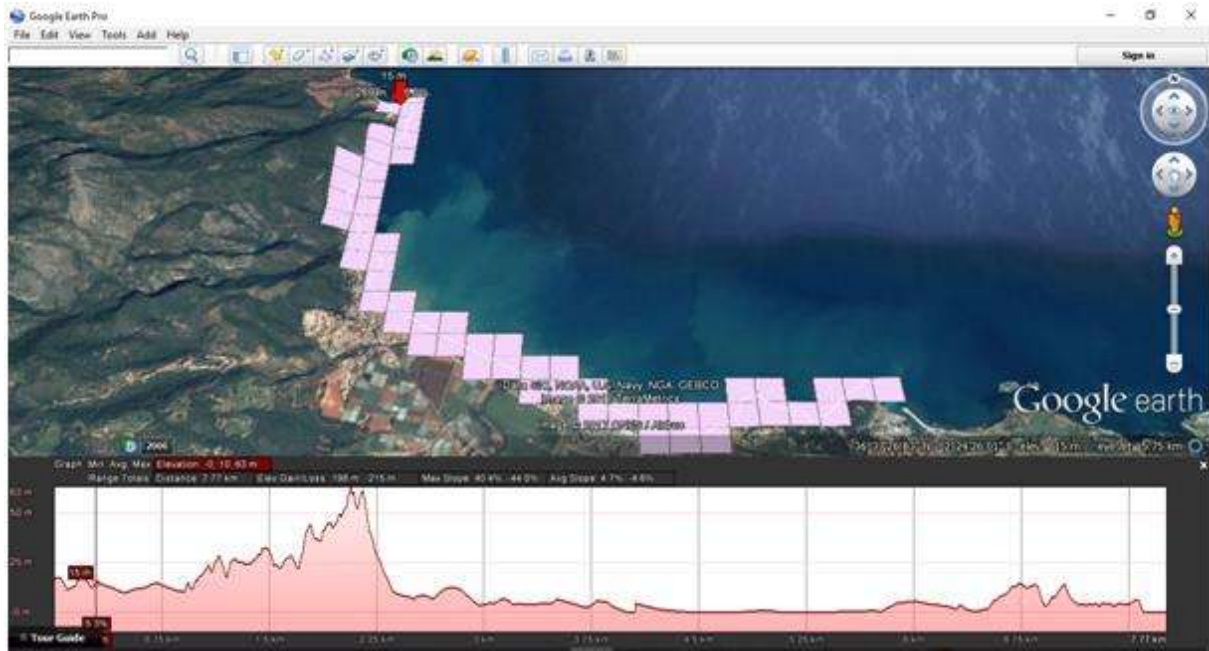


Figure III.11 : Illustration du profil d'élévation et la grille sur Google Earth Pro.

### 2.3.Changement relatif 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, 2014 in Niazi, 2007)

Les valeurs du changement relatif du niveau de la mer sont obtenues à partir de la combinaison de deux paramètres, l'un est l'élévation eustatique globale du niveau de la mer comme les mouvements isostatiques, et l'autre la tectonique locale affectante la côte.

L'évolution locale du niveau de la mer dépend de plusieurs paramètres : la température de l'océan, la salinité, les courants marins, la pression de surface, l'apport d'eaux continentales et la déformation des plateaux continentaux (la tectonique des plaques).

#### **2.4. L'évolution du trait de côte :**

Ce paramètre est un des plus utilisés pour les prédictions de risques à plus ou moins long terme. Tout comme la géomorphologie côtière, il résulte à la fois de l'influence de la géologie, du vent, des vagues, des houles et des marées (Xharde, 2007).

Il constitue donc un autre bon indicateur de la résistance de la côte à l'érosion et de son évolution à plus ou moins long terme. Les côtes en accrétion ne présentent que des risques très faibles et sont par conséquent classées dans les risques de type 1 tandis que les côtes caractérisées par un taux de recul inférieur à -2 m/an sont considérées ici comme très vulnérables (classe 5).

Les taux d'évolution (taux nets d'érosion et/ou d'accumulation) du trait de côte ont été tirés des résultats de la modélisation (DSAS, LRR) de 1959 à 2016 dans la partie précédente.

#### **2.5.L'amplitude moyenne de la houle**

Ce paramètre est directement lié à l'énergie des vagues et constitue donc une bonne indication de leur potentiel d'érosion.

Les hauteurs significatives des houles au large de la côte de la wilaya sont extraites à partir d'une modélisation avec le logiciel (Mike21) auquel les résultats nous ont été fournis par le LEM.

#### **2.6.La gamme moyenne de la marée**

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, 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.

Dans cette étude on a utilisé les résultats de l'étude du Service Hydrographique des Forces Navales (SHFN) effectué pour le compte du LEM.

### 3. L'indice de vulnérabilité socio-économique

La vulnérabilité socio-économique est définie comme : "la sensibilité différentielle, dans un sens général, parmi des groupes sociaux et des lieux risquant de supporter des pertes dues aux risques" (Dow, 1993 in Niazi ,2007).

Ainsi le développement d'indices côtiers de la vulnérabilité à l'élévation du niveau de la mer nécessite aussi l'utilisation de variables socio-économiques de la zone d'étude. (Gornitz et al, 1994).

Dans cette étude la méthode de Mclaughlin et Cooper (2010) a été utilisée pour l'évaluation de la vulnérabilité socio-économique de la baie de Chenoua. Les variables socio-économiques utilisées sont :

- Communauté de population (type d'habitat) ;
- Patrimoine culturel ;
- Réseau routier ;
- Occupation des sols ;
- Voie ferrée ;
- Désignation de conservation.

Et qui sont résumées dans le tableau **III.3** où elles ont été classées sur une échelle de 1 à 5 : la valeur 1 correspond à un risque très faible, et 5 au plus élevé.

Ces variables ont été choisies pour leurs facilités d'obtention des données et d'autres qui sont jugées pour être des composantes essentielles des zones côtières.

**Tableau III.3 :** Les six variables socio-économique utilisées pour la détermination de l'indice de vulnérabilité côtière. (Mclaughlin et Cooper, 2010)

Variables	Classes de l'indice côtier de vulnérabilité socio-économique				
	Très faible	Faible	Modéré	Élevé	Très élevé
	1	2	3	4	5
Communauté de population (type d'habitat)	Sans habitat	Village	Petite ville	Grande Ville	Centre urbain
Patrimoine culturel	Absent	-	-	-	Présent
Réseau routier	Absent	-	Route	-	Autoroute Route à deux chaussées
Occupation des sols	-Les plans d'eau -Espaces Verts -Roches dénudées	-Prairie naturel -zone côtière	Forêt	Activité agricole	Zone urbanistique, d'infrastructure, et industriel
Voie ferrée	Absent	-	-	-	présent
Désignation de conservation	Absent		International		National

Une fois que les six variables sont déterminés, selon Mclaughlin et al (2002) les valeurs obtenues sont additionnées ensemble. Le classement de l'indice de la vulnérabilité socio-économique est minimal pour une valeur de 6 et maximal pour une valeur de 30.

La formule suivante montre comment calcul-t-on l'indice de vulnérabilité côtière socio-économique pour chaque cellule :

$$CVI \text{ socio éco} = (a+b+c+d+e+f)$$

Avec :

- a : Population ;
- b: Patrimoine culturel ;
- c: Route ;
- d: Voie ferrée ;
- e: Occupation du sol ;
- f: Désignation de conservation.

Quatre classes de CVI socio-économique sont déterminées, où on a attribué pour chaque classe une couleur selon le degré de risque comme on peut voir sur le tableau suivant :

**Tableau III.4** : Les différentes classes de la vulnérabilité côtière socio-économique.

Classe de vulnérabilité	Faible	Modéré	Élevé	Très élevé
Intervalle	[6 -12[	[12 - 18[	[18- 24[	[24-30 [

### 3.1.Communauté de population (type d'habitat)

La population est une variable qui n'est pas très commune dans les indices de vulnérabilité publiés. Certains auteurs (Hughes et Brundrit , 1992 in Niazi) considèrent qu'une zone avec une population élevée à une valeur économique importante d'où la nécessité de se concentrer sur la dynamique de la population et l'urbanisation croissante.

Les problèmes qui se posent dans l'utilisation de la population ou les données sur les habitats sont liés à la taille de l'unité utilisée (village, petite ville, agglomération urbaine) et à la densité de population qui peut varier avec le temps. Des erreurs potentielles peuvent alors se produire dans les calculs statistiques. (Niazi, 2007).

D'après Mclaughlin et al (2002), la variable de la population caractérise les habitats et les agglomérations.

### **3.2.Patrimoine culturel :**

Cette variable inclut les monuments historiques et les sites archéologiques ; ces derniers ne sont pas importants en terme économique mais le sont considérablement en termes sociaux et culturels. Ils font partie des ressources culturelles et sont irremplaçables. (Niazi, 2007)

Hopley (1992) a noté que bien que l'érosion côtière dans quelques régions soit inévitable en raison de la hausse du niveau de la mer, la protection est nécessaire pour certains sites à cause de la valeur d'investissement, celle historique de l'héritage culturel, ou à cause du manque d'alternatives. Cela fait ressortir l'importance de la vulnérabilité du patrimoine culturel dans la zone côtière. Bien qu'un site puisse être mieux conservé qu'un autre, cela ne veut pas dire qu'il est plus important. Vu la difficulté de donner une valeur à une ressource de l'héritage culturel, les sites sont alors classés soit dans la plus haute catégorie (5), ou bien pour une région sans site archéologique (1). (Niazi 2007)

### **3.3.Réseau routier et 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 des largeurs définies et les coûts de protection, en les remplaçant ou les déplaçant sont relativement simples à évaluer. (NIAZI, 2007). A une échelle régionale, McLaughlin et Cooper (2010), considèrent que la présence des routes (en incluant toutes les classes de routes, y compris les routes secondaires) ou une voie ferrée rend le littoral très vulnérable, et leur absence rend le littoral à très faible vulnérabilité. Dans notre étude on a utilisé les images satellitaires de Google Earth Pro afin d'identifier la présence ou l'absence des réseaux routiers et des voies ferrées.

### **3.4.Occupation des sols :**

La protection d'une région jugée vulnérable sera prise en considération seulement si la région est suffisamment importante en termes économique, culturel ou environnemental, pour justifier sa protection. Par conséquent le type d'occupation du sol est significatif dans la détermination de la vulnérabilité. La valeur de la terre peut être définie selon différents critères, soit en terme monétaire, ou bien en termes esthétiques ou encore en valeur de conservation foncière. Mais étant donné la difficulté d'acquérir ces données. (Niazi 2007) 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.

Dans notre étude on a utilisé les images satellitaires de Google Earth Pro afin de définir le type d'occupation du sol.

### 3.5.Désignation de conservation

La désignation identifie une région d'importance internationale ou nationale, où les efforts de conservation et de développement durable sont déployés. Il s'agit des aires délimitées, protégées et gérées en fonction d'objectifs de conservation. La classification de ces aires désignées est représentée sur le tableau suivant :

**Tableau III.5 :** Classes pour les désignations de la conservation utilisées dans l'indice de vulnérabilité socio-économique. (Niazi,2007)

	Internationale	Nationale
Désignation de conservation	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Site RAMSAR</li> <li>-Protection d'une zone spéciale</li> <li>-Conservation d'une zone spéciale</li> <li>-Site à patrimoine mondial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Régions d'Intérêt Scientifique</li> <li>-Régions d'une beauté naturelle remarquable</li> <li>-Réserves nationales de la Nature</li> <li>-Régions sensibles écologiquement</li> </ul>

A l'aide de ce tableau et le tableau 3 des sites culturels classé (voir Annexe 5) nous avons pu désigner la conservation pour chaque partie de notre baie.

Après l'étude de ces paramètres, les résultats obtenus et leurs interprétations sont exposés dans le chapitre qui suit.

# **CHAPITRE IV : RÉSULTATS ET DISCUSSION**

### Partie 01 : Évolution de l'urbanisation

L'urbanisation dans la baie de Chenoua a beaucoup évolué dans la bande des 800m pendant la période allant de 1959 à 2016, les figures IV.1 et IV.2 illustrent cette évolution.

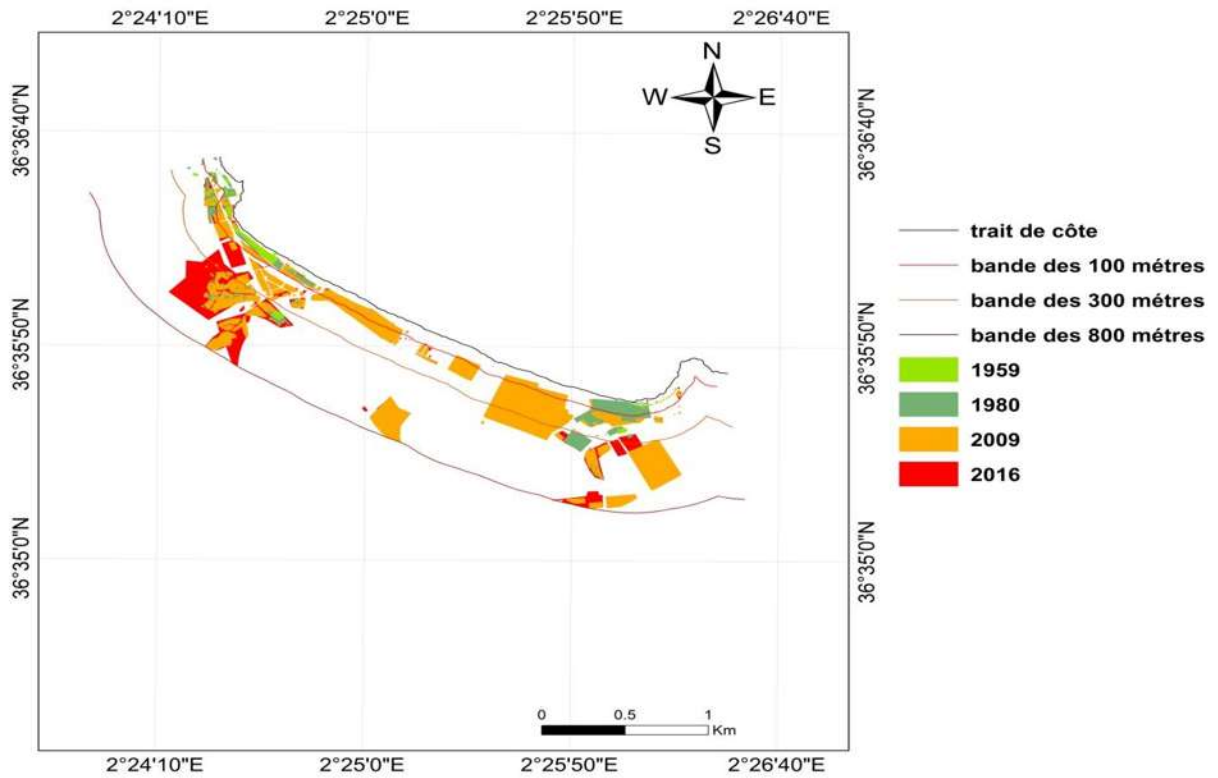


Figure IV.1 : Carte d'évolution de l'urbanisation dans la baie de Chenoua entre 1959 et 2016.

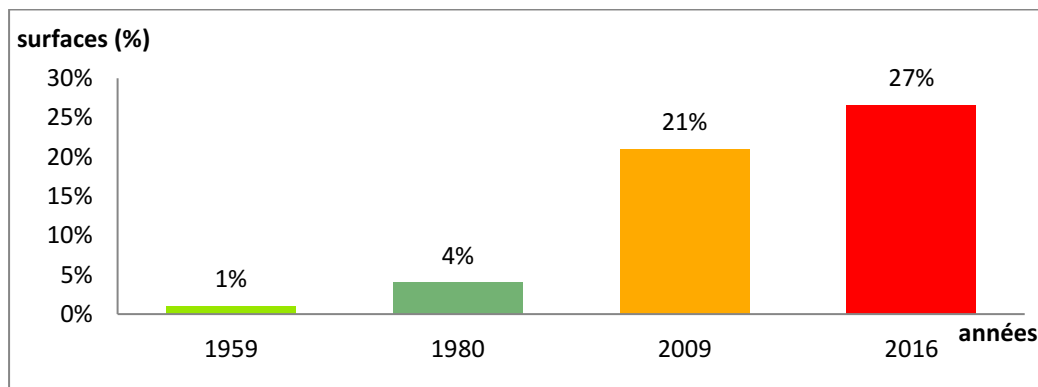


Figure IV.2 : Histogramme des surfaces urbanisées dans la baie de Chenoua entre 1959 et 2016.

L'évolution de l'urbanisation est passée par plusieurs étapes :

- **1959** : Vu que l'Algérie était en période de guerre ainsi que Tipaza n'était qu'une petite ville touristique, le taux d'urbanisation était faible estimé à 1% dont la plupart était des bungalows en bois.
- **1959-1980** : Cette période a été marquée par une stabilité (indépendance) ce qui a mené à une croissance démographique et un exode rural expliquant ainsi la légère augmentation du taux d'urbanisation avec un pourcentage de 3%.
- **1980-2009** : La croissance urbaine au niveau du territoire de la wilaya de Tipaza était modérée avant les années 80. Ce n'est qu'à partir de sa promotion au rang administratif de wilaya (1984) qu'une véritable amorce d'urbanisation s'est opérée; particulièrement au niveau de la ville de Tipaza. Une dynamique urbaine accrue, ressentie à travers d'importants programmes de logements et d'équipements publics lancés, engendre un éclatement du tissu urbain et générant ainsi un nouveau type d'occupation hétérogène sur la bande côtière de la wilaya, traduisant ainsi le taux élevé de l'évolution d'urbanisation qui est arrivé à 17%.
- **2009-2016** : La crise économique qui a marqué la fin de la période précédente ainsi que le relancement des projets mis en veilleuse et de nouveaux projets toujours en cours de réalisation, ont mené à un ralentissement d'urbanisation avec un taux d'évolution estimé à 6%.

➤ **Étude de conformité :**

**1. Bande des 100m :**

La loi 90-29 relative à l'aménagement et l'urbanisme interdit toutes constructions sur la bande des 100 m sauf celles nécessitant la proximité immédiate de l'eau. Ce qui n'est pas le cas pour la baie de Chenoua qui présente une surface urbanisée de 125.67 km<sup>2</sup> où :

- Nous retrouvons un hôtel en cours de construction à une distance équivalente à 50 mètres de la ligne de rivage représentés sur la figure **IV.3** ;



**Figure IV.3** : Distance entre l'hôtel en construction et la ligne de rivage.

- Le centre culturel de Chenoua se trouvait à 25 mètres de la ligne de rivage lors de sa construction en 2006. Par contre actuellement il est à moins de 16m de distance par rapport au rivage en période estivale et presque submergé par les vagues en période hivernale. Cela est illustré sur les figures **IV.4** et **IV.5** :



**Figure IV.4 :** Distance entre le centre culturel et la ligne du rivage.



**Figure IV.5:** Submersion du côté Ouest du centre par les vagues en période hivernale.

Notant que la construction de ce centre a nécessité une enveloppe financière d'un montant de 360 millions de dinars, alors que maintenant il est entrain de se dégrader.

## **2. Bande des 300m**

Selon la loi 02-02 relative à la protection et la valorisation du littoral, la bande des 300m est inconstructible pour des motifs liés au caractère sensible du milieu côtier. Cette bande inclut le rivage naturel dans lequel sont interdits la circulation et le stationnement des véhicules (sauf les véhicules de service, de sécurité, de secours, d'entretien ou de nettoyage des plages).

Ce qui n'est pas le cas pour notre zone d'étude dont la surface urbanisée est à 412.91 Km<sup>2</sup> où nous observons :

- Une forte occupation de la frange bordière surtout au niveau de la plage de Chenoua comme montre la figure **IV.6** ;



**Figure IV.6:** Urbanisation de la plage de Chenoua (Google Earth Pro).

- La circulation et le stationnement des véhicules sur cette bande et même sur celle des 100m.



**Figure IV.7 :** Stationnement des véhicules au niveau de la plage de Chenoua.

### **3. Bande des 800m**

Malgré que l'urbanisation sur cette bande ne soit pas interdite par la loi, la surface urbanisée qui est de 859.11 Km<sup>2</sup> reste à surveiller.

### **4. Bande de 3 Km**

La loi 02-02 interdit dans cette bande l'extension de deux agglomérations adjacentes situées sur le littoral à moins que la distance les séparant soit de cinq (5) kilomètres au moins.

D'après le tableau **IV.1**, nous remarquons que la loi n'a pas été respectée dans cette bande ou la distance d'extension des deux agglomérations adjacentes entre Tipaza et Chenoua est de 1.6 Km et entre Chenoua et El beldj est de 4.36 Km ce qui est inférieur à 5 Km.





**Figure IV.9:** Chenoua plage au passé.



**Figure IV.10 :** Chenoua plage actuellement.

## 5. Les dunes

L'article 17 de la loi 02-02 indique « qu'il est régi par voie réglementaire, toute occupation des parties naturelles bordant les plages et participant au maintien de leur dynamique et de leur équilibre sédimentaire, ainsi que celle des dunes bordières et des cordons sableux des parties hautes des plages non atteintes par les hautes mers. Les services compétents prennent toutes les mesures nécessaires pour réhabiliter et/ou pour préserver le haut des plages et les cordons sableux bordiers, notamment contre le piétinement ou toute autre forme de surfréquentation ou d'utilisation abusive. »

Dans notre baie ceci n'a pas été respecté puisque le cordon dunaire au niveau des plages sableuses a été urbanisé ce qui a mené à sa disparition, comme on peut remarquer dans les photos des figures **IV.11** et **IV.12**. Par conséquent la côte devient privée d'une appréciable source de matériaux.



**Figure IV.11 :** Photo aérienne de 1959 montrant le cordon dunaire existant dans la baie de Chenoua.



**Figure IV. 12 :** Images satellitaire des années 2006 et 2016 montrant l’occupation des dunes et la disparition de ces derniers. (Google earth Pro)

D’après les diverses études portant sur le littoral à travers le monde, le seuil d’occupation humaine de l’ordre de 30% du littoral par rapport au pays, était à considérer comme niveau d’alerte du fait des valeurs patrimoniales écologiquement sensibles que recèlent les espaces côtiers.

**Tableau IV.2 :** L’occupation dans les trois bandes de la loi 90-29 de la baie de Chenoua.

	Surface bande (S.B) en Km <sup>2</sup>	Surface urbanisé (S.U) en Km <sup>2</sup>	S.U/S.B en %
Bande 100m	367.61	125.67	34.19%
Bande 300m	1125.69	412.91	36.68%
Bande 800m	3230.66	859.11	26.60%

Les rapports entre les surfaces urbanisées et les surfaces des trois bandes de la loi 90-29 sont représentés sur le tableau IV.2, où nous remarquons que l’urbanisation a dépassé le seuil de 30%(bandes 100m et 300m), rendant notre baie en état d’alerte.

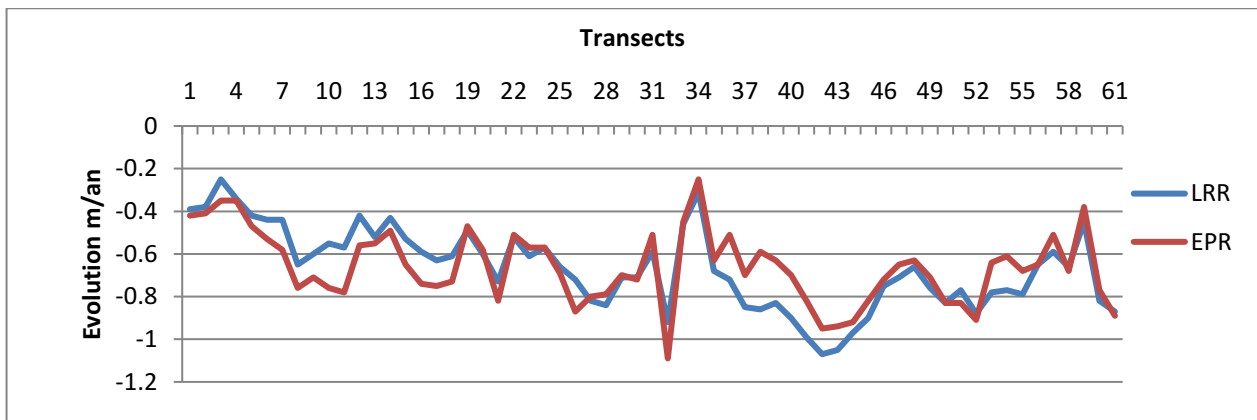
## Partie 02 : Évolution du trait de côte

La mobilité du littoral implique un déplacement du trait de côte dans l'espace et au même temps, un changement de sa forme. (Regnauld, 1999 in Berkennou et Sellaye,2012), ce déplacement peut être remarqué dans la figure suivante :



**Figure IV.13:** Comparaison entre les traits de côte de 1959 et 2017 dans la baie de Chenoua.

Les valeurs de la variation de la ligne de rivage du littoral de la baie de Chenoua sont représentées sur la **Figure IV.14**. Elle illustre l'évolution moyenne du trait de côte de la baie pour la période (1959 -2016).



**Figure IV.14:** Évolution du littoral de la baie de Chenoua entre 1959 et 2016 en fonction des variations des paramètres d'évolution de trait de côte (LRR et EPR).

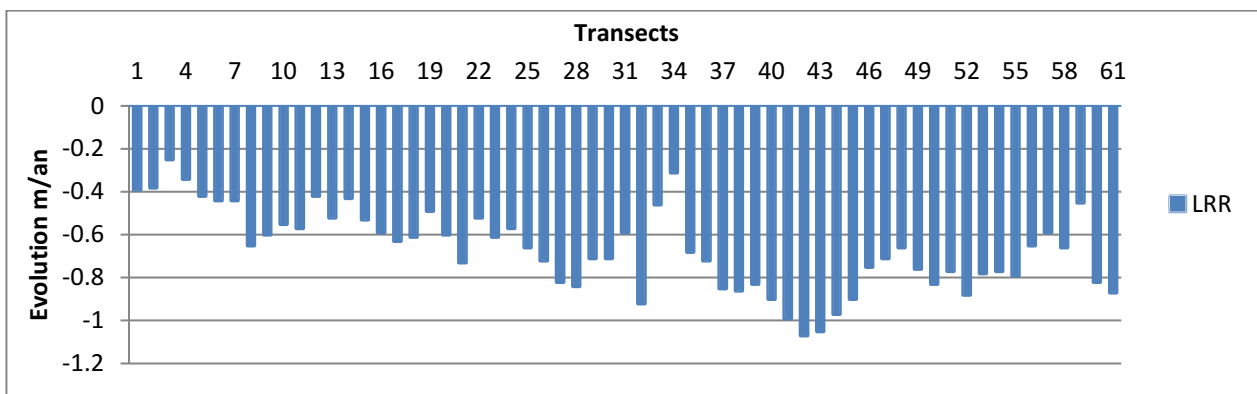
L'analyse du diagramme EPR/LRR en fonction des transects montre que les variations des vitesses évolutives d'érosion évoluent dans le même sens, parfois elle indique même des vitesses identiques, comme le cas des transects 19 et 22.

Selon les résultats obtenus dans l'étude de l'évolution du trait de côte (Annexe 6) une échelle a été créée sur laquelle nous avons classé les variables d'érosion, de stabilité et d'accumulation comme le montre le tableau **IV.3**

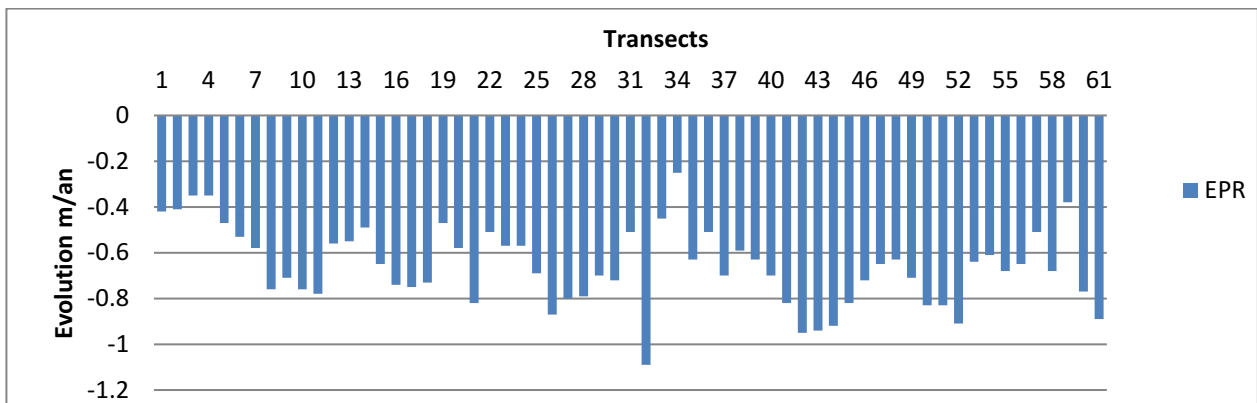
**Tableau IV.3** : Classement des paramètres d'évolution du trait de côte.

Érosion forte	Érosion moyenne	Stabilité	Accumulation moyenne	Accumulation forte
$\geq 2$	$]2 - 0.5]$	$]0.5 - -0.5]$	$] -0.5 - -2[$	$-2 \geq$

**1. Analyse de l'EPR et LRR entre 1959 et 2016 :**



**Figure IV.15:** Évolution du littoral de la baie de Chenoua entre 1959 et 2016 en fonction de LRR.

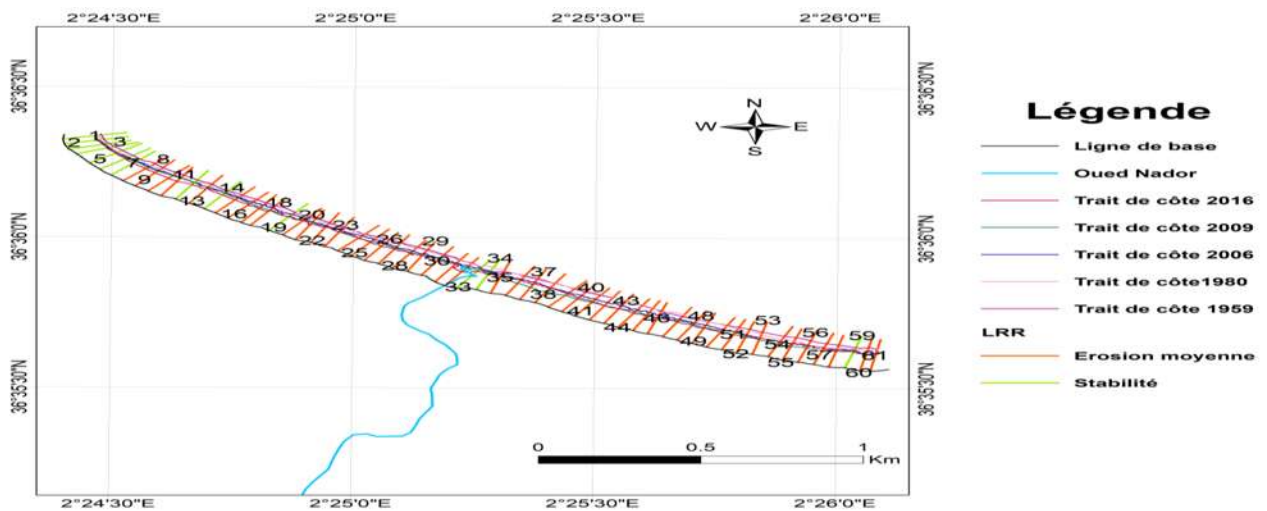


**Figure IV.16:** Évolution du littoral de la baie de Chenoua entre 1959 et 2016 en fonction d'EPR.

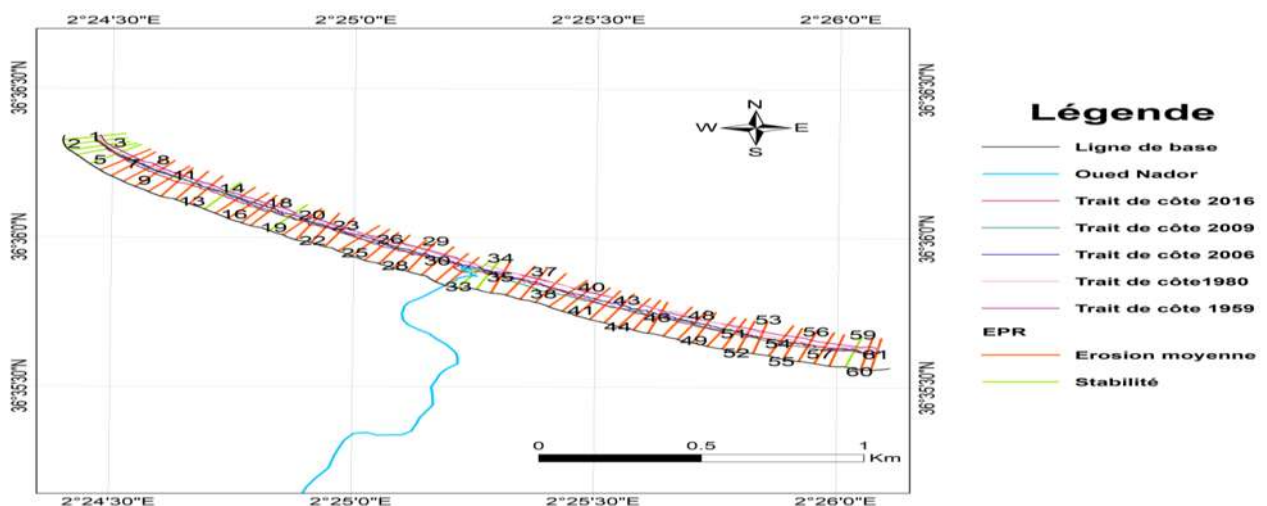
Les figures **IV.15** et **IV.16** illustrent l'érosion que la baie de Chenoua a subi entre la période de 1959 à 2016, avec des valeurs de vitesse en fonction de LRR qui varient entre -0.25 et -1.07m/an et des valeurs similaires d'EPR qui varient entre -0.25 et -1.09m/an.

Selon le classement, ces valeurs montrent une érosion soit faible (stabilité) soit moyenne, comme on peut voir sur les figures IV.17 et IV.18, où nous remarquons que les transects de 1 à 7 situés à l’Ouest de Chenoua plage montrent une stabilité du trait de côte cela est probablement dû au fait que cette zone est légèrement protégée par les falaises situées à l’ouest et d’autres transects aussi illustrent cette stabilité comme les transects 33 et 34 cela pourrait être causé par les apports d’oued Nador qui alimente cette partie.

La grande partie de la plage sableuse de la baie de Chenoua montre une érosion moyenne causée par les houles qui touchent ces zones.



**Figure IV.17:** Carte d’évolution du trait de côte de la baie de Chenoua en fonction de LRR entre 1959 et 2016.

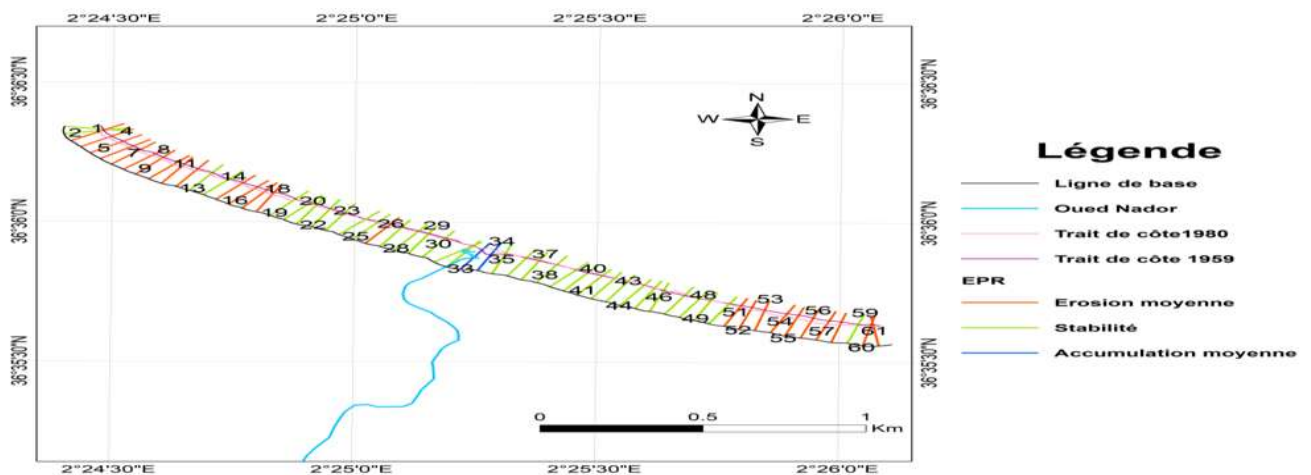


**Figure IV.18:** Carte d’évolution du trait de côte de la baie de Chenoua en fonction d’EPR entre 1959 et 2016.

Afin de mieux connaître et comprendre la dynamique côtière dans la baie de Chenoua, une étude d'évolution du trait de côte a été faite en fonction d'EPR entre les années 1959-1980, 1980-2006, 2006-2009 et 2009-2016 (vu que chaque carte contient que deux trait de côte, l'analyse LRR n'a pas pu se faire).

## 2. Analyse d'EPR entre 1959 et 1980

La figure IV.19 montre une stabilité sur la grande partie de la plage et surtout sur la partie centrale allant de la plage Touring jusqu'au CRF avec des vitesses d'évolution variées entre -0.49 à 0.47m/an, cela est peut être causé par la présence des dunes. Tandis qu'une accumulation moyenne est remarquée au niveau des transects 33 et 34 ayant respectivement les vitesses 0.54 et 1.42m/an, qui est dû aux apports sédimentaires de l'oued Nador. Au niveau de Matares et Chenoua on remarque la présence d'une érosion moyenne avec des valeurs allant de -0.52 jusqu'au -1.24m/an, qui est peut-être dû aux courants des houles ainsi que les courants de la dérive littorale qui mettent les sédiments en mouvement.

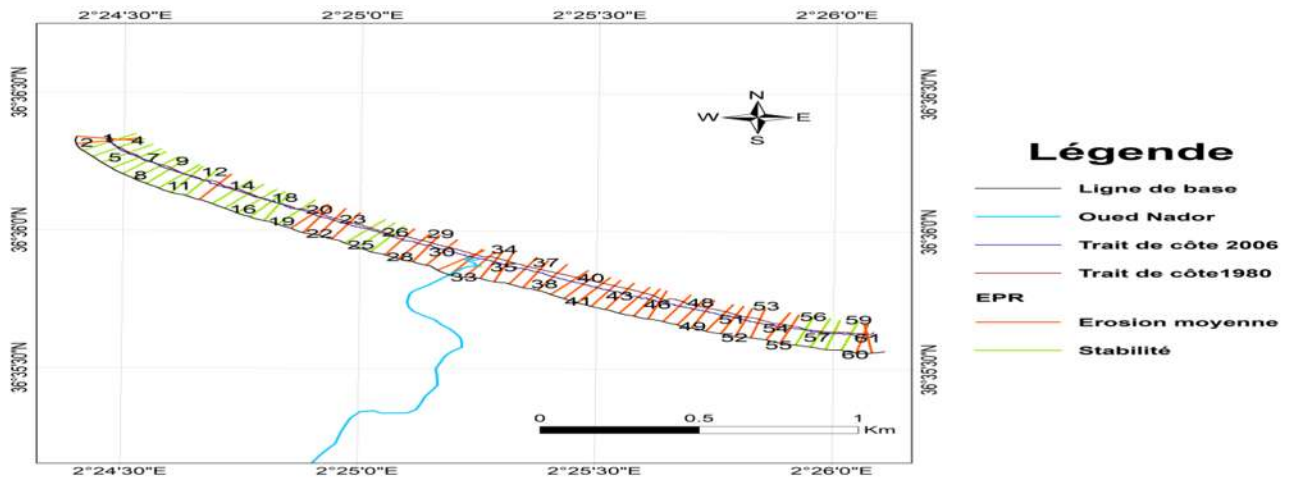


**Figure IV.19:** Carte d'évolution du trait de côte de la baie de Chenoua en fonction d'EPR entre 1959 et 1980.

## 3. Analyse d'EPR entre 1980 et 2006

La figure IV.20 montre la vitesse d'évolution du trait de côte de la baie de Chenoua en fonction d'EPR entre l'année 1980 et 2006, sur laquelle on remarque l'existence de deux tendances d'évolution du trait de côte ; la première s'agit d'une érosion moyenne avec des vitesses qui varient entre -1.46 et -0.51m/an, qui se trouve aux alentours d'oued Nador en allant vers Matares à l'exception des quatre transects de 56 à 59, cette érosion est peut-être dû à la forte densité d'urbanisation et constructions proches de la ligne de rivage qui a pratiquement explosé pendant cette période de 26 ans ainsi qu'au présence du oued qui cause parfois l'érosion au lieu d'accumulation.

La deuxième tendance s'agit d'une faible érosion qui marque une stabilité du trait de côte avec des valeurs allant de 0 à -0.43m/an et se situe surtout sur la partie Ouest de l'oued à l'exception de quelques transects (1, 2, 13,20-23) cela est peut être causé par les courants de la dérive qui ont redistribué les sédiments.



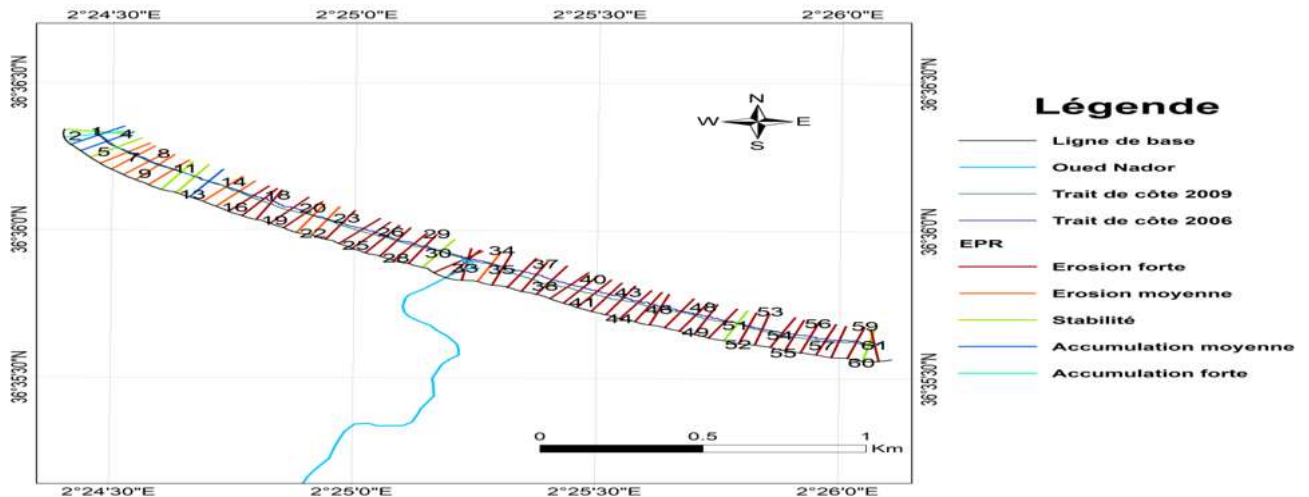
**Figure IV.20:** Carte d'évolution du trait de côte de la baie de Chenoua en fonction d'EPR entre 1980 et 2006.

#### 4. Analyse d'EPR entre 2006 et 2009

Pour cette période de trois ans allant de 2006 à 2009, l'étude des vitesses d'évolution du trait de côte montre la dominance du recul du trait de côte comme on peut voir sur la figure **IV.21**, avec des vitesses d'érosion élevées allant de -2 à -10m/an ainsi que des vitesses d'érosion moyenne ayant des valeurs de -0.59 à -1.97m/an, cette érosion est présente sur toute la partie Est de oued Nador à l'exception des deux transects 51 et 60 qui montrent une stabilité, ainsi qu'à l'Ouest du oued à l'exception de 9 transects qui montre soit une stabilité soit une accumulation.

Cette érosion présente sur 50 transects est probablement dû à la disparition du cordon dunaire situé à l'arrière plage causé par l'urbanisation ainsi qu'à l'extraction massive de sables et de coquilles au niveau des plages et en amont de l'oued (pour les constructions par exemple) jusqu'à l'épuisement du stock d'échange sédimentaire entre la plage aérienne et la plage sous marine.

Les vitesses d'accumulation varient entre 0.15 et 2.07m/an sont présentes sur la partie Ouest de la plage sableuse ainsi que les vitesses de stabilité sont peut être causé par la dérive littorale.

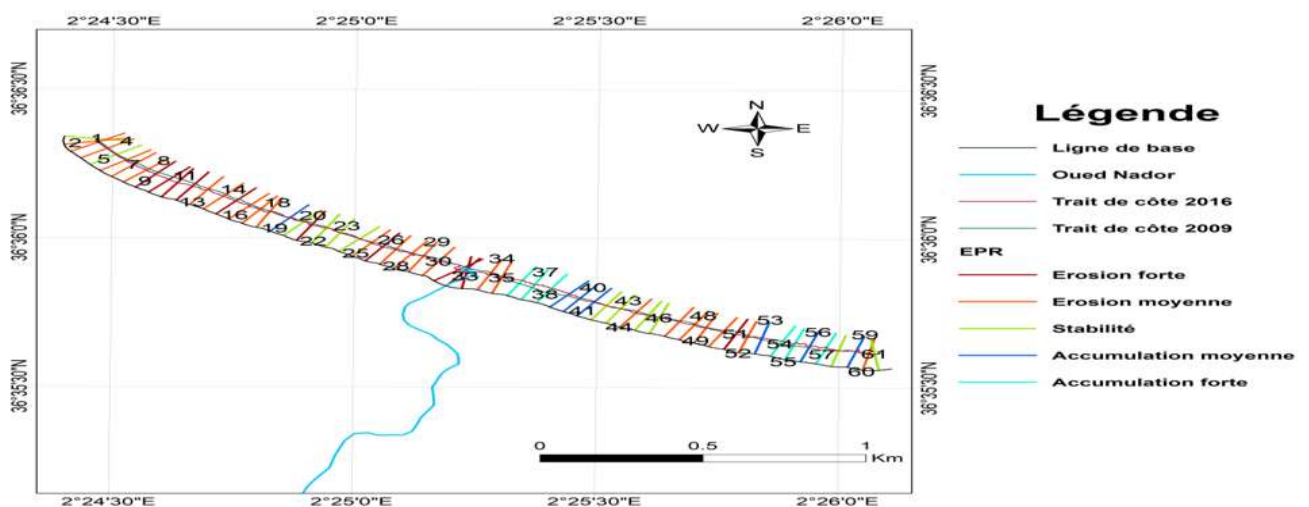


**Figure IV.21:** Carte d'évolution du trait de côte de la baie de Chenoua en fonction d'EPR entre 2006 et 2009.

### 5. Analyse d'EPR entre 2009 et 2016

Cette période de sept ans indique les trois tendances d'évolution du trait de côte dans la baie de Chenoua comme on peut remarquer sur la figure IV.22, où les valeurs d'érosion sont comprises entre -0.14 et -4.61m/an et décrit soit une érosion faible (stabilité) soit moyenne ou encore une érosion forte. Ces zones sont situées surtout à Chenoua plage aux alentours d'oued Nador ainsi qu'au niveau du CRF, à la forte urbanisation de ces zones ainsi que les courants de houles.

Les valeurs d'accumulation varient entre 0.04 et 3.72m/an indiquant ainsi une stabilité, une accumulation moyenne ou encore une accumulation forte situant sur Matares et quelques transects à l'Est d'oued Nador, cette accumulation peut être expliquée par les apports d'oued Nador ainsi que leurs distributions par les courants de la dérive littorale.



**Figure IV.22 :** Carte d'évolution du trait de côte de la baie de Chenoua en fonction d'EPR entre 2009 et 2016.

### Partie 03 : Indice de vulnérabilité côtière

Dans cette partie nous allons aborder les résultats de l'étude du CVI physique et CVI socio-économique ainsi que leurs interprétations.

Nous tenons à marquer que parfois deux cellules parallèles auront une couleur différentes et cela explique que chaque cellule a une information à nous fournir

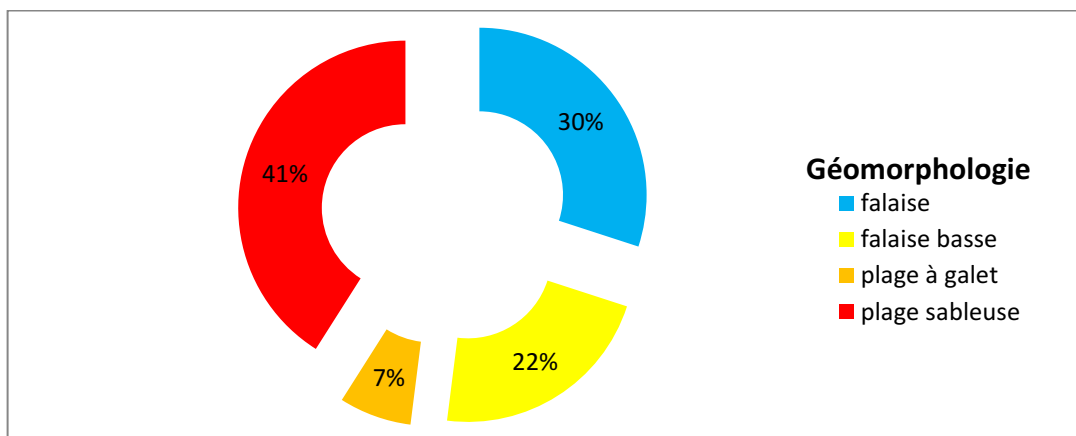
#### a- CVI physique

Toutes les valeurs et les scores du CVI physique obtenues ainsi que ses variables se trouvent en Annexe 7.

##### 1. La géomorphologie de la côte

La géomorphologie, comme une variable non-numérique (descriptive), traduit la réponse relative des différents types de reliefs côtiers à l'élévation du niveau de la mer. Elle est classifiée qualitativement suivant la résistance relative des reliefs côtiers et des roches à l'érosion marine. Dans cette étude, cet indice a été déterminé à partir de la description géomorphologique et géologique du chapitre II.

Le littoral de la baie de Chenoua présente plusieurs variations morphologiques, entre côtes rocheuses, falaises hautes et basses, plages sableuses et plages à galets. Les formations lithologiques rencontrées varient en fonction de leur érodabilité de sédiments non cohésifs à des roches dures. Les figures **IV.23** et **IV.24** montrent la vulnérabilité géomorphologique de la baie.



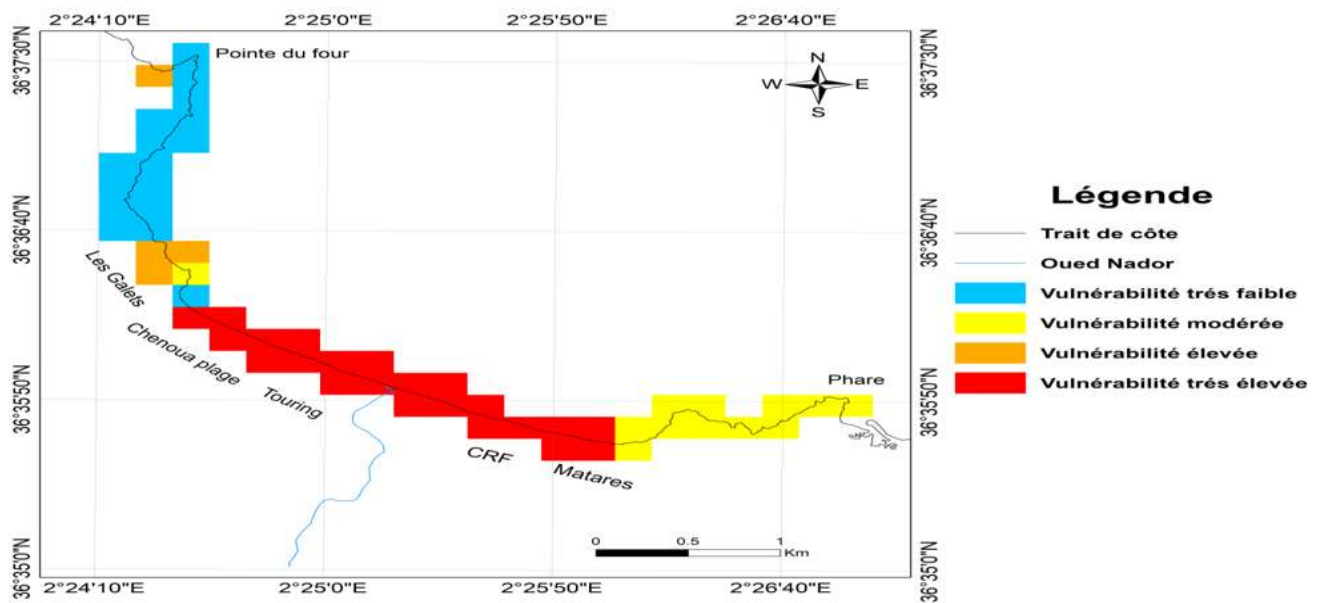
**Figure IV.23:** Pourcentages de vulnérabilité côtière selon la géomorphologie dans la baie de Chenoua.

Les principales unités morphologies de la côte étudiée présentent une vulnérabilité de très faible à très élevée. Le secteur côtier présentant une vulnérabilité très élevée avec un pourcentage de 41 % est formé essentiellement par des plages sableuses.

Les secteurs à vulnérabilité très faible représentent 30 % de la côte et correspondent aux hautes falaises et les côtes rocheuses formées de calcaires d'âge jurassique et de poudingues et grès pléistocènes. Ces secteurs se rencontrent surtout au niveau du mont Chenoua.

Les zones à vulnérabilité modérée sont formées par les falaises basses en grés, elles représentent 22 % de linéaire côtier. Ces zones se rencontrent principalement sur la partie Est de la baie de Matares jusqu'au phare du port de Tipaza.

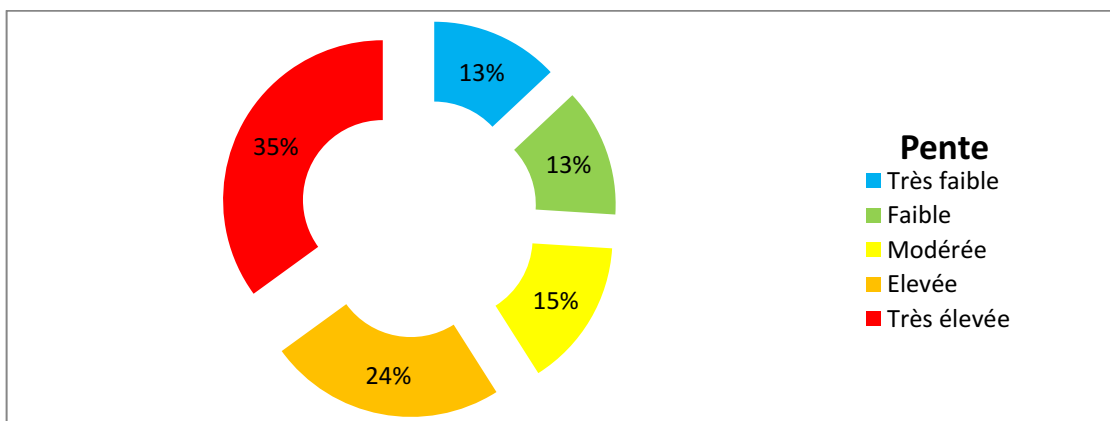
Les secteurs à vulnérabilité élevée représentent 04 % du littoral étudié. Ces secteurs se caractérisent par des plages à galets.



**Figure IV.24:** Carte de vulnérabilité côtière selon la géomorphologie dans la baie de Chenoua.

## 2. La pente côtière

Les figures IV.25 et IV.26 montrent la vulnérabilité côtière selon la pente dans notre baie.



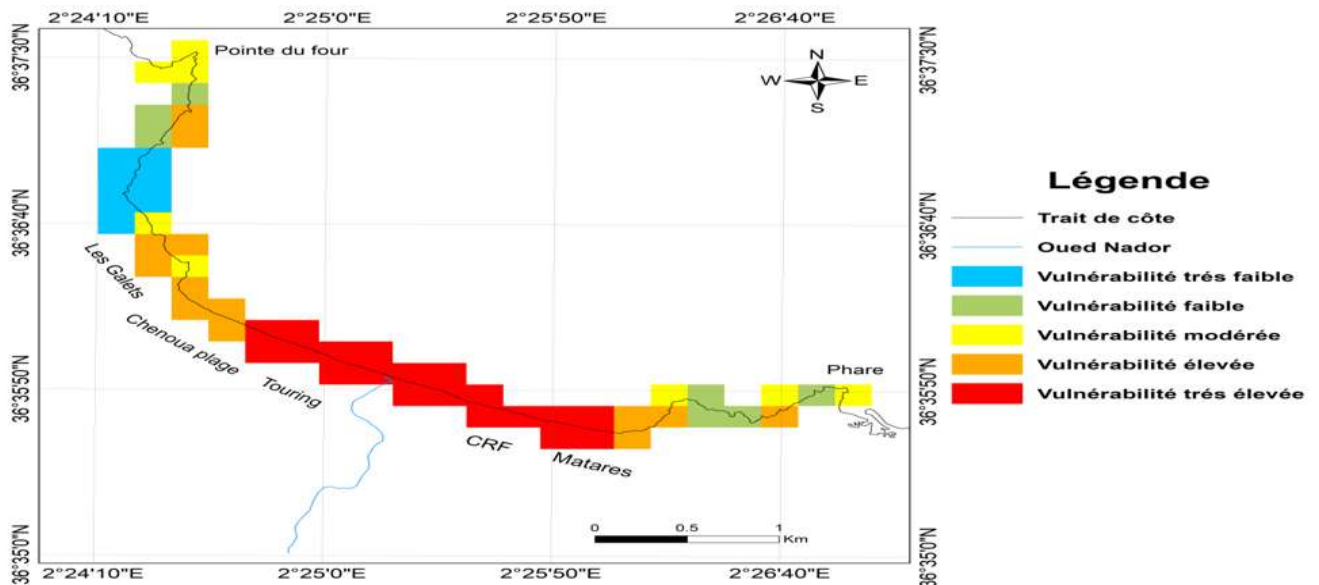
**Figure IV.25:** Pourcentages de vulnérabilité côtière selon la pente dans la baie de Chenoua.

D'après les figures, les valeurs de la pente de la baie, varient entre 0.2% et 28%. D'après (Thieler et Hammar-Klose, 2000), la vulnérabilité se classifie en cinq catégories : très faible, faible, modérée, élevée, très élevée.

Les secteurs avec des pentes faibles inférieures à 2.2% sont caractérisés par une vulnérabilité très élevée. Ces secteurs représentent 35 % de la longueur totale de la côte et correspondent principalement à des plages sableuses : Touring, CRF, Matares.

Cependant, les secteurs avec des pentes fortes supérieures à 3.5% représentent 41% de linéaire côtier de la baie et correspondent aux falaises (hautes et basses) ainsi que les côtes rocheuses et couvrent les parties Est et Ouest de la baie. Ce sont des secteurs ayant une vulnérabilité modérée à très élevée.

Les zones à vulnérabilité élevée représentent 24% du secteur d'étude. Dans ces localités la pente générale de la côte varie entre 2.2% et 3.5%. Ces zones se constituent par des plages sableuses (Chenoua plage), plages à galets (les Galets) et quelques basses falaises.



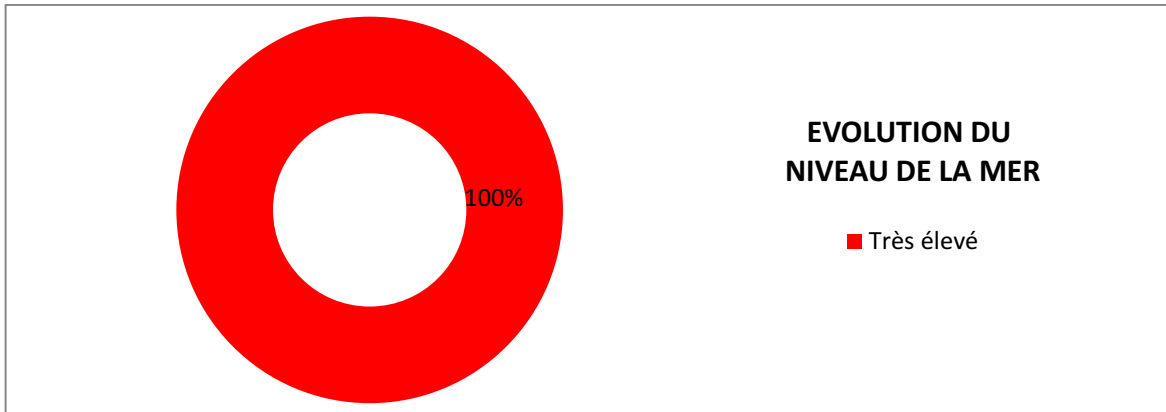
**Figure IV. 26 :** Carte de vulnérabilité côtière selon à la pente côtière dans la baie de Chenoua.

### 3. Changement relatif du niveau de la mer

Pour 2100, selon le RCP 8.5 (Representative Concentration Pathway), l'élévation du niveau des mers est comprise entre 0,52 et 0,98 m, avec un rythme moyen de 8 à 15 mm/an (degré de confiance moyen). Ces intervalles proviennent des projections climatiques CMIP5 combinées à des modèles basés sur les processus ainsi que de l'évaluation des publications scientifiques

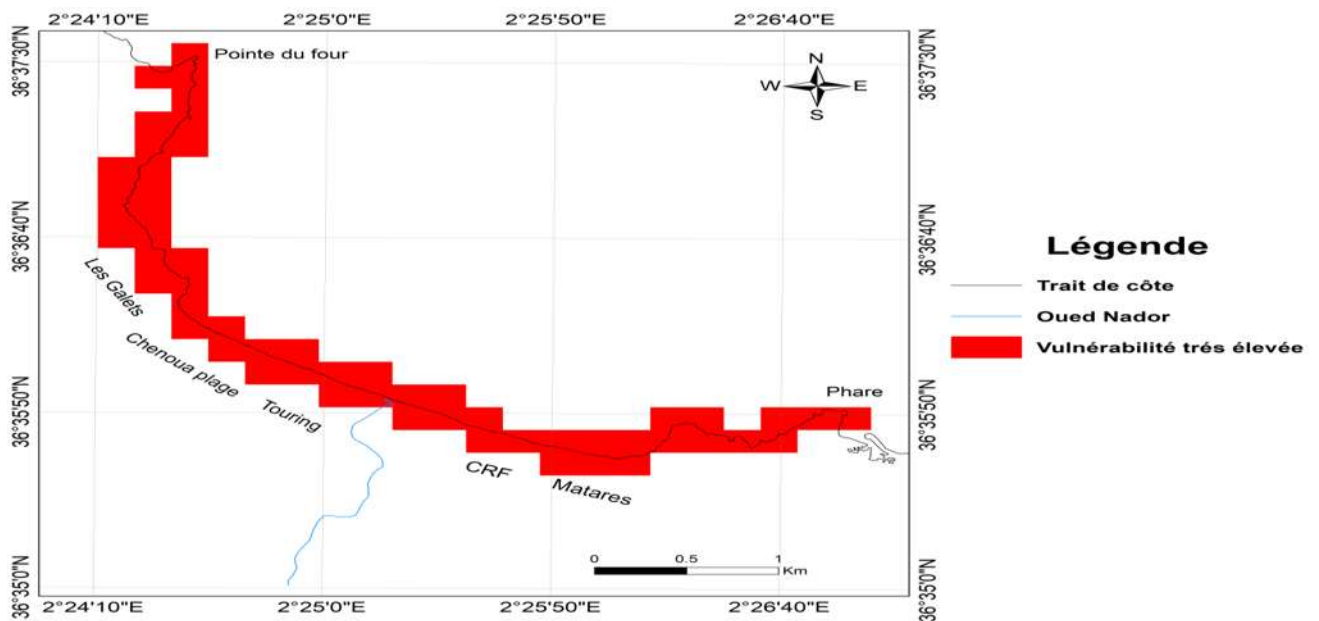
portant sur la contribution des glaciers et des calottes glaciaires (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2013 in LEM,2016).

Pour le littoral de la baie de Chenoua, 15 mm/an a été utilisé comme valeur d'évolution moyenne de niveau de la mer, afin d'avoir une projection de la vulnérabilité sur plusieurs années à venir.



**Figure IV.27:** Pourcentages de vulnérabilité côtière selon l'élévation du niveau de la mer dans la baie de Chenoua.

On obtient ainsi une vulnérabilité très élevée tout au long de la baie (voir figure IV.27 et IV.28)



**Figure IV.28:** Carte de vulnérabilité côtière selon l'élévation du niveau de la mer dans la baie de Chenoua.

#### 4. L'évolution du trait de côte

Les résultats de la variation de la ligne de rivage en fonction du LRR de la baie de Chenoua, qui sont issues de la partie précédente de ce chapitre sur l'évolution du trait de côte, montrent que dans une période supérieure à 50 ans allant de 1959 à 2016, le littoral de la zone d'étude présente une tendance de stabilité sur tout le linéaire côtier avec des valeurs de recul allant de -0.25 à -1.07m/an et ayant une vulnérabilité modérée d'après Thieler et Hammar-Klose (2000). Comme on peut remarquer sur les figures IV.29 et IV.30.

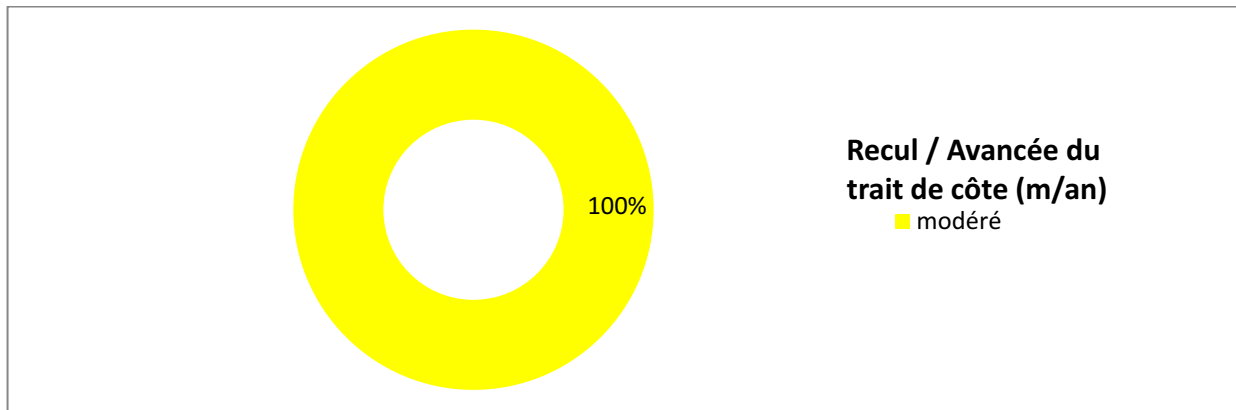


Figure IV.29: Pourcentages de vulnérabilité côtière selon l'évolution du trait de côte dans la baie de Chenoua.

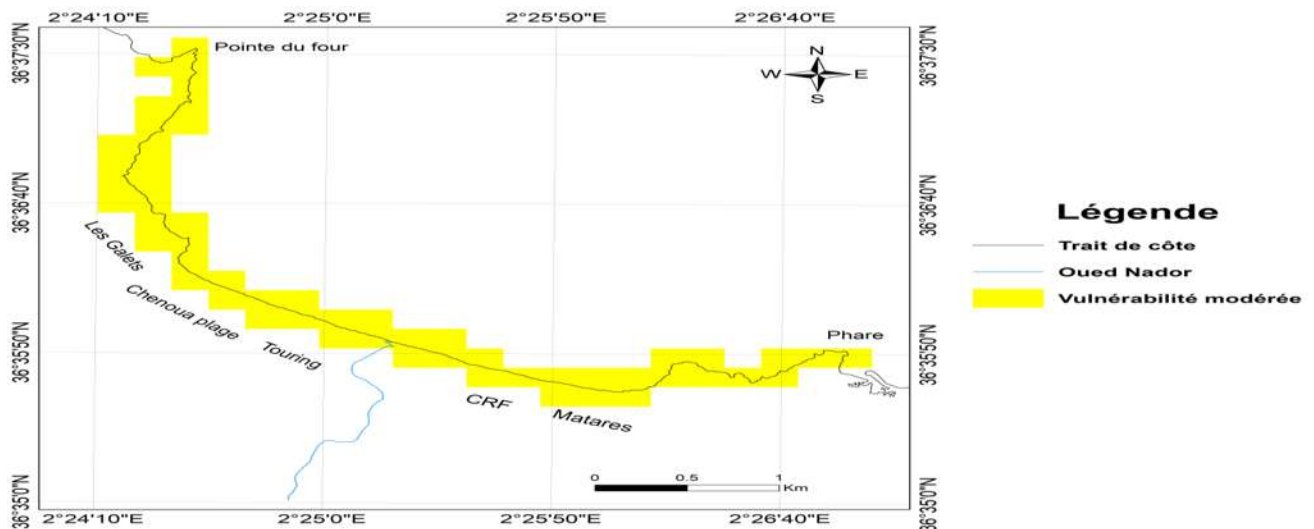
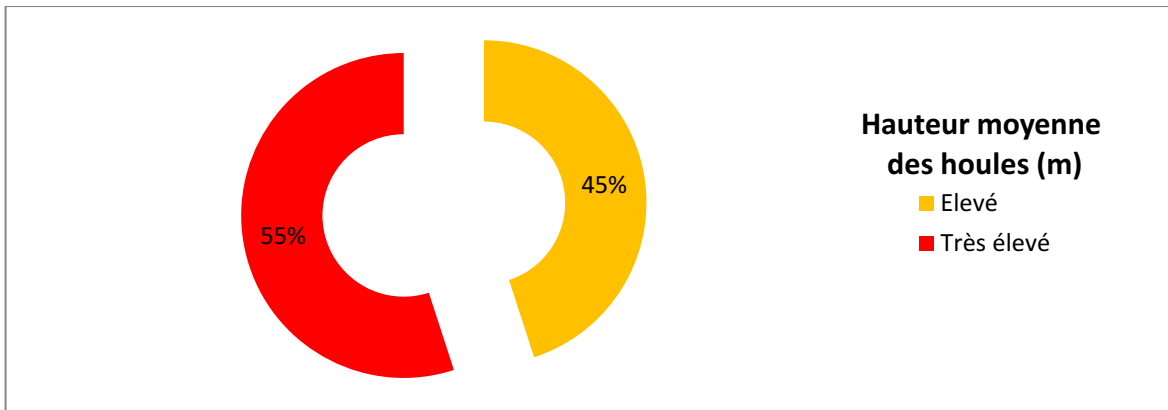


Figure IV.30: Carte de la vulnérabilité côtière selon l'évolution du trait de côte dans la baie de Chenoua.

#### 5. L'amplitude moyenne de la houle (Hs)

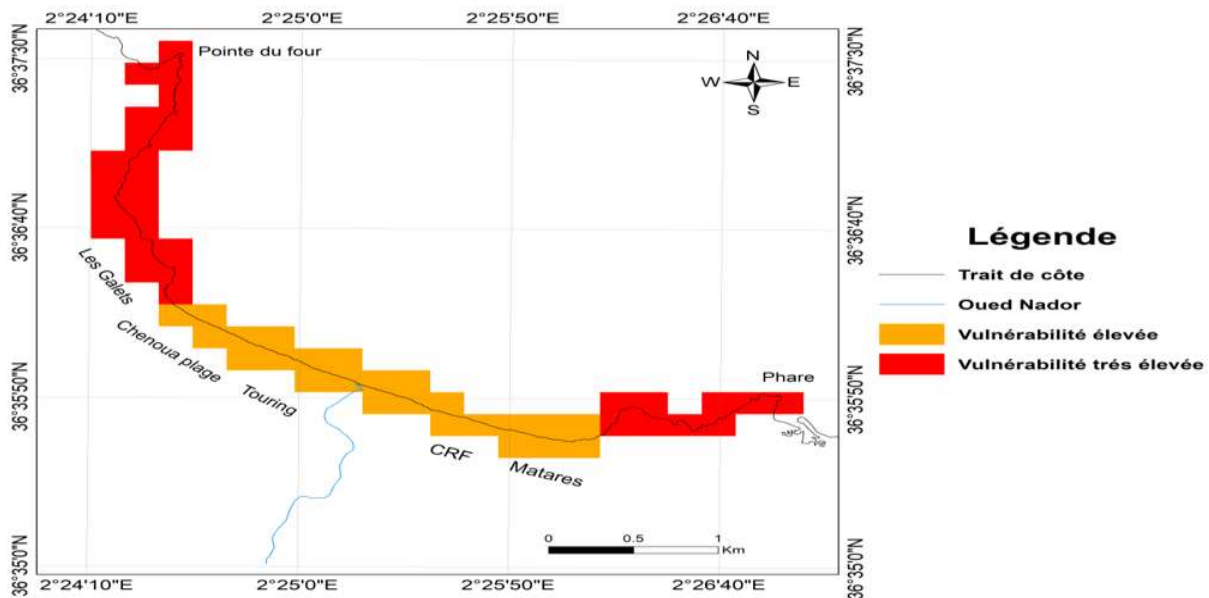
Les valeurs de la hauteur moyenne des houles sur notre côte varient entre 1.22 et 1,28 m donc deux classes de vulnérabilité caractérisent notre secteur d'étude, comme le montre les figures IV.31 et IV.32.



**Figure IV.31 :** Pourcentages de vulnérabilité côtière selon la hauteur de la houle dans la baie de Chenoua.

Les secteurs à vulnérabilité très élevée représentent 55 % de la longueur totale de la côte et se localisent sur les parties Est et Ouest de la baie où se trouvent les falaises et les côtes rocheuses.

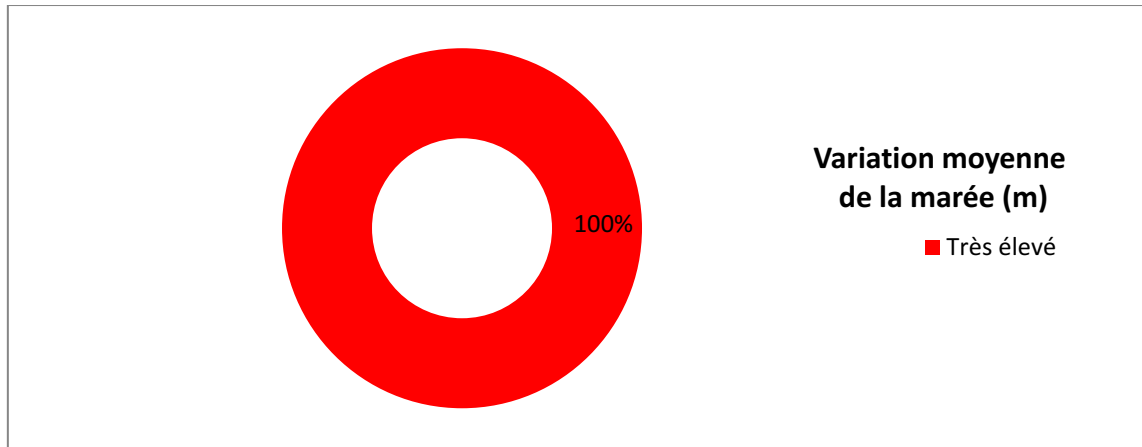
Le centre de la baie (plages : Matares, CRF, Touring, Chenoua et les Galets) montre une vulnérabilité élevée. Ces zones représentent 45% de la longueur du littoral de la baie avec une valeur moyenne de la houle estimée à 1.22 m.



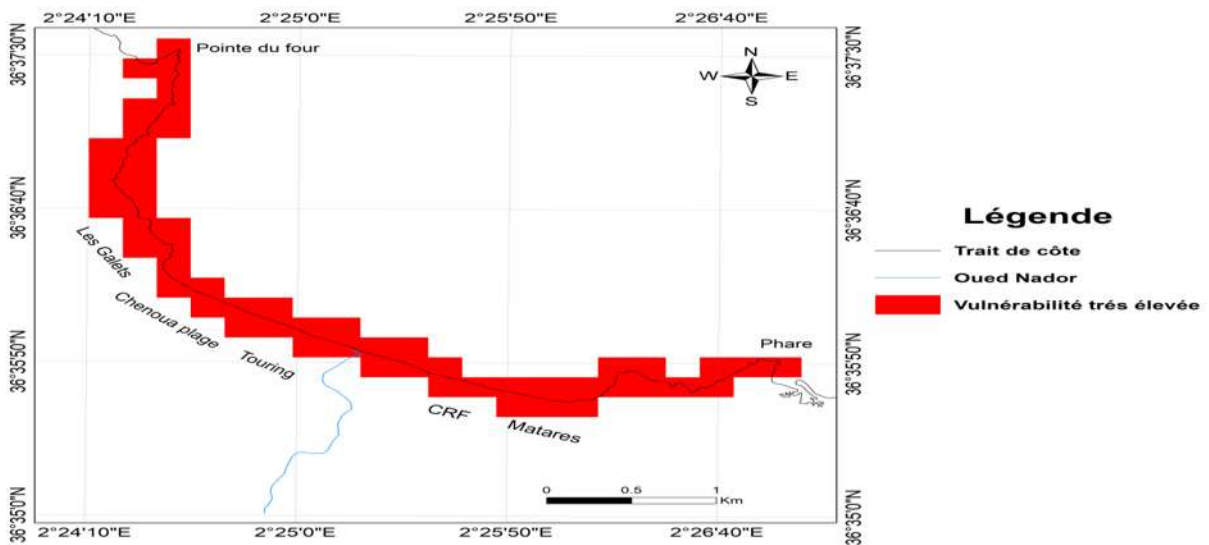
**Figure IV.32 :** Carte de vulnérabilité côtière selon la hauteur des vagues au niveau de la côte de la baie de Chenoua.

## 6. La gamme moyenne de la marée

La valeur moyenne de la marée est de  $\pm 0.40$  m, donc cette marée est de type microtidale, elle rend le littoral de la baie à risque (vulnérabilité très élevée) comme le montre les figures IV.33 et IV.34



**Figure IV.33 :** Pourcentages de vulnérabilité côtière selon la variation de la marée dans la baie de Chenoua.



**Figure IV.34 :** Carte de vulnérabilité côtière selon le marnage dans la baie de Chenoua.

## 7. CVI physique

La combinaison de toutes ces variables nous a permis de déterminer l'indice de la vulnérabilité côtière selon la formule de Thieler et Hammar-Klose (2000)

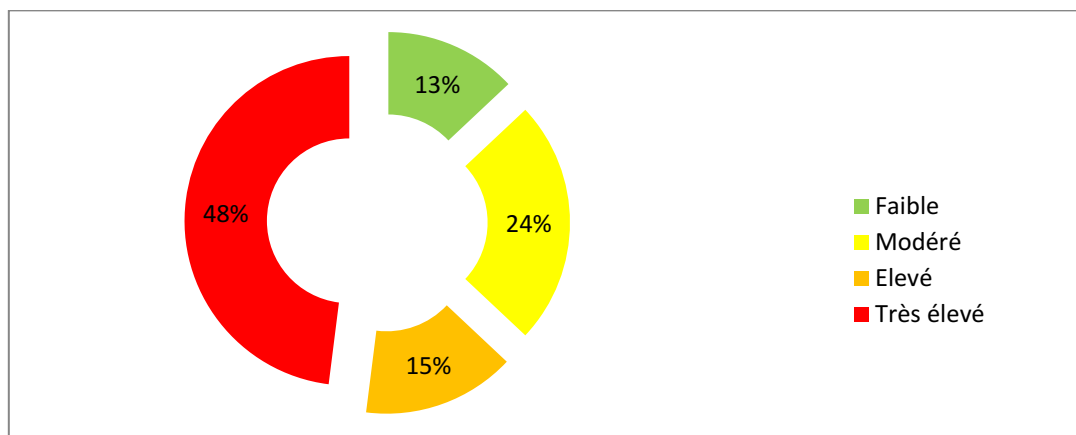
Cet indice révèle alors une vue d'ensemble sur les régions où il serait possible que les changements physiques relatifs à une érosion côtière et aux inondations se produisent suite à la future montée du niveau de la mer. Ainsi les valeurs du CVI obtenues varient entre 7.9 et 35.35 avec une valeur moyenne de 24.85.

Ainsi après l'étude de nos variables, Quatre classes de vulnérabilité côtière physique sont déterminées le long de la côte étudiée, elles sont montrées dans le tableau suivant :

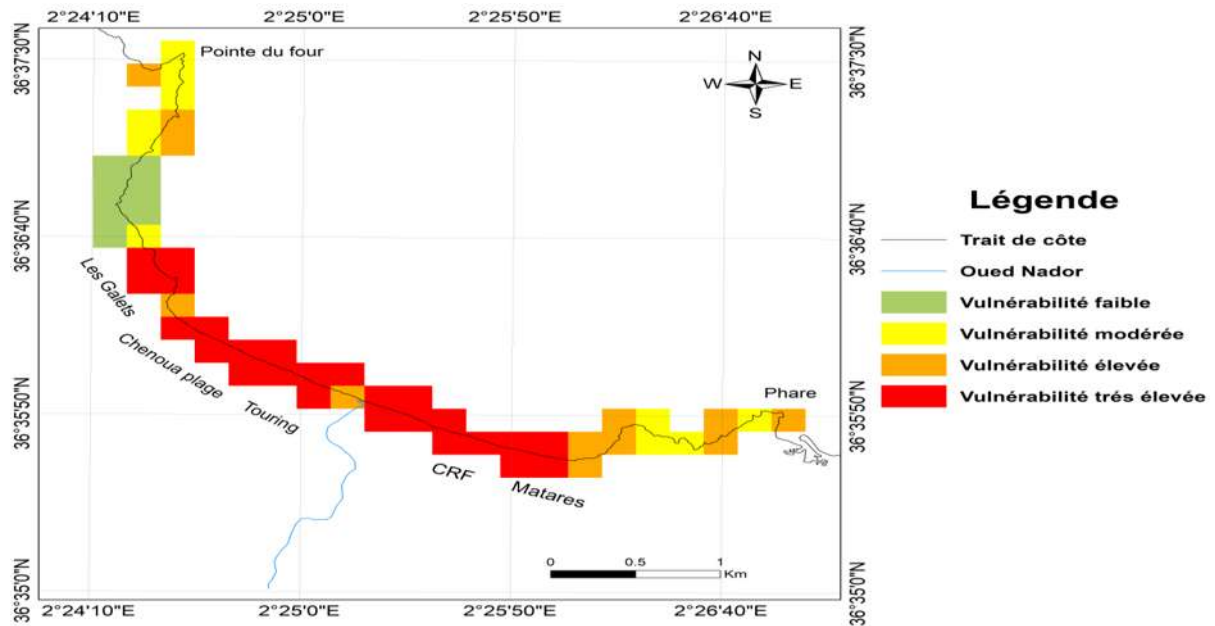
**Tableau IV.4** : Classes de vulnérabilité selon les valeurs de CVI physique.

	Faible	Modéré	Élevé	Très élevé
CVI physique	>10	10 - 20	20- 30	30 <

Les résultats sont représentés sur les figures **IV.35** et **IV.36** ainsi que la figure **IV.37** qui illustre une carte globale représentante de l'indice de vulnérabilité côtière physique avec les six variables.



**Figure IV.35** : Pourcentages de vulnérabilité côtière physique dans la baie de Chenoua.



**Figure IV.36 :** Carte de la vulnérabilité côtière physique de la baie de Chenoua.

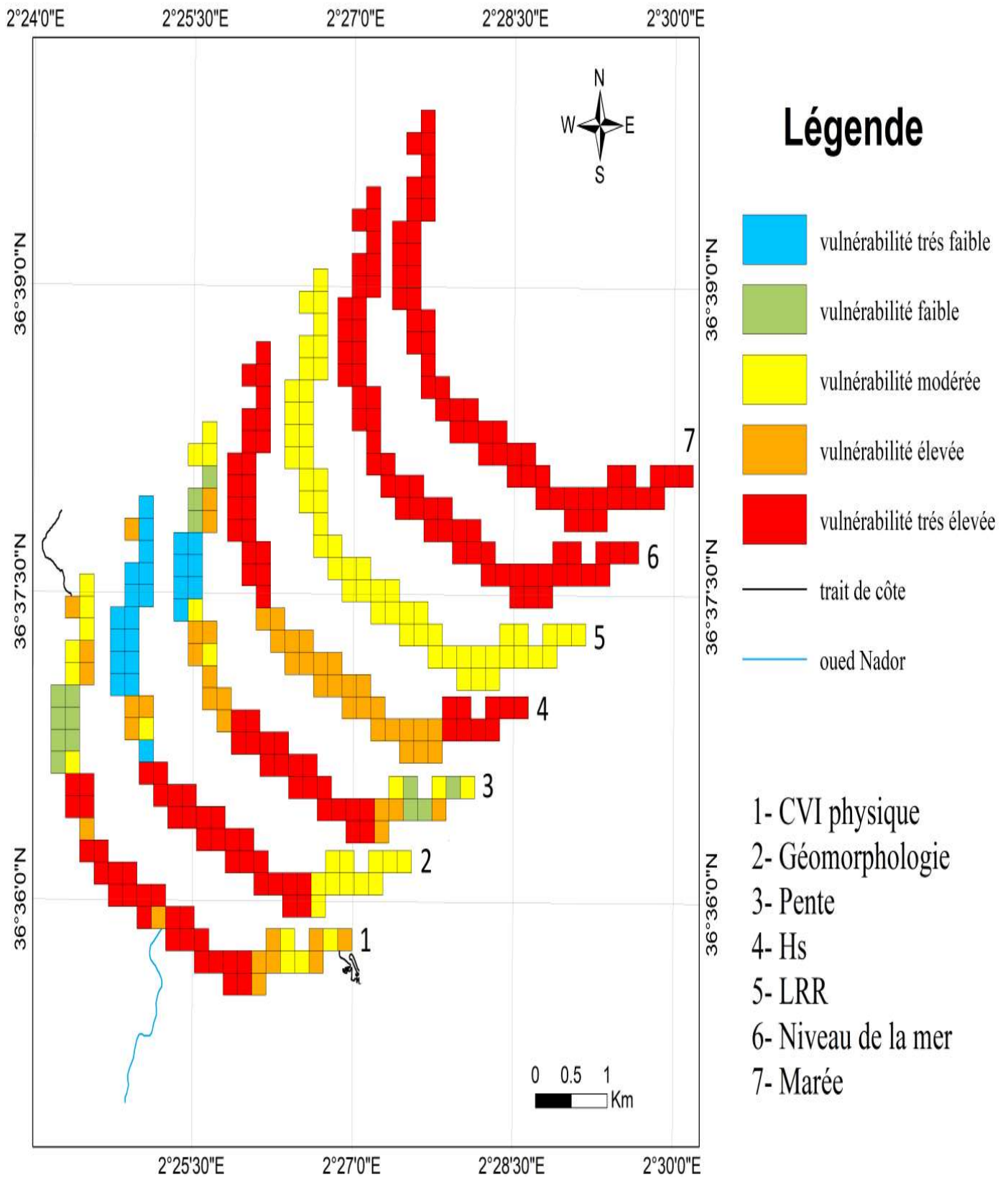
La majeure partie du littoral de la baie, présente une vulnérabilité très élevée avec 48% de la longueur totale de la côte ayant des valeurs comprises entre 31 et 35.35. Cela est dû principalement aux très faibles pentes dans ce secteur qui correspond aux plages sableuses et plages à galets, auxquelles s'ajoutent les grandes valeurs des hauteurs moyennes des houles.

Ces zones se localisent particulièrement sur le centre de la baie (plages : les Galets, Chenoua, Touring, CRF et Matares).

Les zones à vulnérabilité élevée s'étendent sur 15 % de la longueur totale du littoral avec des valeurs comprises entre 23 et 27. Ces zones se caractérisent en grande partie par des côtes rocheuses et des falaises.

Les zones à vulnérabilité modérée s'étendent sur 24 % de la longueur totale du littoral avec des valeurs comprises entre 11 et 19. Ces zones marquent les falaises et les côtes rocheuses ayant des pentes entre 2 et 7%.

Les secteurs à vulnérabilité faible représentent environ 13 % de la totalité de la côte avec une valeur de 7.9. Cette zone est localisée à l'Ouest de la plage les Galets, formée de falaises ayant des pentes très élevées ainsi qu'une vulnérabilité très élevée par rapport à la hauteur de la houle.



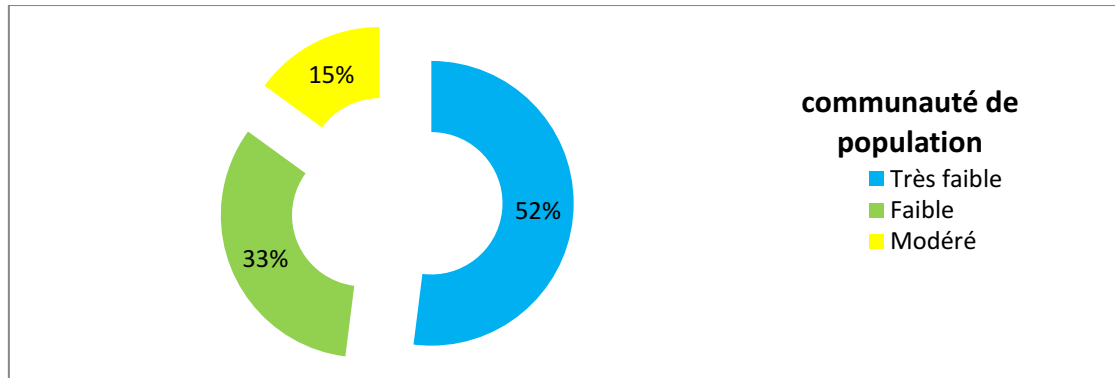
**Figure IV.37 :** Carte des classes du CVI physique dans la baie de Chenoua.

### b- CVI socio-économique

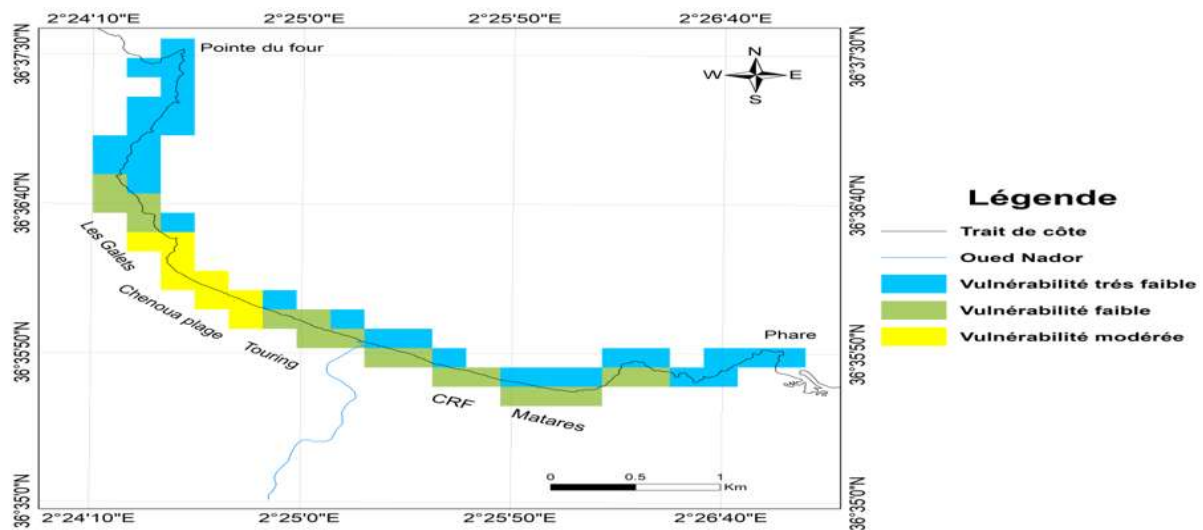
Toutes les valeurs et scores du CVI socio-économique obtenues lors de notre étude se trouvent en Annexe 8.

#### 1. Communauté de population

Selon les figures suivantes :



**Figure IV.38 :** Pourcentages de vulnérabilité côtière selon la communauté de population dans la baie de Chenoua.



**Figure IV.39 :** Carte de vulnérabilité côtière selon la communauté de population dans la baie de Chenoua.

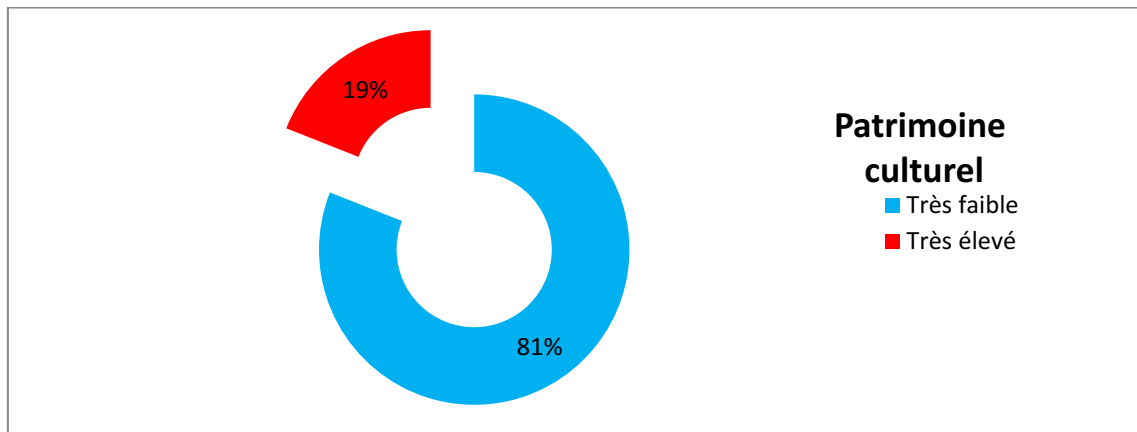
Nous remarquons que l'extrême Est de la baie de Chenoua (côté du phare de Tipaza), ainsi que la Pointe du Four du côté Ouest de la baie, présentent une vulnérabilité très faible et cela est dû à la quasi absence d'habitats. Entre Touring et Matares la vulnérabilité est de très faible à faible, cela s'explique par l'existence de quelques formes d'urbanisation comme le complexe de Matares et le CRF ainsi que quelques habitations au niveau d'oued Nador.

Chenoua plage présente une vulnérabilité modérée dû à une présence importante d'habitats au bord de la mer.

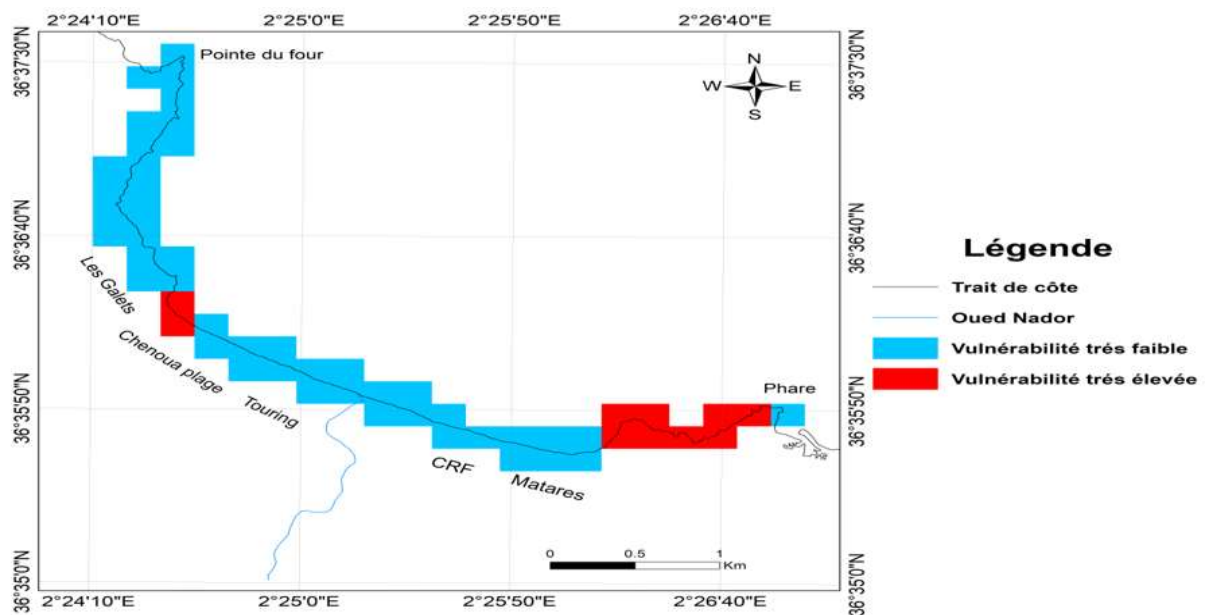
Donc seulement 15 % de la baie qui présente une vulnérabilité modérée, le reste présente une vulnérabilité très faible sur 52% de linéaire côtier et une vulnérabilité faible sur 33% de longueur de côte.

## 2. Patrimoine culturel

D'après les figures suivantes :



**Figure IV.40:** Pourcentages de vulnérabilité côtière selon le patrimoine culturel dans la baie de Chenoua.



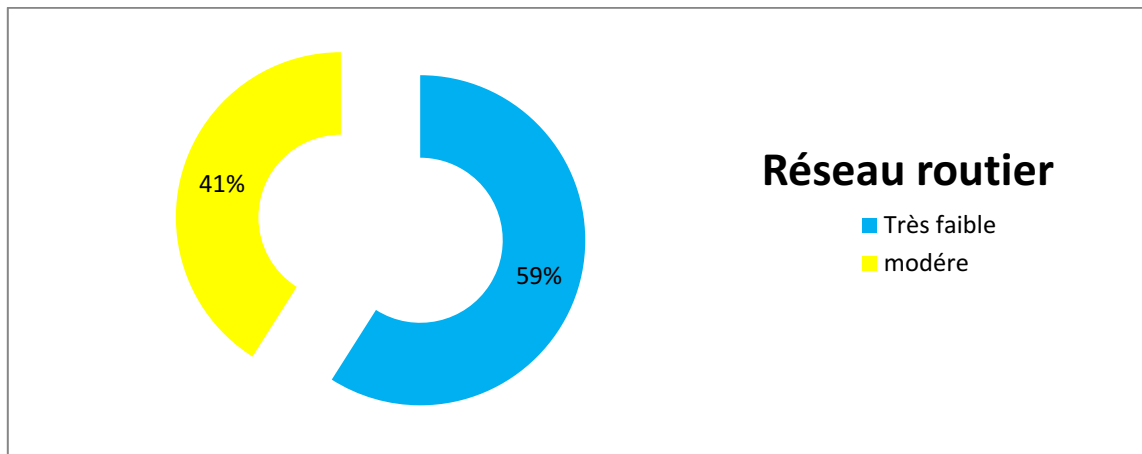
**Figure IV. 41 :** Carte de vulnérabilité côtière selon la désignation de conservation dans la baie de Chenoua.

Nous constatons que 19% de la baie de Chenoua est très vulnérable et cela est causé par la présence d'un site archéologique : ruines romaines à l'Est de la baie, entre Matares et le phare de Tipaza, ainsi que la présence du centre culturel à l'extrême Ouest de Chenoua plage.

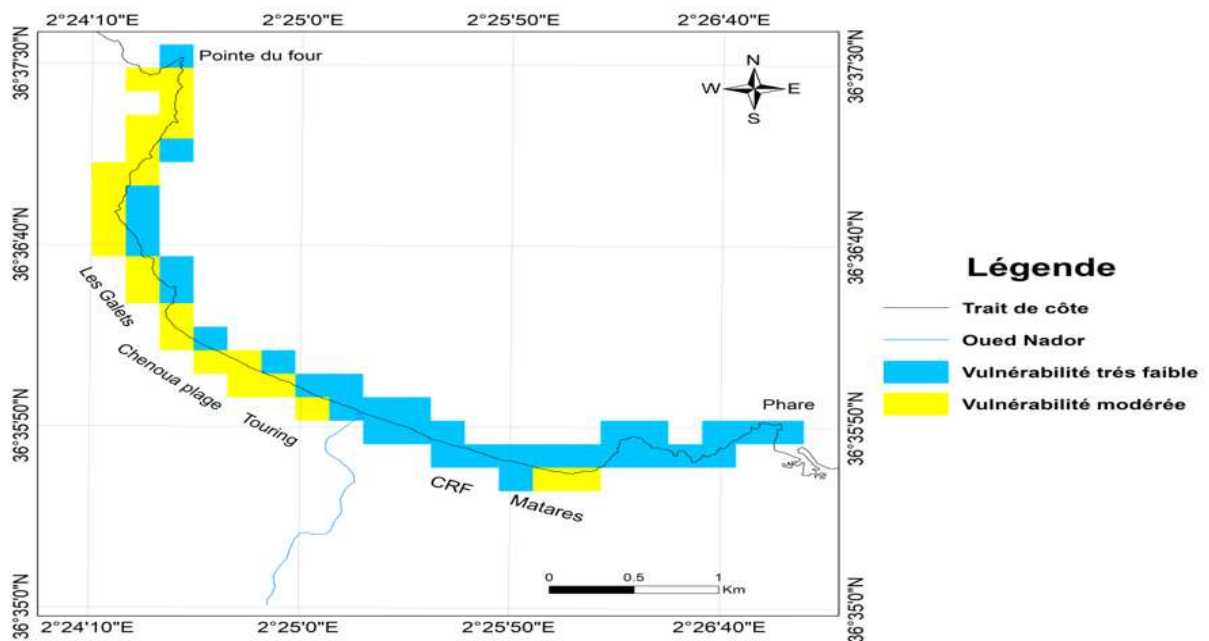
Le reste de la baie présente une vulnérabilité très faible qui s'étend sur 81 % de la baie et cela est dû à l'absence totale du patrimoine culturel sur cette zone.

### 3. Réseau routier

Les figures suivantes :



**Figure IV.42 :** Pourcentages de vulnérabilité côtière selon le réseau routier dans la baie de Chenoua.

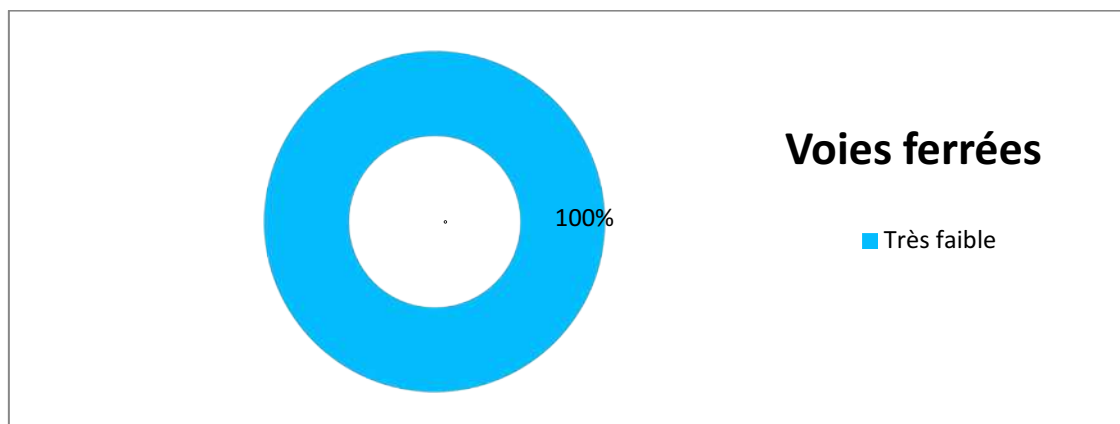


**Figure IV.43 :** Carte de vulnérabilité côtière selon le réseau routier dans la baie de Chenoua.

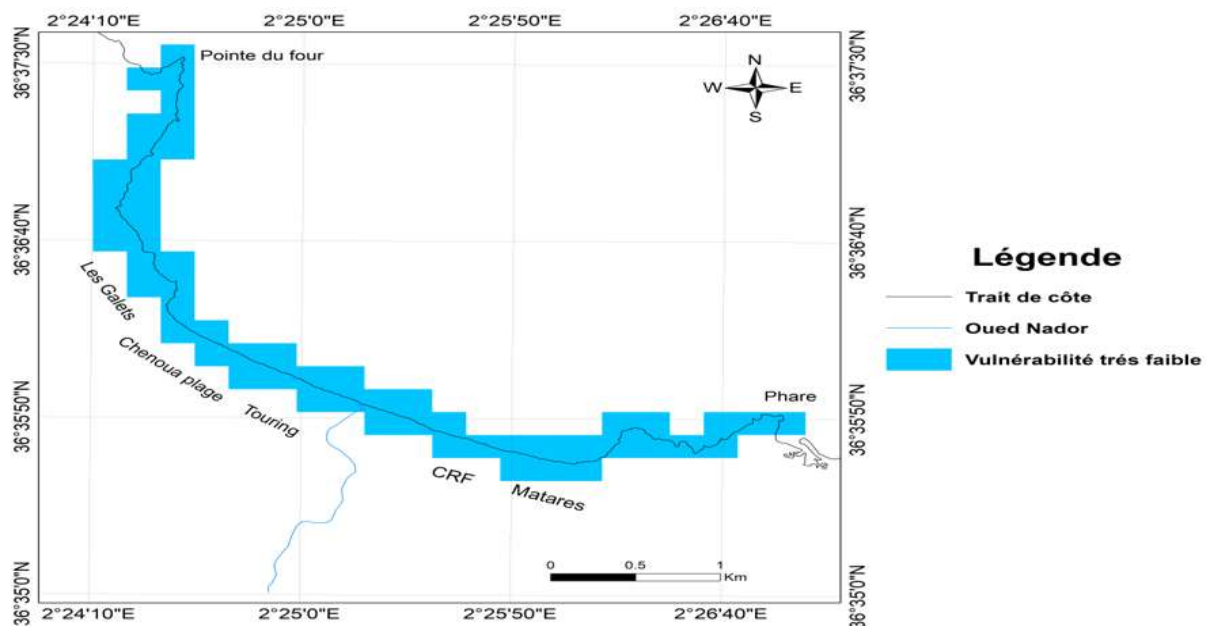
Montrent que dans la baie de Chenoua, la partie donnant sur la mer présente une vulnérabilité très faible sur 59 % linéaire côtier, car on distingue aucune route. Par contre la partie donnant sur le village, présente une vulnérabilité élevée sur 41 % de la côte étudiée, cela est dû a la présence des routes d'où une route nationale.

#### 4. Voies ferrés

La baie de Chenoua présente une très faible vulnérabilité selon les voix ferrées dû à l'absence totale de ces derniers.



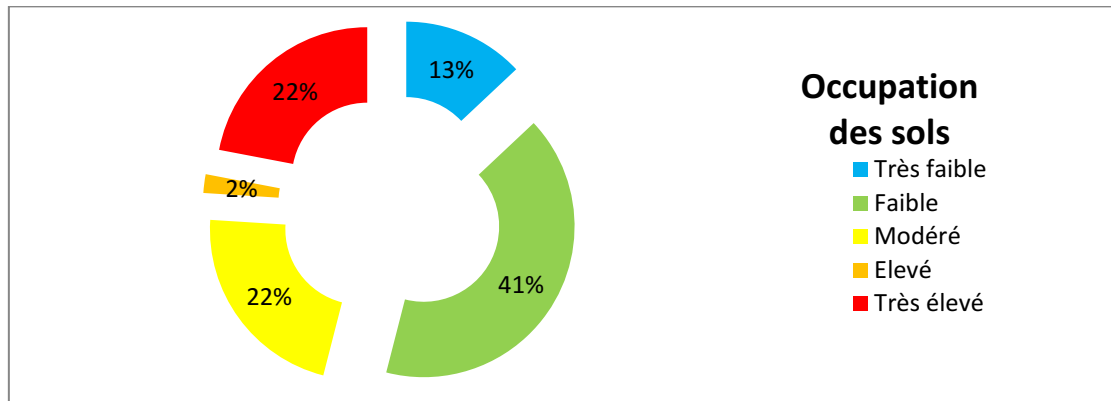
**Figure IV.44 :** Pourcentages de la vulnérabilité côtière selon les voies ferrées dans la baie de Chenoua.



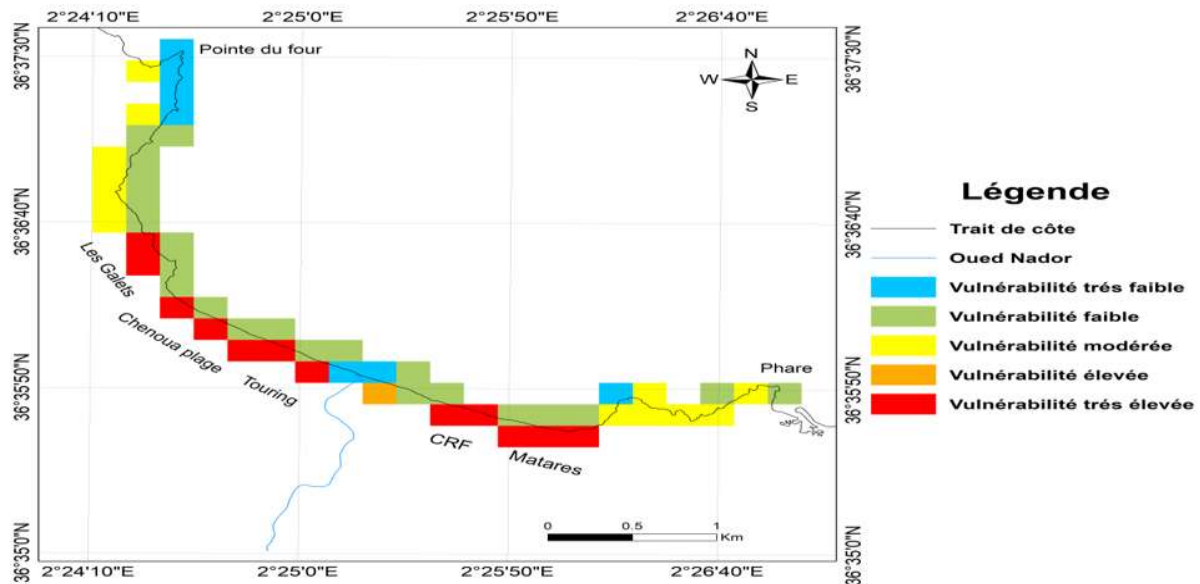
**Figure IV.45 :** Carte de vulnérabilité côtière selon les voies ferrées dans la baie de Chenoua.

### 5. Occupation des sols

Selon es figures ci-dessous :



**Figure IV.46 :** Pourcentages de vulnérabilité côtière selon l’occupation des sols dans la baie de Chenoua.



**Figure IV.47 :** Carte de vulnérabilité côtière selon l’occupation des sols dans la baie de Chenoua.

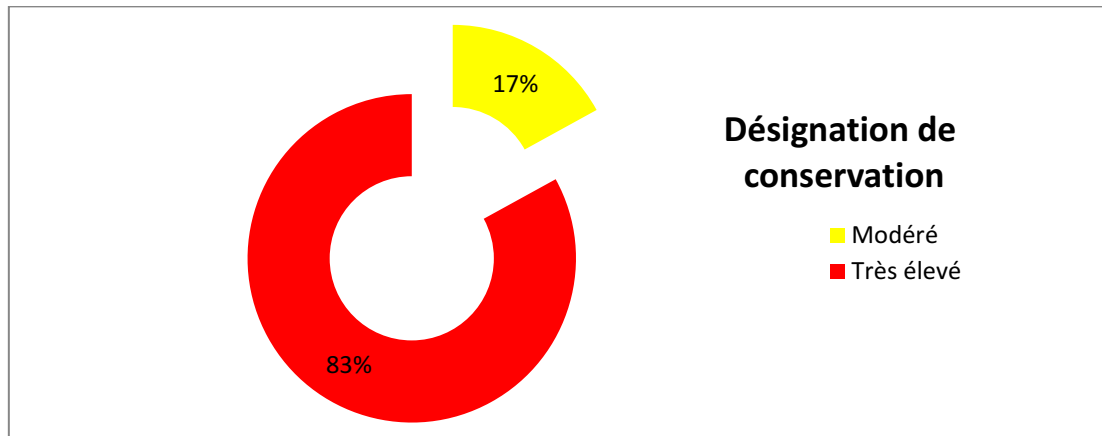
Nous remarquons qu’entre la pointe du Four et Matares la vulnérabilité est de très faible à faible expliquée par le fait que ces zones représentent des zones côtières ou bien des roches dénudées, sauf au niveau des plages : les Galets, Chenoua, Touring, CR et Matares où la vulnérabilité est très élevée causée par l’urbanisation de ces zones.

À l’Ouest de la baie ainsi que l’extrême Est, la vulnérabilité est modérée dû à la présence des forêts.

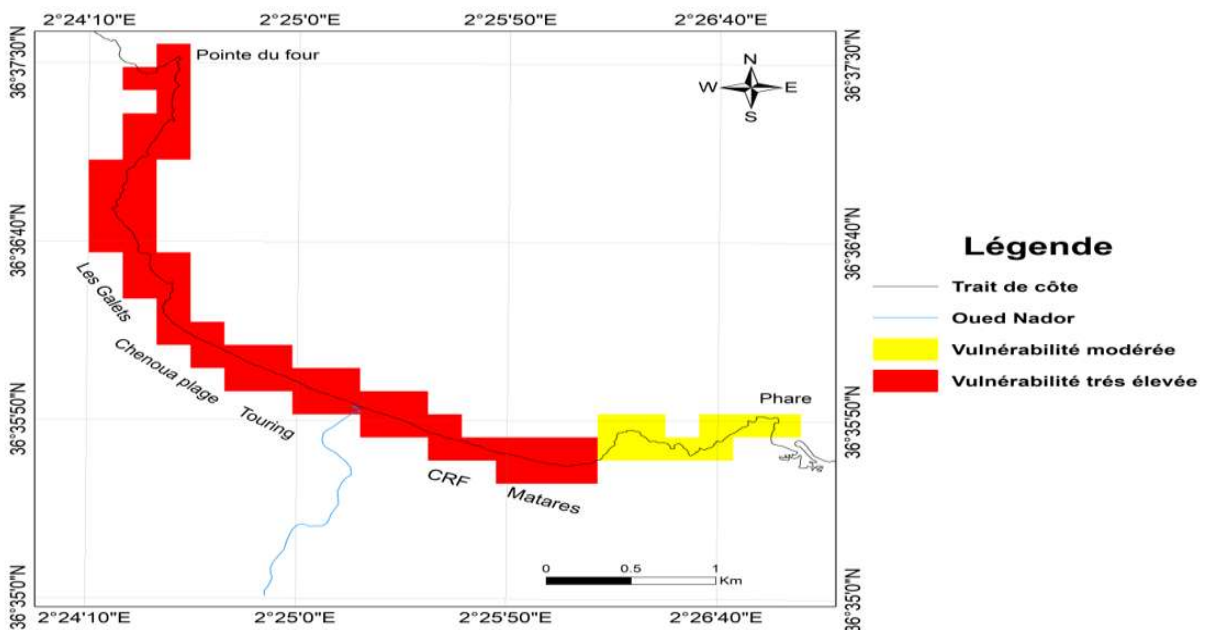
À l’Est d’oued Nador, nous constatons la présence d’une zone à vulnérabilité élevée, qui est dû à la présence d’une activité agricole.

## 6. Désignation de conservation

Selon les figures suivantes :



**Figure IV.48 :** Pourcentages de la vulnérabilité côtière selon la désignation de conservation dans la baie de Chenoua.



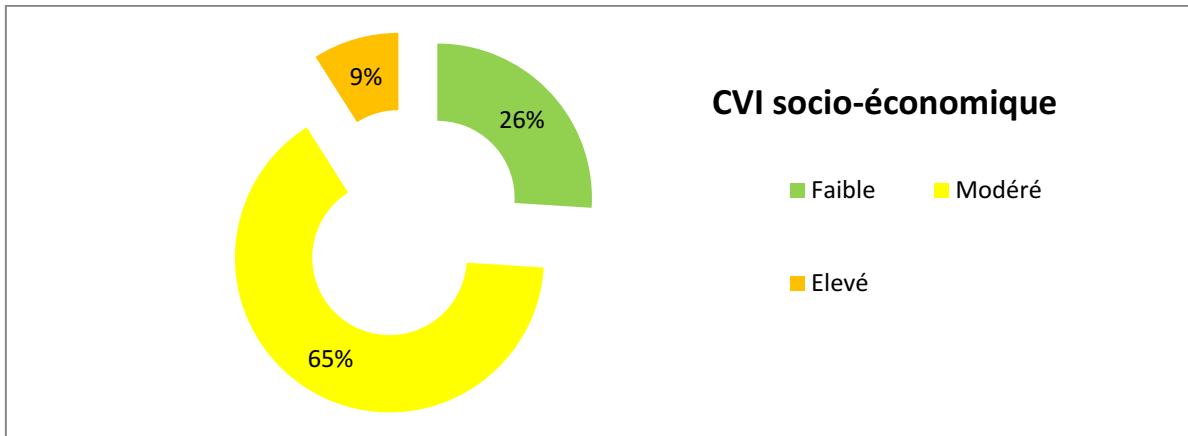
**Figure IV.49 :** Carte de vulnérabilité côtière selon la désignation de conservation dans la baie de Chenoua.

Nous constatons que 83% de la baie en allant de la Pointe du Four à jusqu'à Matares, présente une vulnérabilité très élevée car cette zone est à désignation national.

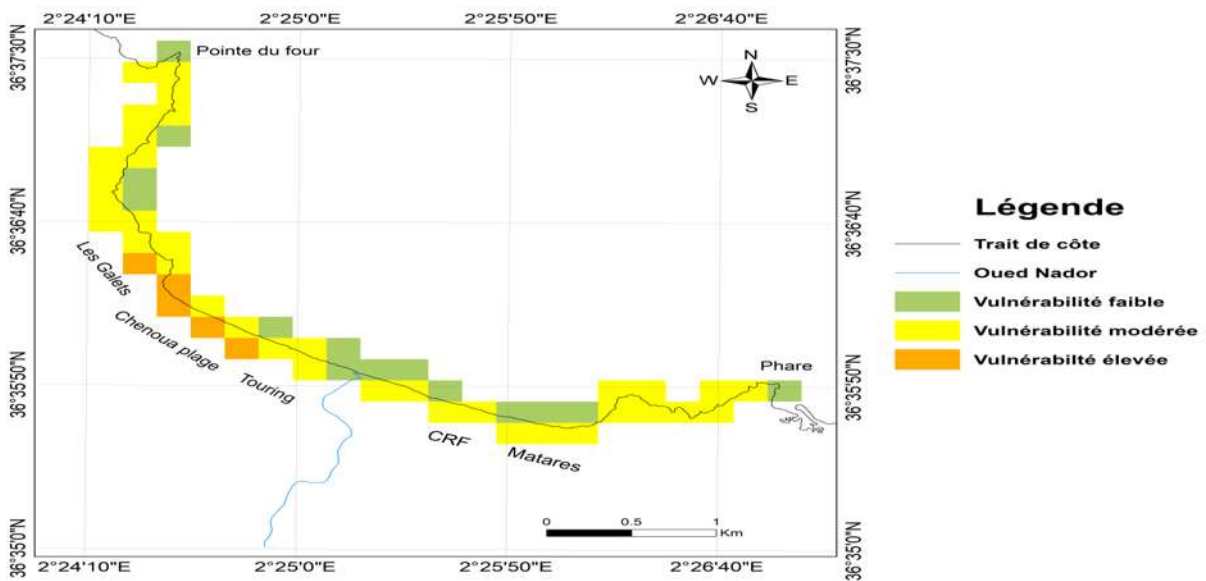
Le reste de la baie présente une vulnérabilité modérée puisque le parc archéologique situé à l'extrême Est de cette baie est à désignation international classé sur la liste du patrimoine universel par l'UNESCO en 1982.

### 7. CVI socio-économique

Les résultats du CVI socio-économique sont représentés sur les figures IV.50 et IV.51 ainsi que la figure IV.52 qui illustre une carte globale représentante de l'indice de vulnérabilité côtière socio-économique avec les six variables.



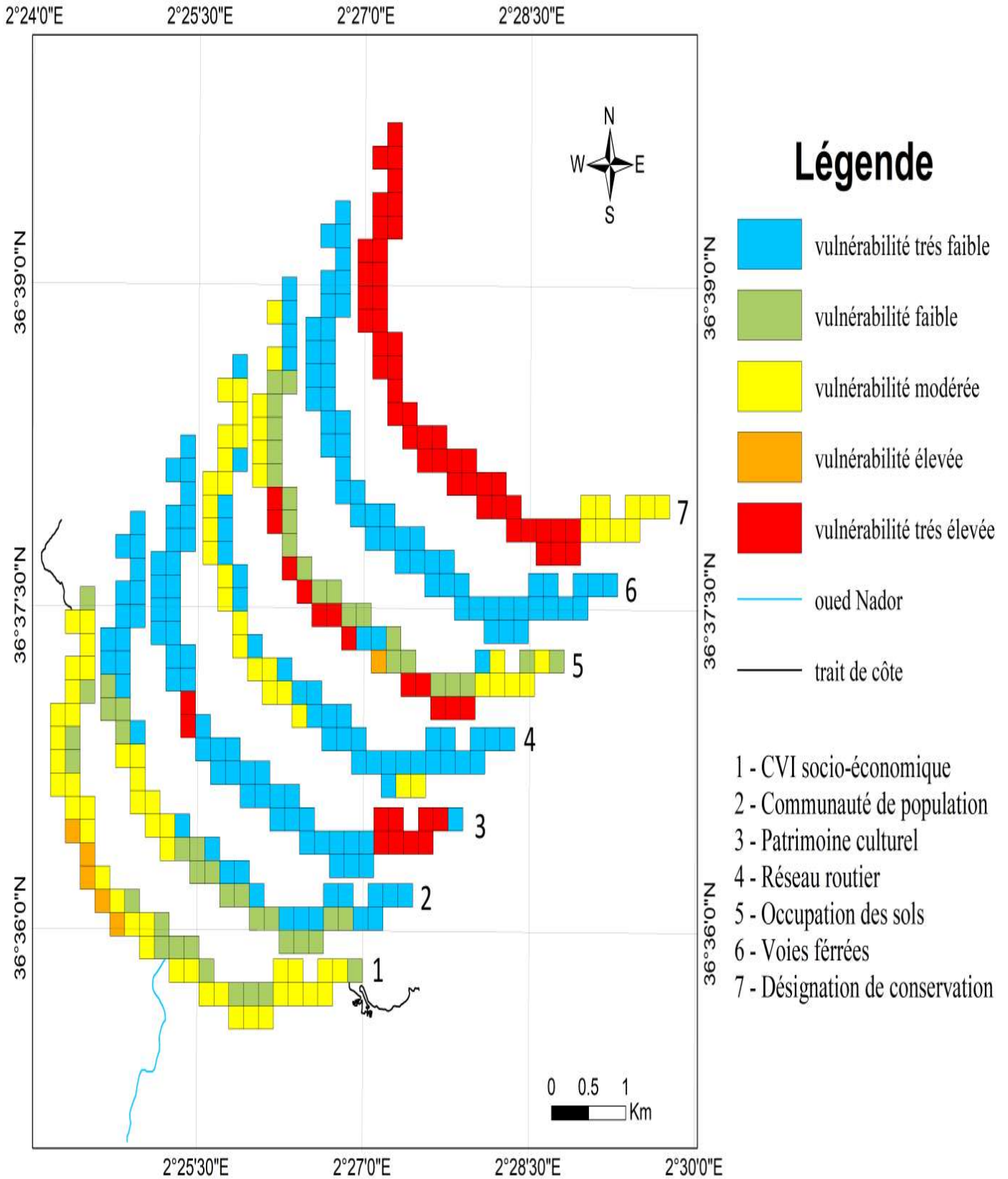
**Figure IV.50 :** Pourcentages de vulnérabilité côtière socio-économique dans la baie de Chenoua.



**Figure IV.51 :** Carte de vulnérabilité côtière socio-économique dans la baie de Chenoua.

La présence du réseau routier dans cette zone à conservation nationale rend 65% de la baie de Chenoua modérément vulnérable. À cela, s'ajoute la forte occupation de Chenoua plage ainsi que la présence du centre culturel ce qui rend cette partie étalée sur 9% de la baie encore plus vulnérable.

Le reste de la baie présente une vulnérabilité faible sur 26% du linéaire côtier.



**Figure IV.52:** Carte des classes de vulnérabilité côtière socio-économique dans la baie de Chenoua.

Nous constatons que la baie de Chenoua est vulnérable, et subit une érosion le long de la plage sableuse. L'une des causes principales de cet état est l'urbanisation anarchique et non contrôlée sur la bande littorale.

**CONCLUSION ET  
RECOMMENDATIONS**

Dans ce présent travail nous avons étudié l'évolution du trait de côte de la baie de Chenoua pendant la période allant de 1959 à 2016 à l'aide des logiciels SIG (Mapinfo, ArcGis, DSAS) Cette étude a été complétée par l'analyse diachronique du trait de côte ainsi que le calcul de l'indice de vulnérabilité côtière physique et socio-économique.

La zone côtière de Chenoua enregistre une vulnérabilité accrue tel est le constat relevé dans notre analyse qui est le suivant:

- Le recul du rivage avec des vitesses allant de -0.25 à -1 m/an ;
- La dégradation et disparition de l'ensemble dunaire au niveau de la plage sableuse ce qui a créé des graves conséquences sur la diversité biologique et la stabilisation des sols ;
- La perte de superficie de forêt de pins maritimes bordant le cordon dunaire de chenoua par le défrichement et l'extension de l'urbanisation.

L'urbanisation a engendré divers autres effets : accentuation de l'érosion marine par la proximité des infrastructures, pression sur les ressources en eau, problèmes de gestion urbaine, prolifération des décharges sauvages et des rejets liquides non traités venant d'oued Nador.

La construction en béton au front de mer induit non seulement à une perturbation des échanges naturels, mais aussi à un déficit de sédiments.

En effet, la construction de lotissements immobiliers, hôtelleries à proximité du trait de côte constitue autant de barrières rigides s'opposant à la dynamique naturelle. Ces aménagements ont en partie bloqué les échanges dune/plage/mer,

Devant cette situation de fragilité et de dégradation continue de cet espace stratégique du territoire qui recèle des richesses inestimables ainsi qu'un héritage culturel (ruines romaines), il s'est avéré urgent de poser les fondements d'une stratégie opérationnelle et active du littoral capable d'inverser la tendance actuelle et ce, dans une approche intégrée et une optique de développement durable menée par des spécialistes travaillant en équipe (juriste, aménagiste, urbaniste.. ).

Pour cela, nous proposons quelques recommandations :

- Il est recommandé de préconiser une protection statique (brises lame) au niveau du site d'étude et plus précisément au niveau des points singuliers affectés par une érosion très agressive notamment au niveau du centre culturel (à l'extrémité Ouest de la plage sableuse). Néanmoins, et afin de préserver l'aspect paysager et touristique de cette côte, ces protections doivent être immergées ;
- Protection des herbiers (*Posidonia oceanica*) contre la pollution par les eaux usées (ils représentent un équilibre naturel indispensable pour la stabilisation du trait de côte) ;
- Restauration des dunes de sables par l'implantation de végétaux qui s'adaptent à la salinité (*Oyat*);
- L'extension de l'urbanisation devrait se réaliser en dehors de la bande des 300m ;
- Maintenir des coupures d'urbanisation dans cette commune littorale et surtout sur les bandes de 100 et 300m afin de permettre l'aération (échange entre mer et terre) en créant des espaces verts, de loisirs..., ce qui contribue à la trame verte, aux équilibres écologiques de la biodiversité et permettent le maintien d'un paysage naturel caractéristique. Leur objectif principal est de maintenir des espaces 'ouverts' et le rapport avec la mer et les paysages, en évitant la constitution d'un front urbain continu ;
- On ne peut pas arrêter le processus de l'urbanisation côtière, mais on peut au moins construire d'une manière à ne pas perturber le contact entre terre et mer (pilotis) .

Nous avons constaté à travers les textes de lois qui régissent que le domaine côtier est très complexe. Les principaux textes qui recadrent les procédures de gestion sont divers et émanent de plusieurs institutions :(le code maritime, les règles d'utilisation et d'exploitation touristiques des plages, la loi portant protection et valorisation du littoral, urbanisme..etc.). Ceci montre la complexité et la multiplication des acteurs sur ce domaine.

Ce domaine constitue un patrimoine naturel qu'il convient de préserver et de protéger. Cette protection doit passer par la bonne application des dispositions générales prévues dans la loi littorale.

Les institutions de gestion et de protection de la zone côtière sont multiples mais chacun agit dans le secteur le concernant.

Afin d'envisager une gestion intégrée commune et non duplicative des mesures de gestion, de sauvegarde et de protection de la côte, il faut :

- **Prendre en compte le coût de l'érosion**

.La mise en place de Plan de Prévention des risques permet de planifier les solutions à long terme et de coordonner les actions pour initier des synergies entre les différents acteurs et élargir les sources de financement. Il s'agit en fait, de limiter la responsabilité publique pour les risques et transférer en partie sur les bénéficiaires directs et les investisseurs.

- **Répartition des responsabilités**

Pour garantir une gestion cohérente, une répartition claire et transparente des compétences tant en ce qui concerne les plans et programmes que l'approbation des diverses activités dans la zone côtière et littoral par rapport au descriptif et à la définition de cette portion du territoire ce qui permet d'améliorer et de coordonner entre les différents plans qui se recoupent mais qui peuvent coexister en raison de la variété des partenaires impliquées.

La répartition des responsabilités permet de donner une idée claire en matière de protection des sites par une meilleure articulation entre le domaine environnemental, domanial, et patrimonial.

Le travail réalisé dans le cadre de notre mémoire de fin d'études nous a permis d'abord, d'approfondir les connaissances acquises durant notre cursus et de mieux connaître ensuite, les avantages offerts par l'usage et l'exploitation des systèmes d'information géographique et la télédétection pour les besoins des applications liées à l'aménagement du littoral. Néanmoins, tout travail est perfectible et son amélioration continue doit constituer une nécessité pour le faire évoluer vers d'autres perspectives.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

**ABBAD, K. (2013).** *Estimation par les systèmes d'informations géographiques de l'urbanisation dans le domaine littoral algérien : Exemple la Wilaya d'Alger.* Mémoire de master. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, 46 p.

**BERKENNOU, N., SALLAYE, M. (2012).** *Étude de protection du rivage du complexe culturel de Chenoua.* Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, 60 p

**BOUCHENAF, M.A., GUEMDANI M.W. (2016).** *Apport de la télédétection et des SIG dans l'observation de l'artificialisation des communes côtières de la Baie d'Alger.* Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, 104 p.

**BOUDEFFA, K. (2014).** *Thématique d'évolution du trait de côte algérien .* rapport de master. Science de l'environnement terrestre. Marseille : Aix Marseille, 80 p.

**DAVID, G. (2005).** *Le territoire littoral – tourisme, pêche et environnement dans l'océan INDIEN.* France : L'Hermattan, 31 p.

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

**HIMMELSTOSS, E.A., ZICHICHI, J.L., ERGUL, A. (2016).** *Installation Instructions and User Guide DSAS4.0.* U.S. Geological Survey: 79 p.

**KACEMI, M.M. (2008).** Des recommandations pour l'intégration des spécificités du littoral dans les instruments d'urbanisme en Algérie. *Sciences & Technologie D.no 28,* pp. 19-30.

**KACEMI, M.M. (2013).** Protection et valorisation du littoral en Algérie: législation et instruments: Le cas des communes littorales d'Oran : Rapport d'activité. Document non publié. Algérie : Études caribéennes.

**LECLAIRE, L. (1973).** *La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-baléares ( précontinent Algérien).* Paris : Du muséum, 521 p.

**LEM (2016).** Étude d'élaboration du plan d'aménagement côtier (PAC) de la wilaya de Tipaza : Rapport d'activité. Document non publié. Alger : Laboratoire d'études maritimes.

**LEM. (2017).** Étude d'élaboration du plan d'aménagement côtier (PAC) de la wilaya de Tipaza version 2 : Rapport d'activité. Document non publié. Alger : Laboratoire d'études maritimes.

**MATEV. (2013).** Stratégie nationale de gestion intégrée des zones côtières en Algérie : Rapport d'activité. Document non publié. Alger : Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de la Ville.

**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., MCKENNA, J., COOPER, J. A. G. (2002).** Socio-economic data in coastal vulnerability indices: constraints and opportunities. *Journal of Coastal Research*. Vol. 36, pp 487-497.

**NAZI, S. (2007).** *Évaluation 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.

**PASKOFF, R.(1993).** Côtes en danger. 1<sup>ère</sup> édition. Paris: L'Hermattan, 250 p.

**TEMITOPE, D., OYEDOTUN, T. (2014).** Shoreline Geometry: DSAS as a Tool for Historical Trend Analysis. *British Society for Geomorphology. Geomorphological Techniques* : Chap. 3, Sec. 2.2.

**THIELER, E. R., HAMMAR-KLOSE, E. S. (2000a).** National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Pacific Coast. *U.S. Geological Survey*. pp 01-179.

**THIELER, E.R. et al. (2009).** The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Version 4.0 - An ArcGIS extension for calculating shoreline. *U.S. Geological Survey*. Open-File Report 2009-1278.

**XHARDE, R. (2007).** *Évaluation 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.

**YELLES-CHAUCHE, A.K ., BOUDIAF, A., DJELLIT, H., BRACENE, R. (2006).** La tectonique active de la région nord-algérienne. Algérie : Géoscience, pp 126-139.

Sites internet:

**ELDJAIRCOM (2017).** *Le littoral algérien, espaces aux multiples facettes* [En ligne]. Algérie : ELDJAIRCOM (Consulté le 15 août 2017). Disponible sur le web : [ [http://www.eldjazaircom.dz/index.php?id\\_rubrique=326&id\\_article=4070](http://www.eldjazaircom.dz/index.php?id_rubrique=326&id_article=4070) ]

# **ANNEXES**

**Tableau 1:** Fréquence mensuelle par direction des houles au large de la baie de Chenoua.

(1 mois correspond à 100%) (S.S.M.O, 1963-1970)

Direction Mois	N	N-E	E	S-E	S	S-W	W	N-W
Janvier	8.10	12.9	18.2	5.0	6.5	13.2	28.8	7.3
Février	8.8	10.3	12.6	4.0	6.1	16.9	35.6	5.6
Mars	11.3	12.6	15.8	3.6	4.5	13.3	30.5	9.2
Avril	11.7	15.4	16.0	2.0	4.4	13.7	26.7	10.2
Mai	8.2	26.3	31.9	3.0	3.3	7.2	13.9	6.2
Juin	9.2	29.1	29.8	1.8	1.4	8.2	16.4	4.2
Juillet	5.9	32.5	35.1	1.4	1	5.9	16.3	2.0
Aout	8.8	27.7	37.4	1.9	1.1	5.0	13.4	4.9
Septembre	6.7	26.4	40.5	2.2	2.3	4.5	14.8	2.5
Octobre	7.8	14.7	20.3	3.2	4.2	14.8	28.8	6.8
Novembre	5.5	5.8	10.0	5.1	8.0	15.9	40.4	9.4
Décembre	10.2	6.2	9.4	4.6	7.5	15.0	37.1	10.0
Annuelle	8.5	18.26	23.07	3.15	4.16	11.07	25.21	6.46

**Tableau 2 :** Fréquence des états de la mer au large par direction dans la région de Chenoua.

(S.S.M.O, 1963-1970)

État de la mer au large	Direction de la houle				
	W	N.W	N	N.E	E
Calme (<0.25 m)	2.9%	1.1%	2.0%	2.7%	4.0%
0 (0.25-0.75 m)	6.2%	2.0%	2.9%	7.0%	9.3%
1 (0.75-1.75 m)	10.9%	2.7%	2.6%	7.5%	9.1%
2 (1.75-2.75 m)	4.3%	0.6%	0.7%	1.20%	0.9%
3 (2.75-3.75 m)	0.9%	0.1%	0.1%	-	0.10
4 (>3.75 m)	0.3%	-	-	-	-
TOTAL	25.5%	6.5%	8.3%	18.4%	23.4%

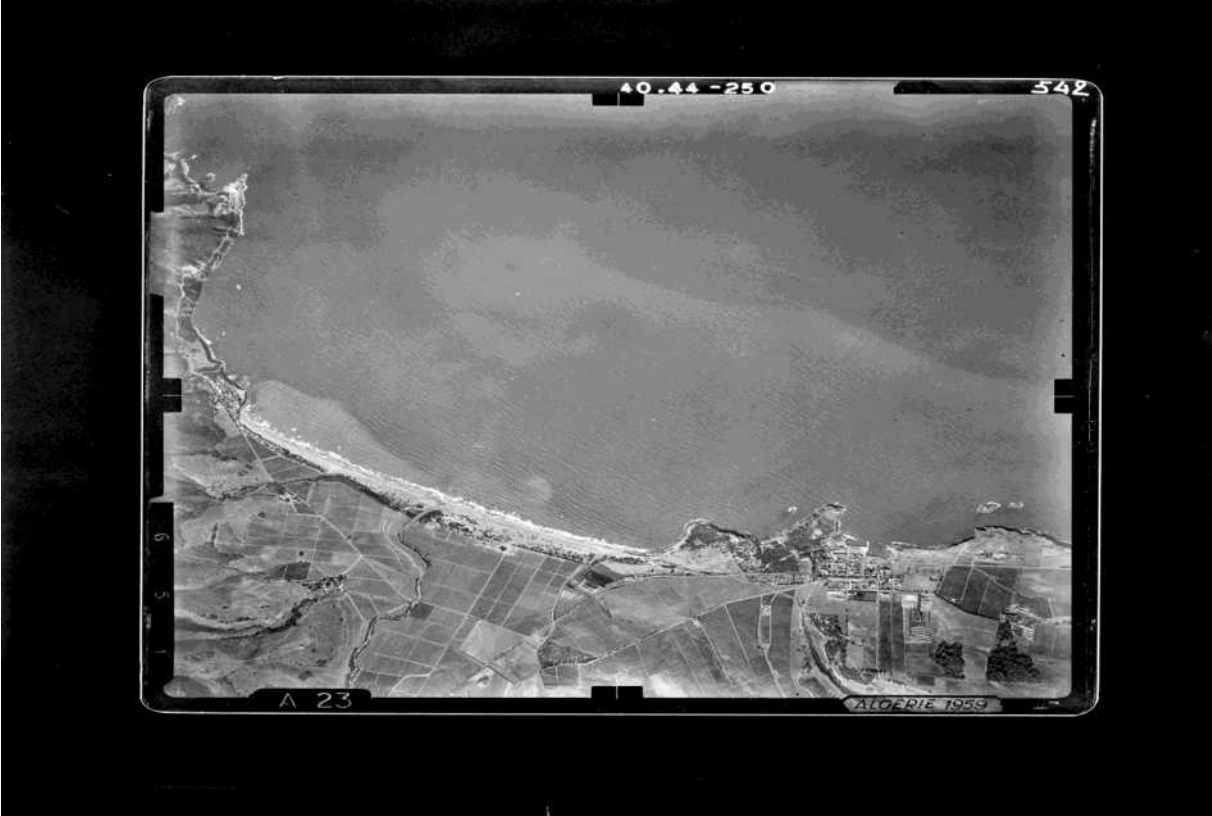


Figure 1 : Photo aérienne de la baie de Chenoua en 1959.



Figure 2 : Photo aérienne de la baie de Chenoua en 1980.

## Tutoriel DSAS

- Après avoir digitalisé nos traits de côtes, on ajoute un champ dans la table d'attributs et on le nomme « date », puis on clique sur « Editor » => « Start editing », et on remplit les champs vides avec les dates correspondantes à chaque trait de côte.
- On ouvre l'outil « Merge » qui se trouve dans « Arctoolbox » ou bien on le tape directement sur la barre « Search ».
- On met nos couches de traits de côte dans « Input datasets » et dans le champ de « Field map » on supprime tout les données et on laisse que la date qu'on a créée

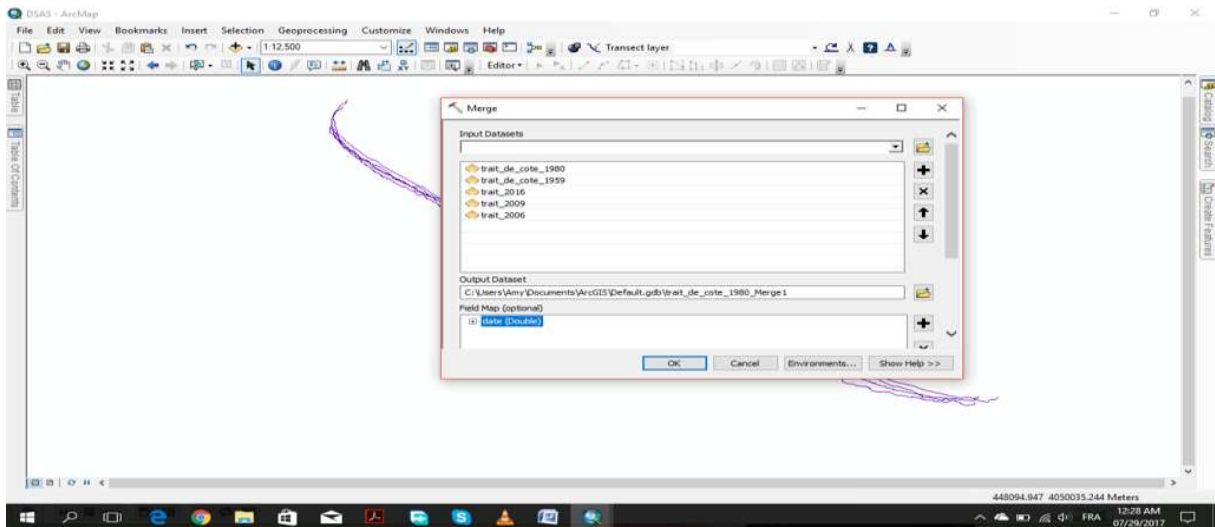


Figure 1 : Le choix des traits de côtes à combiner.

- On obtient une nouvelle couche qui contient tout les traits de cote
- Ensuite on cherche l'outil « Buffer » qui se trouve dans « Arctoolbox ».
- On y met la couche qu'on a obtenue dans l'étape précédente, et on choisit 100 m comme unité de distance pour créer une zone tampon.

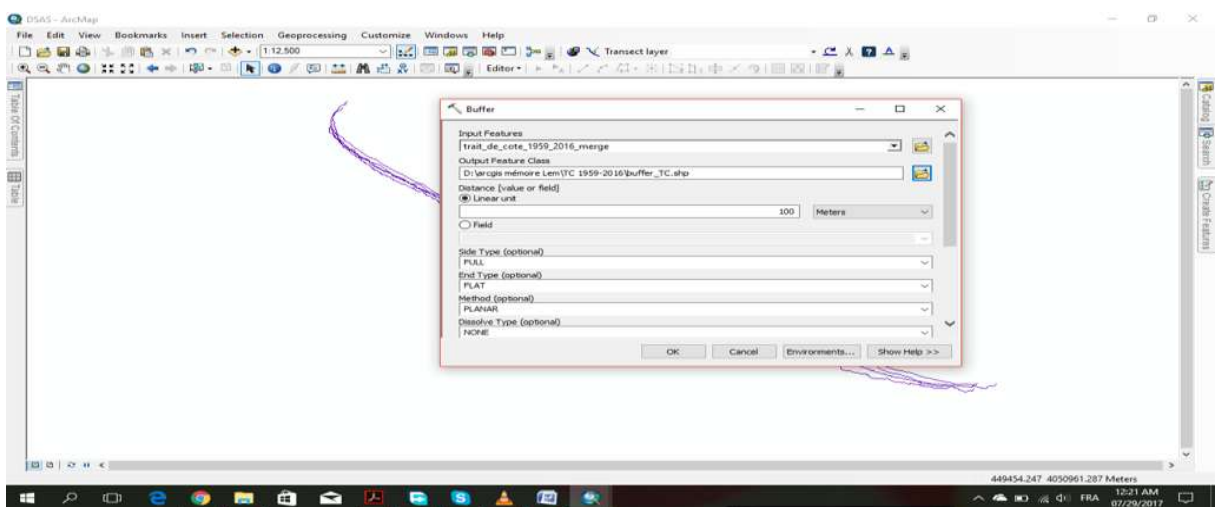
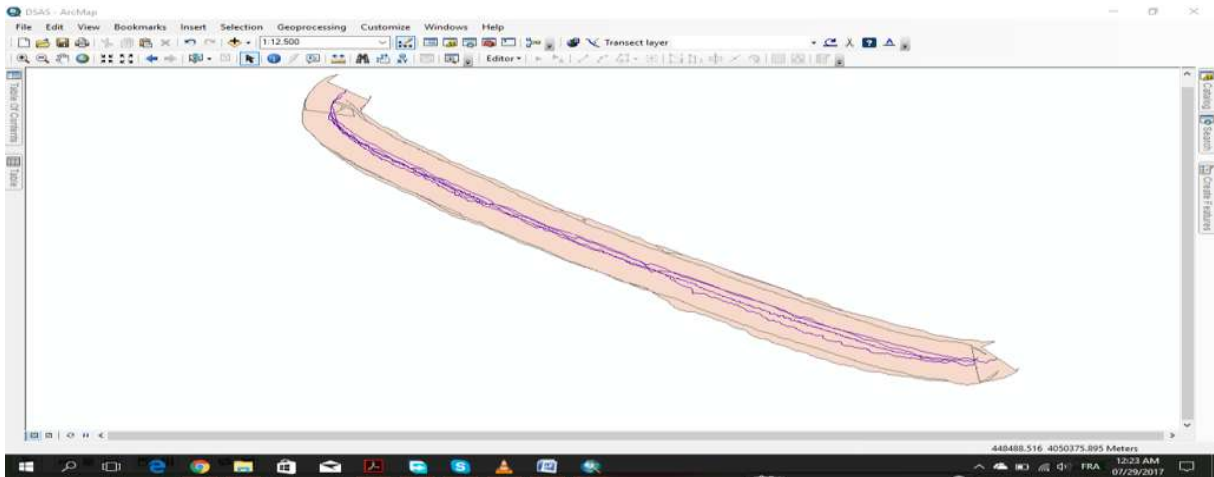


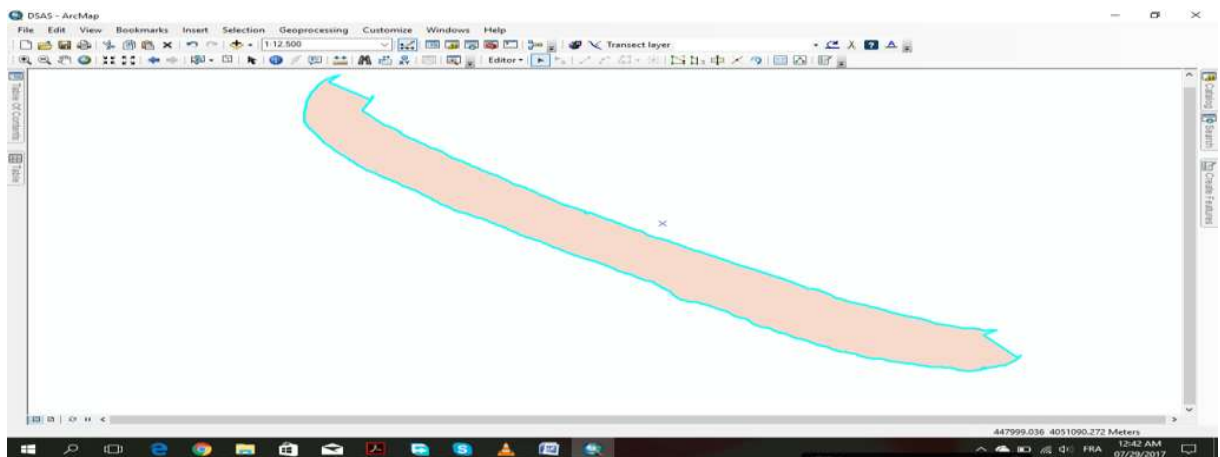
Figure 2 : Création de la zone tampon à 100 m de distance des traits de côte.

- On obtient la couche suivante :



**Figure 3 :** La zone tampon créé par l’outil buffer.

- On clique sur « Editor » puis « Start editing » et on appuis sur l’option « Merge » dans « Editor »
- On choisit la couche qu’on a créé avec « Buffer » et on clique sur ok afin de combiner on obtient ce qui suit :



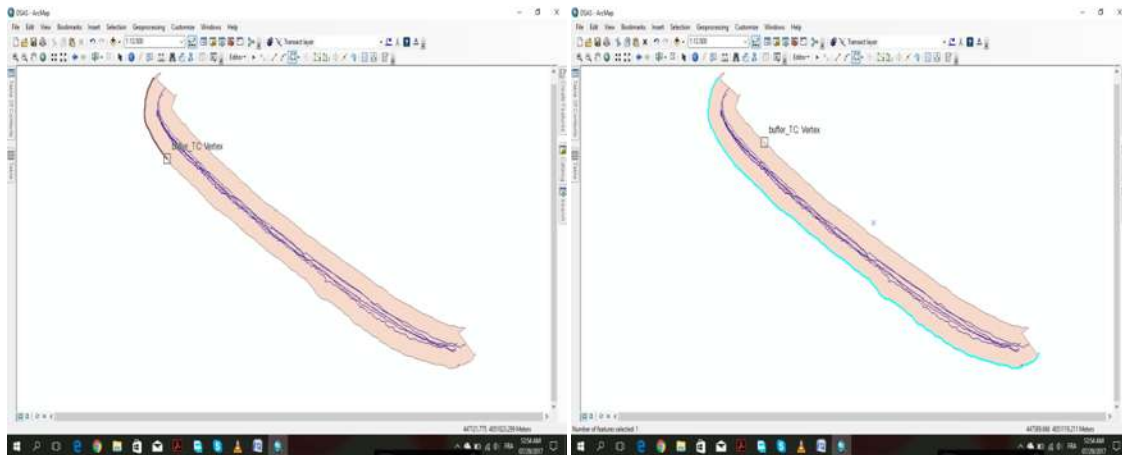
**Figure4 :** Zone tampon avec une seule ligne.

- On appuis sur Stop editing, et on va vers « ArcCatalogue » où on va créer une nouvelle base de données personnalisée et on crée deux nouvelles « Feature class » dans notre base de données qu’on va les donner « Line features » une de ces couches va être destiné à la ligne de base et l’autre aux traits de côtes.

Lors de la création des couches, on ajoute quelques champs aux tableaux :

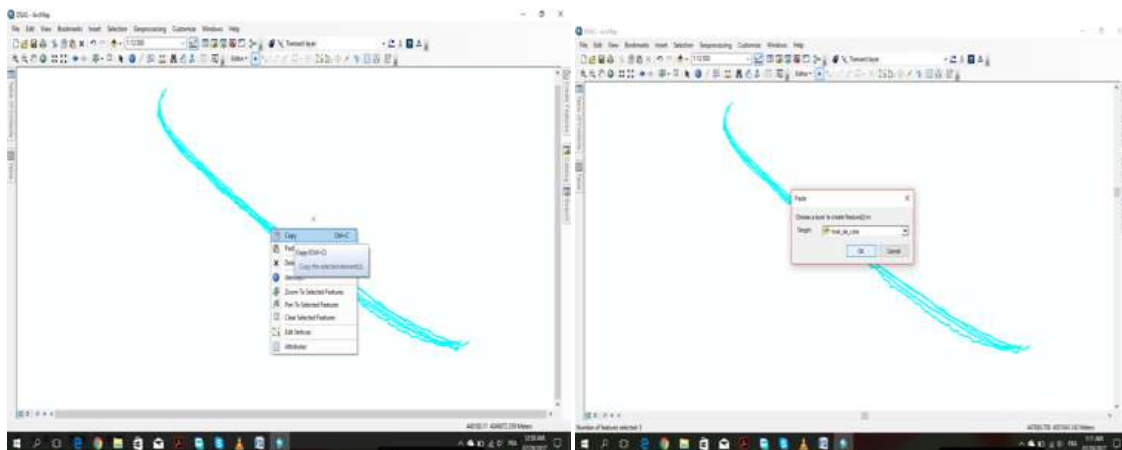
- (ID, Group, Offshore, CastDir) à la table des attributs du la ligne de base en les accordant respectivement les type de donnée ( long integer, long integer, short integer, short integer)

- (Shape-length, Date, Uncertainty) à la table des attributs des traits de côte en les accordant respectivement les type de donnée ( text, text, double)
- On clique sur « Start editing » et on choisit la couche de la ligne de base, puis on choisit l’outil « Trace » dans « Editor » et on commence à tracer la ligne de base à partir de la zone tampon, puis on clique sur stop editing.



**Figure 5:** Traçage de la ligne de base.

- On commence après à éditer la couche des traits de côte où on clique sur Start editing et on sélectionne nos traits de côtes de la couche « Merge » sur la carte et on clique sur copier puis coller.



**Figure 6 :** Collage des traits de Merge dans la nouvelle couche des traits de côte.

- On ouvre la table d’attributs de la ligne de base et on remplit les champs comme suit :

OBJECTID *	SHAPE *	ID	group	offshore	CasDir	SHAPE_Length
3	Polyline	1	1	0	0	3404.61998

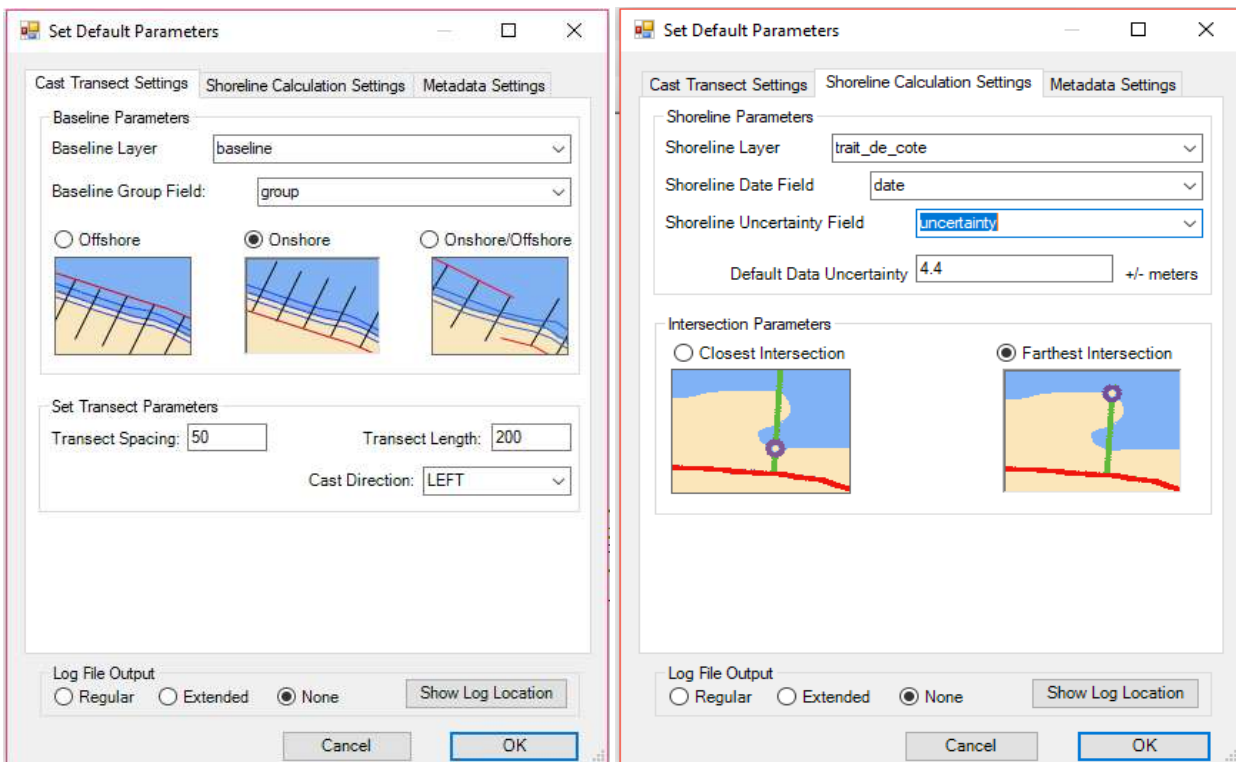
**Figure 7 :** Remplissage de la table d'attributs de la ligne de base.

- On fait la même chose pour la couche des traits de côte ou on remplit la date de chaque trait (mois/jour/année) et l'incertitude.

OBJECTID *	SHAPE *	date	uncertainty	SHAPE_Length
22	Polyline	11/01/1980	0	2987.402903
23	Polyline	09/09/1959	0	3038.408569
39	Polyline	03/04/2016	0	3015.651533
40	Polyline	09/04/2009	0	2861.83226
41	Polyline	04/30/2006	0	3056.33893

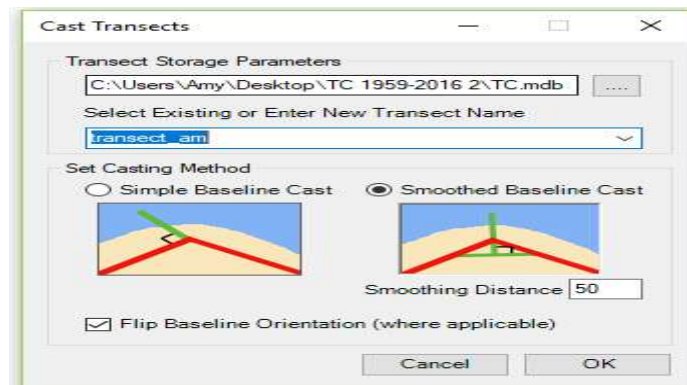
**Figure 8 :** Remplissage de la table d'attributs des traits de côte.

- Puis on clique sur « Set/Edit » de l'outil DSAS et on remplit les champs tout en choisissant l'espacement entre les transects ainsi que leur longueur.



**Figure 9 :** Définir les paramètres pour projeter les transects.

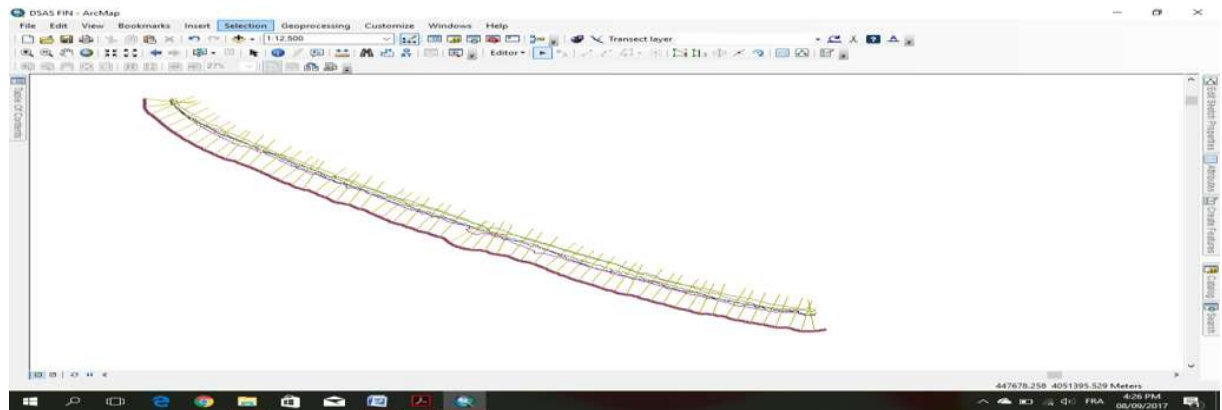
- Puis on clique sur « Cast transects » dans le menu du DSAS et on remplit le tableau suivant où on choisit l'emplacement du fichier ainsi que son nom



**Figure 10:** Menu du projection des transects.

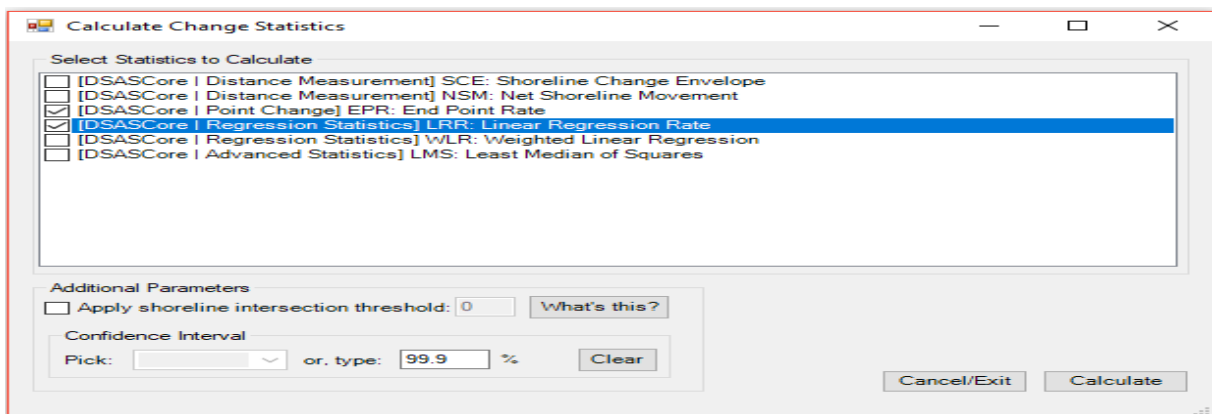
Et on appuis sur OK.

- On obtient une nouvelle couche des transects



**Figure 11 :** Couche des transects projetés.

- On passe ensuite à l'étape du calcul, où on choisit notre couche des transects dans l'outil « Transect layer » de l'extension DSAS puis on appuis sur « Calcul rates » pour obtenir la fenêtre suivante ou on coche les paramètres qu'on veut calculer (dans notre cas on a choisit EPR et LRR) et on appuis sur « Calculate ».



**Figure 12 :** Menu des statistiques à calculer.

- On obtient deux nouveaux tableaux dans les couches:

```

trsect_am_rates_20170801_002008
trsect_am_intersect_20170801_002008
    
```

**Figure 13 :** Tableaux des paramètres calculés.

On va vers la couche du transect et on clique sur le bouton droit de la souris et on choisit « Join and relate » puis « Join ».

- On remplit les champs comme suit :

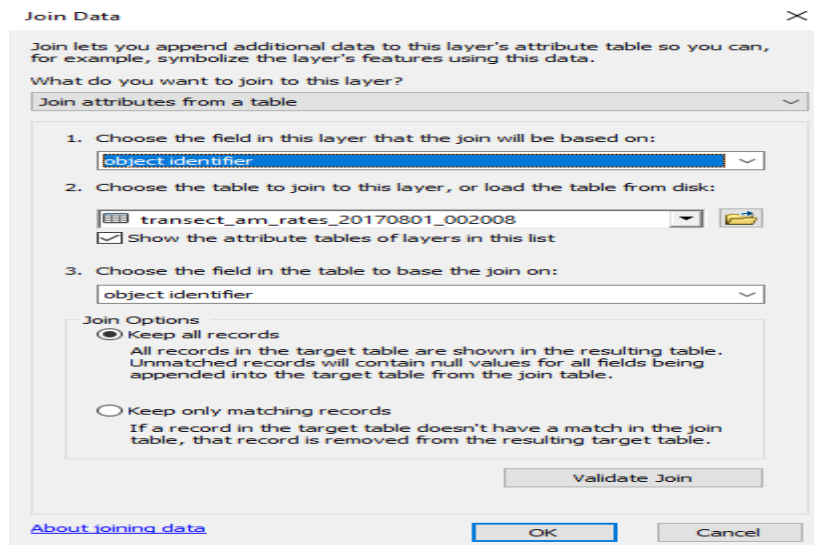


Figure 14 : Menu de l'outil « Join ».

- On obtiendra ainsi une table d'attribut qui contient tout les paramètres calculés.
- Ensuite on clique sur le bouton droit de la souris et on choisit 'Data' puis 'Export Data' et on choisit le nom et l'emplacement du fichier.
- Après on va vers 'Properties' (de la nouvelle couche créée) puis 'Symbology' et la on choisit les classes et leurs couleurs correspondantes pour mieux schématiser les paramètres d'érosion, d'accrétion et de stabilité.

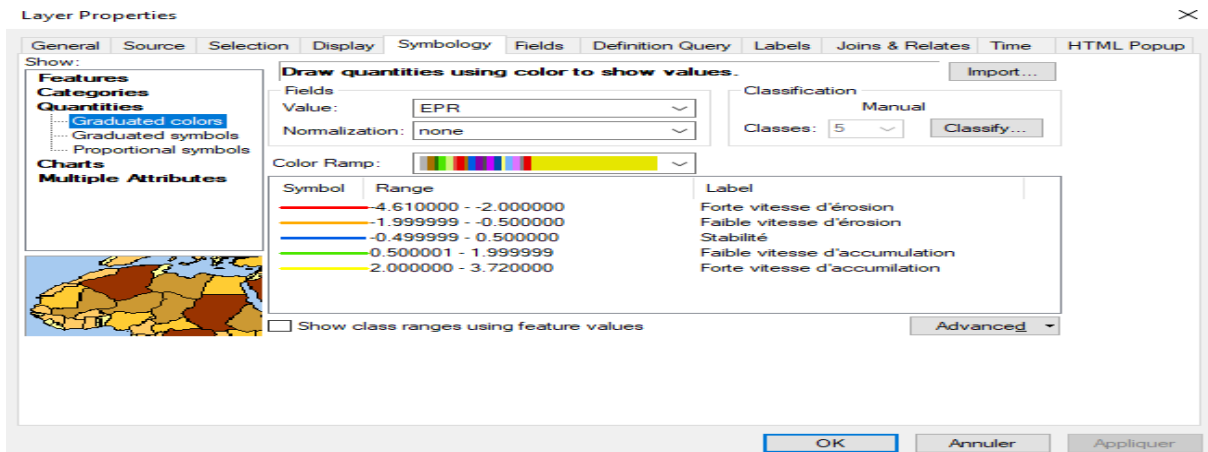
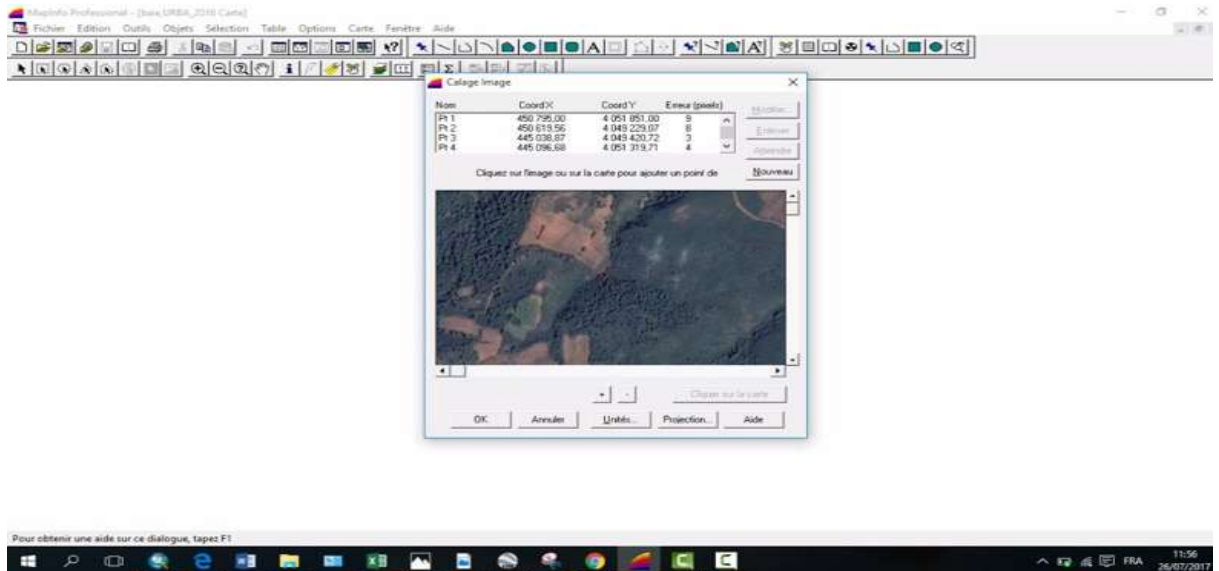


Figure 15 : Modification des paramètres de « Symbology ».

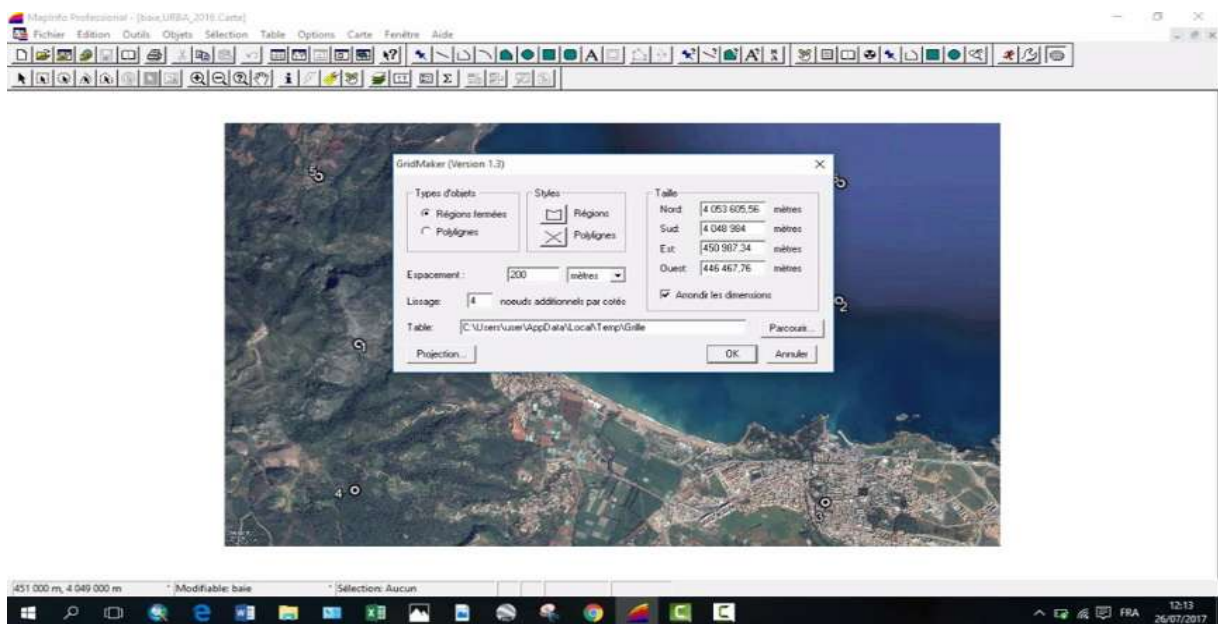
## Tutoriel MapInfo

- En premier lieu, on importe notre image satellitaire de l'année 2016 à partir de Google Earth Pro avec des repères choisis sur ce dernier.
- On passe après au calage de notre image en faisant rentrer nos coordonnées de X et Y.

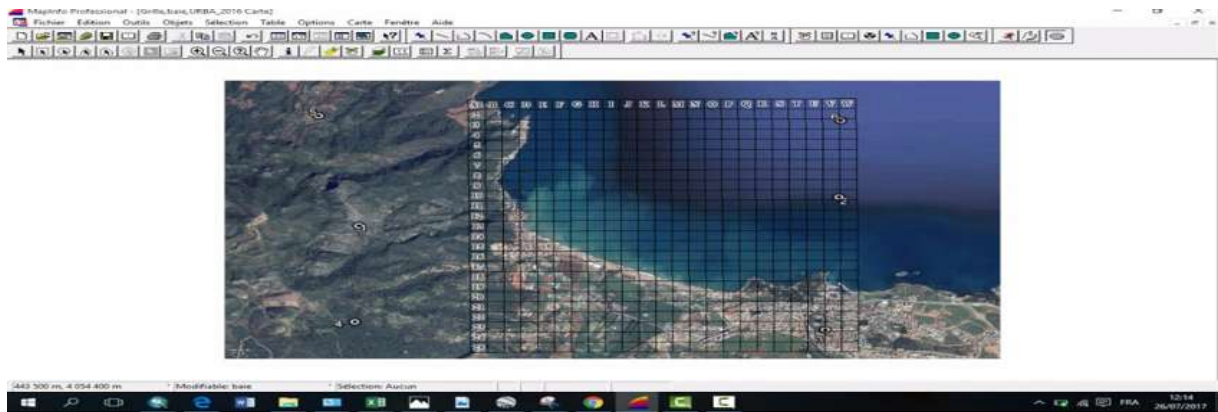


**Figure 1:** Calage de l'image satellitaire 2016 par MapInfo.

- Après on affiche notre couche
- Par la suite on passe à la création de notre grille à l'aide de l'outil Grid maker avec une surface de 200\*200 m pour chaque cellule..

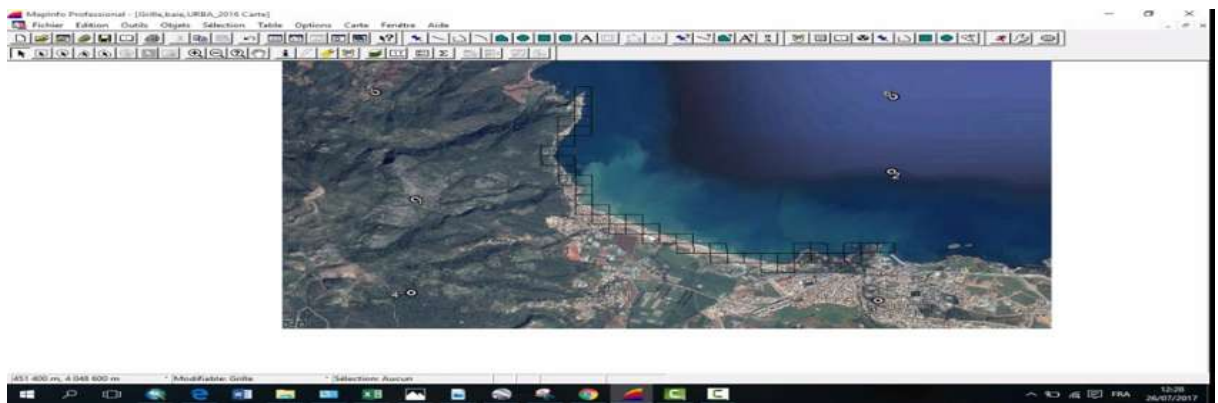


**Figure 2:** Le choix d'espace pour chaque cellule en mètre.

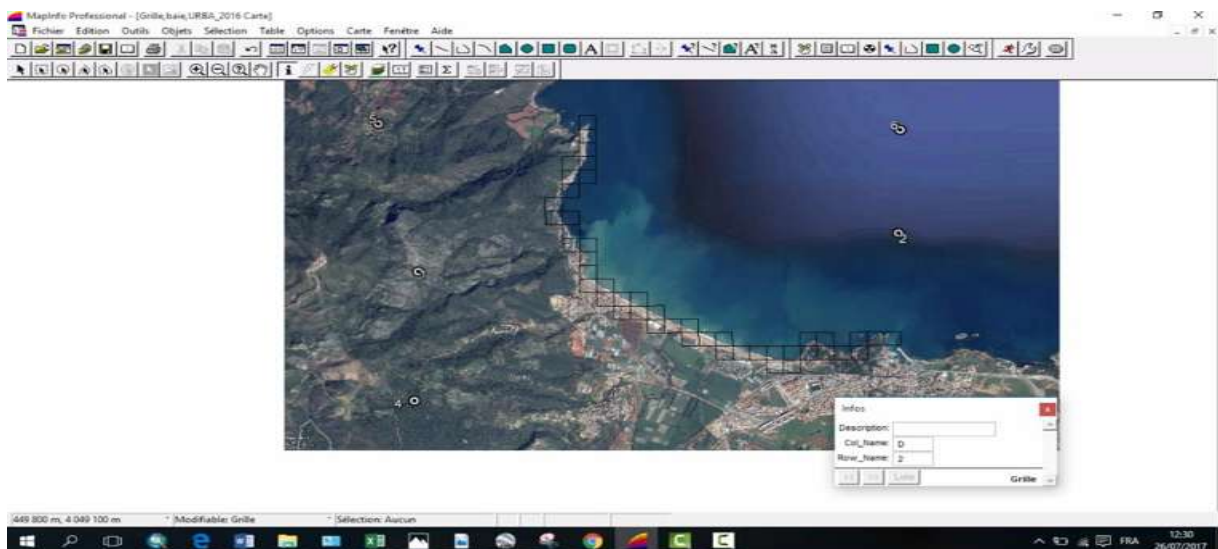


**Figure 3 :** Création de la grille sur Mapinfo.

- On élimine les cellules qui sont en plus, afin de mieux couvrir notre zone d'étude, et les numérotée par la suite.



**Figure 4 :** Élimination des cellules en plus



**Figure 5 :** Numérotations des cellules.

- Et enfin on exporte notre fichier sous format « Shapefile » pour pouvoir le lire avec d'autres logiciels (ArcGIS).

Tableau 1 : Sites Culturels Classés (LEM,2017)

Désignation du bien culturel immobilier	Monument	Site	Lieu de situation	Situation géographique	Nature juridique	Etat de conservation	Nature de protection	
							Classement	Date de classement
Cascade de Birard	hydraulique	Site naturel	Ain Tagourait	Ain Tagourait	Propriété de l'état	Moyen	National	06-10-48
Place public	Civil	Site naturel	Tipasa	Tipasa	Propriété de l'état	Moyen	National	08-04-1947
Reste de théâtre	Civil	Antique	Tipasa	Parc archéologique Ouest	Propriété de l'état	Moyen	National	08-04-1947
Reste d'une basilique et d'un cimetière	Religieux	Antique	Tipasa	Parc archéologique Ouest	Propriété de l'état	Moyen	National	08-04-1947
Ruines d'un prétoire	Civil	Antique	Tipasa	Parc archéologique Ouest	Propriété de l'état	Moyen	National	08-04-1947
Sarcophage et fragments antiques	Funéraire	Antique	Tipasa	Parc archéologique Ouest	Propriété de l'état	Moyen	National	08-04-1947
Ferme de Nador	Civil	Antique	Nador	Sidi Moussa	Propriété de l'état	Moyen	National	19-10-1982
Littoral de Tipasa	Civil	Site naturel	Tipasa	Tipasa	Propriété de l'état	Moyen	National	02-11-1948
Remparts romains et cimetière punique	Militaire et funéraire	Antique	Hadjout	Hadjout	Propriété de l'état	Moyen	National	18-02-1952
Parc archéologique Est	Funéraire	Antique	Tipasa	Tipasa	Propriété de l'état	Moyen	Mondiale	17-12-1982
Parc archéologique Ouest	Civil militaire religieux funéraire	Antique	Tipasa	Parc archéologique Ouest	Propriété de l'état	Moyen	Mondiale	17-12-1982
Mausolée royale de Mauritanie	Funéraire	Antique	Sidi Rached	Sidi Rached	Propriété de l'état	Moyen	Mondiale	17-12-1982
Château d'eau	Hydraulique	Antique	Hadjout	Hadjout	Propriété de l'état	Moyen	National	1900
Aqueduc antique	Hydraulique	Antique	Sidi Amar	Sidi Amar	Propriété de l'état	Mauvais	National	1900
Aqueduc antique	Hydraulique	Antique	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Mauvais	National	1900
Citerne sous la caserne	Hydraulique	Antique	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Moyen	National	1900
Restes des Thermes Ouest et Est	Civil	Antique	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Mauvais	National	1900
Restes de l'amphithéâtre	Civil	Antique	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Mauvais	National	1900
Caid Youcef Ruines romaines	Civil	Antique	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Moyen	National	19-10-1982
Cimetière El Ghoirini	Funéraire	Médiéval	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Moyen	National	19-10-1982
Ancien Musée	Civil	Antique	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Moyen	National	01-09-1985
Place des Martyrs	Civil	Site naturel	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Moyen	National	01-09-1985
L'ensemble de l'enceinte Romaine	Militaire	Antique	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Mauvais	National	01-09-1985
Plot de Sidi Ali Ferki ex Joinville	Civil	Antique	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Moyen	National	01-09-1985
Nécropole de l'Oued N'Sara	Funéraire	Antique	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Mauvais	National	01-09-1985
Pont Romain	Hydraulique	Antique	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Mauvais	National	01-09-1985
Tombeau de l'Oued El Kantara	Funéraire	Antique	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Mauvais	National	01-09-1985
Forum de Cherchell	Civil	Antique	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Moyen	National	01-09-1985
Mosquée des Cents colonnes	Religieux	Médiéval	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Moyen	National	17-10-1982
Terrain Boufarik	Civil	Antique	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Mauvais	National	03-11-1999
Ain Ksiba	Civil	Médiéval	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Mauvais	National	03-11-1999
Mosquée de la place Romaine	Religieux	Médiéval	Cherchell	Cherchell	Propriété de l'état	Moyen	National	03-11-1999

Tableau 1 : Évolution des vitesses d'EPR et LRR entre 1959 et 2016.

Transect Id	EPR	LRR
1	-0.42	-0.39
2	-0.41	-0.38
3	-0.35	-0.25
4	-0.35	-0.34
5	-0.47	-0.42
6	-0.53	-0.44
7	-0.58	-0.44
8	-0.76	-0.65
9	-0.71	-0.6
10	-0.76	-0.55
11	-0.78	-0.57
12	-0.56	-0.42
13	-0.55	-0.52
14	-0.49	-0.43
15	-0.65	-0.53
16	-0.74	-0.59
17	-0.75	-0.63
18	-0.73	-0.61
19	-0.47	-0.49
20	-0.58	-0.6
21	-0.82	-0.73
22	-0.51	-0.52
23	-0.57	-0.61
24	-0.57	-0.57
25	-0.69	-0.66
26	-0.87	-0.72
27	-0.8	-0.82
28	-0.79	-0.84
29	-0.7	-0.71
30	-0.72	-0.71
31	-0.51	-0.59

Transect Id	EPR	LRR
32	-1.09	-0.92
33	-0.45	-0.46
34	-0.25	-0.31
35	-0.63	-0.68
36	-0.51	-0.72
37	-0.7	-0.85
38	-0.59	-0.86
39	-0.63	-0.83
40	-0.7	-0.9
41	-0.82	-0.99
42	-0.95	-1.07
43	-0.94	-1.05
44	-0.92	-0.97
45	-0.82	-0.9
46	-0.72	-0.75
47	-0.65	-0.71
48	-0.63	-0.66
49	-0.71	-0.76
50	-0.83	-0.83
51	-0.83	-0.77
52	-0.91	-0.88
53	-0.64	-0.78
54	-0.61	-0.77
55	-0.68	-0.79
56	-0.65	-0.65
57	-0.51	-0.59
58	-0.68	-0.66
59	-0.38	-0.45
60	-0.77	-0.82
61	-0.89	-0.87

**Tableau 2 : Évolution des vitesses d'EPR entre 1959 et 1980.**

Transect Id	EPR	Transect Id	EPR
1	-0.49	32	-0.12
2	-0.48	33	0.54
3	-0.61	34	1.42
4	-0.71	35	0.47
5	-0.92	36	-0.24
6	-0.87	37	-0.26
7	-0.81	38	-0.1
8	-0.81	39	0.18
9	-0.52	40	0.33
10	-0.98	41	0.2
11	-0.83	42	0.08
12	-0.77	43	0.1
13	-0.48	44	0.1
14	-0.28	45	0.08
15	-0.53	46	-0.32
16	-0.84	47	0.46
17	-0.9	48	0.04
18	-0.85	49	0.05
19	-0.33	50	-0.17
20	-0.24	51	-0.55
21	-0.46	52	-0.74
22	-0.4	53	-0.66
23	-0.27	54	-0.9
24	-0.09	55	-1.11
25	-0.46	56	-1.24
26	-0.8	57	-1.13
27	-0.27	58	-0.87
28	-0.19	59	-0.42
29	-0.31	60	-0.66
30	-0.28	61	-0.69
31	-0.13		

**Tableau 3 : Évolution des vitesses d'EPR entre 1980 et 2006**

Transect Id	EPR	Transect Id	EPR
1	-0.51	32	-0.81
2	-0.61	33	-0.91
3	-0.39	34	-1.01
4	-0.18	35	-0.96
5	-0.16	36	-0.75
6	0.02	37	-0.69
7	0.01	38	-1.11
8	-0.33	39	-1.22
9	-0.39	40	-1.28
10	0	41	-1.39
11	-0.13	42	-1.36
12	-0.08	43	-1.46
13	-0.54	44	-1.32
14	-0.36	45	-1.14
15	-0.25	46	-0.67
16	0.07	47	-1.16
17	-0.05	48	-0.82
18	0.08	49	-0.89
19	-0.18	50	-0.96
20	-0.62	51	-0.81
21	-0.65	52	-0.78
22	-0.5	53	-0.89
23	-0.61	54	-0.74
24	-0.38	55	-0.57
25	-0.43	56	-0.07
26	-0.34	57	-0.21
27	-0.98	58	-0.43
28	-1.01	59	-0.41
29	-0.69	60	-1.01
30	-0.88	61	-0.83
31	-0.78		

**Tableau 4 :** Évolution des vitesses d'EPR entre 2006 et 2009.

Transect Id	EPR
1	0.23
2	2.07
3	1.48
4	1.5
5	-0.09
6	-1.99
7	-1.12
8	-1.26
9	-1.48
10	-0.59
11	0.15
12	0.36
13	0.5
14	-0.81
15	-1.54
16	-4.41
17	-4.24
18	-5.39
19	-6.1
20	-2.59
21	-1.01
22	-1.6
23	-3.29
24	-5.65
25	-4.19
26	-2
27	-2.17
28	-3.09
29	-3.56
30	-0.42
31	-3.27

Transect Id	EPR
32	-2.52
33	-2.99
34	-1.97
35	-4.39
36	-7.96
37	-10.12
38	-8.06
39	-6.02
40	-7.26
41	-6.05
42	-6.25
43	-4.71
44	-3.49
45	-4.97
46	-5.28
47	-2.57
48	-2.98
49	-4.33
50	-2.68
51	-0.17
52	-2.14
53	-3.07
54	-4.25
55	-4.72
56	-5.36
57	-4.83
58	-2.43
59	-2.87
60	-0.22
61	-2.24

**Tableau 5 :** Évolution des vitesses d'EPR entre 2009 et 2016.

Transect Id	EPR
1	0.47
2	-0.9
3	-0.78
4	-0.65
5	-0.44
6	-0.9
7	-0.87
8	-1.97
9	-2.16
10	-3.07
11	-3.59
12	-2.23
13	-1.41
14	-1.61
15	-2.2
16	-1.71
17	-1.21
18	-1.1
19	0.86
20	-0.48
21	-0.56
22	-0.34
23	-0.03
24	-0.29
25	-0.63
26	-2.58
27	-1.11
28	-0.67
29	-0.56
30	-1.7
31	-4.3

Transect Id	EPR
32	-4.61
33	-4.57
34	-1.8
35	-0.97
36	3.39
37	2.72
38	3.72
39	1.82
40	1.58
41	0.81
42	0.04
43	-0.29
44	-1.32
45	-0.36
46	0.16
47	-1.21
48	-0.86
49	-0.62
50	-1.49
51	-2.18
52	-1.32
53	1.63
54	2.73
55	2.35
56	1.46
57	2.53
58	-0.14
59	1.15
60	-0.51
61	0.2

**Tableau 1** : Les scores de la géomorphologie de la côte.

n° de cellule	Géomorphologie	score
c1	falaise	1
c2	Falaise	1
c3	plage à galet	4
c4	falaise	1
c5	falaise	1
c6	falaise	1
c7	falaise	1
c8	falaise	1
c9	falaise	1
c10	falaise	1
c11	falaise	1
c12	falaise	1
c13	falaise	1
c14	falaise	1
c15	falaise	1
c16	falaise	1
c17	plage à galets	4
c18	plage à galets	4
c19	falaise basse	3
c20	plage à galets	4
c21	cote rocheuse	1
c22	plage sableuse	5
c23	plage sableuse	5
c24	plage sableuse	5
c25	plage sableuse	5
c26	plage sableuse	5
c27	plage sableuse	5

n° de cellule	Géomorphologie	score
c28	plage sableuse	5
c29	plage sableuse	5
c30	plage sableuse	5
c31	plage sableuse	5
c32	plage sableuse	5
c33	plage sableuse	5
c34	plage sableuse	5
c35	plage sableuse	5
c36	plage sableuse	5
c37	plage sableuse	5
c38	plage sableuse	5
c39	plage sableuse	5
c40	plage sableuse	5
c41	plage sableuse	5
c42	plage sableuse	5
c43	plage sableuse	5
c44	falaise basse	3
c45	falaise basse	3
c46	falaise basse	3
c47	falaise basse	3
c48	falaise basse	3
c49	falaise basse	3
c50	falaise basse	3
c51	falaise basse	3
c52	falaise basse	3
c53	falaise basse	3
c54	falaise basse	3

**Tableau 2 : les scores de la pente côtière.**

n° de cellule	Géomorphologie	Pente côtière (%)	score
c1	falaise	4.7	3
c2	falaise	3.8	3
c3	plage à galet	4.4	3
c4	falaise	8	2
c5	falaise	2.6	4
c6	falaise	7.7	2
c7	falaise	2.6	4
c8	falaise	7.3	2
c9	falaise	30	1
c10	falaise	19.5	1
c11	falaise	18.8	1
c12	falaise	24.5	1
c13	falaise	14.1	1
c14	falaise	28.8	1
c15	falaise	3.9	3
c16	falaise	14.1	1
c17	plage à galets	3.2	4
c18	plage à galets	2.4	4
c19	falaise basse	5.4	3
c20	plage à galets	3.2	4
c21	cote rocheuse	2.9	4
c22	plage sableuse	2.5	4
c23	plage sableuse	2.3	4
c24	plage sableuse	2.9	4
c25	plage sableuse	1.6	5
c26	plage sableuse	2.1	5
c27	plage sableuse	1.4	5

n° de cellule	Géomorphologie	Pente côtière (%)	score
c28	plage sableuse	1.8	5
c29	plage sableuse	1.3	5
c30	plage sableuse	1.1	5
c31	plage sableuse	0.4	5
c32	plage sableuse	0.2	5
c33	plage sableuse	0.3	5
c34	plage sableuse	0.3	5
c35	plage sableuse	0.3	5
c36	plage sableuse	0.3	5
c37	plage sableuse	0.2	5
c38	plage sableuse	0.2	5
c39	plage sableuse	2.1	5
c40	plage sableuse	1.5	5
c41	plage sableuse	2.1	5
c42	plage sableuse	1.9	5
c43	plage sableuse	1.2	5
c44	falaise basse	3.5	4
c45	falaise basse	3.2	4
c46	falaise basse	3.7	3
c47	falaise basse	2.8	4
c48	falaise basse	10	2
c49	falaise basse	7.1	2
c50	falaise basse	6.7	2
c51	falaise basse	4.8	3
c52	falaise basse	2.9	4
c53	falaise basse	7.1	2
c54	falaise basse	5.2	3

**Tableau 3 : Les scores du changement relatif du niveau de la mer**

n° de cellule	Géomorphologie	Changement relatif du N.M (mm/an)	score
c1	falaise	15	5
c2	falaise	15	5
c3	plage à galet	15	5
c4	falaise	15	5
c5	falaise	15	5
c6	falaise	15	5
c7	falaise	15	5
c8	falaise	15	5
c9	falaise	15	5
c10	falaise	15	5
c11	falaise	15	5
c12	falaise	15	5
c13	falaise	15	5
c14	falaise	15	5
c15	falaise	15	5
c16	falaise	15	5
c17	plage à galets	15	5
c18	plage à galets	15	5
c19	falaise basse	15	5
c20	plage à galets	15	5
c21	côte rocheuse	15	5
c22	plage sableuse	15	5
c23	plage sableuse	15	5
c24	plage sableuse	15	5
c25	plage sableuse	15	5
c26	plage sableuse	15	5
c27	plage sableuse	15	5

n° de cellule	Géomorphologie	Changement relatif du N.M (mm/an)	score
c28	plage sableuse	15	5
c29	plage sableuse	15	5
c30	plage sableuse	15	5
c31	plage sableuse	15	5
c32	plage sableuse	15	5
c33	plage sableuse	15	5
c34	plage sableuse	15	5
c35	plage sableuse	15	5
c36	plage sableuse	15	5
c37	plage sableuse	15	5
c38	plage sableuse	15	5
c39	plage sableuse	15	5
c40	plage sableuse	15	5
c41	plage sableuse	15	5
c42	plage sableuse	15	5
c43	plage sableuse	15	5
c44	falaise basse	15	5
c45	falaise basse	15	5
c46	falaise basse	15	5
c47	falaise basse	15	5
c48	falaise basse	15	5
c49	falaise basse	15	5
c50	falaise basse	15	5
c51	falaise basse	15	5
c52	falaise basse	15	5
c53	falaise basse	15	5
c54	falaise basse	15	5

**Tableau 4:** Les scores de l'évolution du trait de côte en fonction du LRR.

n° de cellule	Géomorphologie	Recul /Avancée du trait de côte (m/an)	score
c1	falaise	0.0001	3
c2	falaise	0.0001	3
c3	plage à galet	0.0001	3
c4	falaise	0.0001	3
c5	falaise	0.0001	3
c6	falaise	0.0001	3
c7	falaise	0.0001	3
c8	falaise	0.0001	3
c9	falaise	0.0001	3
c10	falaise	0.0001	3
c11	falaise	0.0001	3
c12	falaise	0.0001	3
c13	falaise	0.0001	3
c14	falaise	0.0001	3
c15	falaise	0.0001	3
c16	falaise	0.0001	3
c17	plage à galets	0.0001	3
c18	plage à galets	0.0001	3
c19	falaise basse	0.0001	3
c20	plage à galets	0.0001	3
c21	cote rocheuse	-0.39	3
c22	plage sableuse	-0.44	3
c23	plage sableuse	-0.6	3
c24	plage sableuse	-0.52	3
c25	plage sableuse	-0.63	3
c26	plage sableuse	-0.61	3
c27	plage sableuse	-0.49	3

n° de cellule	Géomorphologie	Recul /Avancée du trait de côte (m/an)	score
c28	plage sableuse	-0.73	3
c29	plage sableuse	-0.72	3
c30	plage sableuse	-0.82	3
c31	plage sableuse	-0.84	3
c32	plage sableuse	-0.92	3
c33	plage sableuse	-0.68	3
c34	plage sableuse	-0.72	3
c35	plage sableuse	-0.85	3
c36	plage sableuse	-0.99	3
c37	plage sableuse	-1	3
c38	plage sableuse	-0.9	3
c39	plage sableuse	-0.83	3
c40	plage sableuse	-0.78	3
c41	plage sableuse	-0.77	3
c42	plage sableuse	-0.66	3
c43	plage sableuse	-0.45	3
c44	falaise basse	0.0001	3
c45	falaise basse	0.0001	3
c46	falaise basse	0.0001	3
c47	falaise basse	0.0001	3
c48	falaise basse	0.0001	3
c49	falaise basse	0.0001	3
c50	falaise basse	0.0001	3
c51	falaise basse	0.0001	3
c52	falaise basse	0.0001	3
c53	falaise basse	0.0001	3
c54	falaise basse	0.0001	3

**Tableau 5:** Les scores de l'hauteur moyenne de la houle (Hs).

° de cellule	Géomorphologie	Hauteur moyenne des houles (m)	score	n° de cellule	Géomorphologie	Hauteur moyenne des houles (m)	score
c1	falaise	1.26	5	c28	plage sableuse	1.22	4
c2	falaise	1.26	5	c29	plage sableuse	1.22	4
c3	plage à galet	1.35	5	c30	plage sableuse	1.22	4
c4	falaise	1.26	5	c31	plage sableuse	1.22	4
c5	falaise	1.26	5	c32	plage sableuse	1.22	4
c6	falaise	1.26	5	c33	plage sableuse	1.22	4
c7	falaise	1.26	5	c34	plage sableuse	1.22	4
c8	falaise	1.26	5	c35	plage sableuse	1.22	4
c9	falaise	1.26	5	c36	plage sableuse	1.22	4
c10	falaise	1.26	5	c37	plage sableuse	1.22	4
c11	falaise	1.26	5	c38	plage sableuse	1.22	4
c12	falaise	1.26	5	c39	plage sableuse	1.22	4
c13	falaise	1.26	5	c40	plage sableuse	1.22	4
c14	falaise	1.26	5	c41	plage sableuse	1.22	4
c15	falaise	1.26	5	c42	plage sableuse	1.22	4
c16	falaise	1.26	5	c43	plage sableuse	1.22	4
c17	plage à galets	1.26	5	c44	falaise basse	1.22	4
c18	plage à galets	1.26	5	c45	falaise basse	1.22	4
c19	falaise basse	1.26	5	c46	falaise basse	1.28	5
c20	plage à galets	1.26	5	c47	falaise basse	1.28	5
c21	cote rocheuse	1.26	5	c48	falaise basse	1.28	5
c22	plage sableuse	1.22	4	c49	falaise basse	1.28	5
c23	plage sableuse	1.22	4	c50	falaise basse	1.28	5
c24	plage sableuse	1.22	4	c51	falaise basse	1.28	5
c25	plage sableuse	1.22	4	c52	falaise basse	1.28	5
c26	plage sableuse	1.22	4	c53	falaise basse	1.28	5
c27	plage sableuse	1.22	4	c54	falaise basse	1.28	5

**Tableau 6:** Les scores de la gamme moyenne de la marée.

n° de cellule	Géomorphologie	Variation moyenne de la marée (m)	score
c1	falaise	0.4	5
c2	falaise	0.4	5
c3	plage à galet	0.4	5
c4	falaise	0.4	5
c5	falaise	0.4	5
c6	falaise	0.4	5
c7	falaise	0.4	5
c8	falaise	0.4	5
c9	falaise	0.4	5
c10	falaise	0.4	5
c11	falaise	0.4	5
c12	falaise	0.4	5
c13	falaise	0.4	5
c14	falaise	0.4	5
c15	falaise	0.4	5
c16	falaise	0.4	5
c17	plage à galets	0.4	5
c18	plage à galets	0.4	5
c19	falaise basse	0.4	5
c20	plage à galets	0.4	5
c21	cote rocheuse	0.4	5
c22	plage sableuse	0.4	5
c23	plage sableuse	0.4	5
c24	plage sableuse	0.4	5
c25	plage sableuse	0.4	5
c26	plage sableuse	0.4	5
c27	plage sableuse	0.4	5

n° de cellule	Géomorphologie	Variation moyenne de la marée (m)	score
c28	plage sableuse	0.4	5
c29	plage sableuse	0.4	5
c30	plage sableuse	0.4	5
c31	plage sableuse	0.4	5
c32	plage sableuse	0.4	5
c33	plage sableuse	0.4	5
c34	plage sableuse	0.4	5
c35	plage sableuse	0.4	5
c36	plage sableuse	0.4	5
c37	plage sableuse	0.4	5
c38	plage sableuse	0.4	5
c39	plage sableuse	0.4	5
c40	plage sableuse	0.4	5
c41	plage sableuse	0.4	5
c42	plage sableuse	0.4	5
c43	plage sableuse	0.4	5
c44	falaise basse	0.4	5
c45	falaise basse	0.4	5
c46	falaise basse	0.4	5
c47	falaise basse	0.4	5
c48	falaise basse	0.4	5
c49	falaise basse	0.4	5
c50	falaise basse	0.4	5
c51	falaise basse	0.4	5
c52	falaise basse	0.4	5
c53	falaise basse	0.4	5
c54	falaise basse	0.4	5

**Tableau 7:** Les scores du CVI physique.

cellule	Géomorphologie	score	pente	niveau marin	LRR	Hs	Marée	CVI phy	score CVI phy
c1	falaise	1	3	5	3	5	5	13.69306394	2
c2	falaise	1	3	5	3	5	5	13.69306394	2
c3	plage à galet	4	3	5	3	5	5	27.38612788	3
c4	falaise	1	2	5	3	5	5	11.18033989	2
c5	falaise	1	4	5	3	5	5	15.8113883	2
c6	falaise	1	2	5	3	5	5	11.18033989	2
c7	falaise	1	4	5	3	5	5	15.8113883	2
c8	falaise	1	2	5	3	5	5	11.18033989	2
c9	falaise	1	1	5	3	5	5	7.90569415	1
c10	falaise	1	1	5	3	5	5	7.90569415	1
c11	falaise	1	1	5	3	5	5	7.90569415	1
c12	falaise	1	1	5	3	5	5	7.90569415	1
c13	falaise	1	1	5	3	5	5	7.90569415	1
c14	falaise	1	1	5	3	5	5	7.90569415	1
c15	falaise	1	3	5	3	5	5	13.69306394	2
c16	falaise	1	1	5	3	5	5	7.90569415	1
c17	plage à galets	4	4	5	3	5	5	31.6227766	4
c18	plage à galets	4	4	5	3	5	5	31.6227766	4
c19	falaise basse	3	3	5	3	5	5	23.71708245	4
c20	plage à galets	4	4	5	3	5	5	31.6227766	4
c21	cote rocheuse	1	4	5	3	5	5	15.8113883	2
c22	plage sableuse	5	4	5	3	4	5	31.6227766	4
c23	plage sableuse	5	4	5	3	4	5	31.6227766	4
c24	plage sableuse	5	4	5	3	4	5	31.6227766	4
c25	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c26	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c27	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c28	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c29	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c30	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c31	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c32	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c33	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c34	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c35	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c36	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c37	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c38	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c39	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4

## Annexe 7

---

cellule	Géomorphologie	score	pen	Niveau marin	LRR	Hs	marée	CVI phy	score CVI phy
c40	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c41	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c42	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c43	plage sableuse	5	5	5	3	4	5	35.35533906	4
c44	falaise basse	3	4	5	3	4	5	24.49489743	3
c45	falaise basse	3	4	5	3	4	5	24.49489743	3
c46	falaise basse	3	3	5	3	5	5	23.71708245	3
c47	falaise basse	3	4	5	3	5	5	27.38612788	3
c48	falaise basse	3	2	5	3	5	5	19.36491673	2
c49	falaise basse	3	2	5	3	5	5	19.36491673	2
c50	falaise basse	3	2	5	3	5	5	19.36491673	2
c51	falaise basse	3	3	5	3	5	5	23.71708245	3
c52	falaise basse	3	4	5	3	5	5	27.38612788	3
c53	falaise basse	3	2	5	3	5	5	19.36491673	2
c54	falaise basse	3	3	5	3	5	5	23.71708245	3

**Tableau 1** : Les scores des communautés de population.

n° de cellule	communauté de population	Score
c1	sans habitat	1
c2	sans habitat	1
c3	sans habitat	1
c4	sans habitat	1
c5	sans habitat	1
c6	sans habitat	1
c7	sans habitat	1
c8	sans habitat	1
c9	sans habitat	1
c10	sans habitat	1
c11	sans habitat	1
c12	sans habitat	1
c13	sans habitat	1
c14	village	2
c15	village	2
c16	village	2
c17	sans habitat	2
c18	village	2
c19	petite ville	3
c20	petite ville	3
c21	petite ville	3
c22	petite ville	3
c23	petite ville	3
c24	petite ville	3
c25	petite ville	3
c26	petite ville	3
c27	sans habitat	1

n° de cellule	communauté de population	score
c28	village	2
c29	village	2
c30	village	2
c31	sans habitat	1
c32	village	2
c33	sans habitat	1
c34	village	2
c35	sans habitat	1
c36	village	2
c37	sans habitat	1
c38	village	2
c39	village	2
c40	sans habitat	1
c41	village	2
c42	sans habitat	1
c43	village	2
c44	sans habitat	1
c45	village	2
c46	sans habitat	1
c47	village	2
c48	sans habitat	1
c49	village	2
c50	sans habitat	1
c51	sans habitat	1
c52	sans habitat	1
c53	sans habitat	1
c54	sans habitat	1

**Tableau 2 : Les scores du patrimoine culturel.**

n° de cellule	patrimoine culturel	score
c1	absent	1
c2	absent	1
c3	absent	1
c4	absent	1
c5	absent	1
c6	absent	1
c7	absent	1
c8	absent	1
c9	absent	1
c10	absent	1
c11	absent	1
c12	absent	1
c13	absent	1
c14	absent	1
c15	absent	1
c16	absent	1
c17	absent	1
c18	absent	1
c19	absent	1
c20	absent	1
c21	présent	5
c22	présent	5
c23	absent	1
c24	absent	1
c25	absent	1
c26	absent	1
c27	absent	1

n° de cellule	patrimoine culturel	score
c28	absent	1
c29	absent	1
c30	absent	1
c31	absent	1
c32	absent	1
c33	absent	1
c34	absent	1
c35	absent	1
c36	absent	1
c37	absent	1
c38	absent	1
c39	absent	1
c40	absent	1
c41	absent	1
c42	absent	1
c43	absent	1
c44	absent	1
c45	absent	1
c46	présent	5
c47	présent	5
c48	présent	5
c49	présent	5
c50	présent	5
c51	présent	5
c52	présent	5
c53	présent	5
c54	absent	1

**Tableau 3 : Les scores du réseau routier.**

n° de cellule	réseau routier	Score
c1	absent	1
c2	route	3
c3	route	3
c4	route	3
c5	route	3
c6	route	3
c7	absent	1
c8	route	3
c9	route	3
c10	route	3
c11	absent	1
c12	route	3
c13	absent	1
c14	route	3
c15	absent	1
c16	route	3
c17	absent	1
c18	route	3
c19	absent	1
c20	route	3
c21	route	3
c22	route	3
c23	absent	1
c24	route	3
c25	route	3
c26	route	3
c27	absent	1

n° de cellule	réseau routier	score
c28	route	3
c29	absent	1
c30	route	3
c31	absent	1
c32	absent	1
c33	absent	1
c34	absent	1
c35	absent	1
c36	absent	1
c37	absent	1
c38	absent	1
c39	absent	1
c40	absent	1
c41	absent	1
c42	absent	1
c43	route	3
c44	absent	1
c45	route	3
c46	absent	1
c47	absent	1
c48	absent	1
c49	absent	1
c50	absent	1
c51	absent	1
c52	absent	1
c53	absent	1
c54	absent	1

**Tableau 4 :** Les scores des voies ferrées.

n° de cellule	voies ferrées	score
c1	Absent	1
c2	Absent	1
c3	Absent	1
c4	Absent	1
c5	Absent	1
c6	Absent	1
c7	Absent	1
c8	Absent	1
c9	Absent	1
c10	Absent	1
c11	Absent	1
c12	Absent	1
c13	Absent	1
c14	Absent	1
c15	Absent	1
c16	Absent	1
c17	Absent	1
c18	Absent	1
c19	Absent	1
c20	Absent	1
c21	Absent	1
c22	Absent	1
c23	Absent	1
c24	Absent	1
c25	Absent	1
c26	Absent	1
c27	Absent	1

n° de cellule	voies ferrées	score
c28	Absent	1
c29	Absent	1
c30	Absent	1
c31	Absent	1
c32	Absent	1
c33	Absent	1
c34	Absent	1
c35	Absent	1
c36	Absent	1
c37	Absent	1
c38	Absent	1
c39	Absent	1
c40	Absent	1
c41	Absent	1
c42	Absent	1
c43	Absent	1
c44	Absent	1
c45	Absent	1
c46	Absent	1
c47	Absent	1
c48	Absent	1
c49	Absent	1
c50	Absent	1
c51	Absent	1
c52	Absent	1
c53	Absent	1
c54	Absent	1

**Tableau 5** : Les scores d'occupation des sols.

n° de cellule	occupation des sols	Score
c1	roches dénudées	1
c2	roches dénudées	1
c3	foret	3
c4	roches dénudées	1
c5	roches dénudées	1
c6	foret	3
c7	zone côtière	2
c8	zone côtière	2
c9	zone côtière	2
c10	foret	3
c11	zone côtière	2
c12	foret	3
c13	zone côtière	2
c14	foret	3
c15	zone côtière	2
c16	foret	3
c17	zone côtière	2
c18	zone urbanistique	5
c19	zone côtière	2
c20	zone urbanistique	5
c21	zone côtière	2
c22	zone urbanistique	5
c23	zone côtière	2
c24	zone urbanistique	5
c25	zone côtière	2
c26	zone urbanistique	5
c27	zone côtière	2

n° de cellule	occupation des sols	score
c28	zone urbanistique	5
c29	zone côtière	2
c30	zone urbanistique	5
c31	zone côtière	2
c32	plan d'eau	1
c33	plan d'eau	1
c34	activité agricole	4
c35	zone côtière	2
c36	zone côtière	2
c37	zone côtière	2
c38	zone urbanistique	5
c39	zone urbanistique	5
c40	zone côtière	2
c41	zone urbanistique	5
c42	zone côtière	2
c43	zone urbanistique	5
c44	zone côtière	2
c45	zone urbanistique	5
c46	roches dénudées	1
c47	foret	3
c48	foret	3
c49	foret	3
c50	foret	3
c51	zone côtière	2
c52	foret	3
c53	foret	3
c54	zone côtière	2

**Tableau 6** : Les scores de la désignation de conservation.

n° de cellule	désignation de conservation	score
c1	national	5
c2	national	5
c3	national	5
c4	national	5
c5	national	5
c6	national	5
c7	national	5
c8	national	5
c9	national	5
c10	national	5
c11	national	5
c12	national	5
c13	national	5
c14	national	5
c15	national	5
c16	national	5
c17	national	5
c18	national	5
c19	national	5
c20	national	5
c21	national	5
c22	national	5
c23	national	5
c24	national	5
c25	national	5
c26	national	5
c27	national	5

n° de cellule	désignation de conservation	score
c28	national	5
c29	national	5
c30	national	5
c31	national	5
c32	national	5
c33	national	5
c34	national	5
c35	national	5
c36	national	5
c37	national	5
c38	national	5
c39	national	5
c40	national	5
c41	national	5
c42	national	5
c43	national	5
c44	national	5
c45	national	5
c46	international	3
c47	international	3
c48	international	3
c49	international	3
c50	international	3
c51	international	3
c52	international	3
c53	international	3
c54	international	3

**Tableau 7** : Les scores du CVI socio-économique.

n° de cellule	population	Patrimoine culturel	Route	Occupation du sol	voies ferrées	conservation	CVI socio-éco	score
c1	1	1	1	1	1	5	10	1
c2	1	1	3	1	1	5	12	2
c3	1	1	3	3	1	5	14	2
c4	1	1	3	1	1	5	12	2
c5	1	1	3	1	1	5	12	2
c6	1	1	3	3	1	5	14	2
c7	1	1	1	2	1	5	11	1
c8	1	1	3	2	1	5	13	2
c9	1	1	3	2	1	5	13	2
c10	1	1	3	3	1	5	14	2
c11	1	1	1	2	1	5	11	1
c12	1	1	3	3	1	5	14	2
c13	1	1	1	2	1	5	11	1
c14	2	1	3	3	1	5	15	2
c15	2	1	1	2	1	5	12	2
c16	2	1	3	3	1	5	15	2
c17	2	1	1	2	1	5	12	2
c18	2	1	3	5	1	5	17	2
c19	3	1	1	2	1	5	13	2
c20	3	1	3	5	1	5	18	3
c21	3	5	3	2	1	5	19	3
c22	3	5	3	5	1	5	22	3
c23	3	1	1	2	1	5	13	2
c24	3	1	3	5	1	5	18	3
c25	3	1	3	2	1	5	15	2
c26	3	1	3	5	1	5	18	3
c27	1	1	1	2	1	5	11	1
c28	2	1	3	5	1	5	17	2
c29	2	1	1	2	1	5	12	2
c30	2	1	3	5	1	5	17	2
c31	1	1	1	2	1	5	11	1
c32	2	1	1	1	1	5	11	1
c33	1	1	1	1	1	5	10	1
c34	2	1	1	4	1	5	14	2
c35	1	1	1	2	1	5	11	1
c36	2	1	1	2	1	5	12	2
c37	1	1	1	2	1	5	11	1
c38	2	1	1	5	1	5	15	2
c39	2	1	1	5	1	5	15	2

## Annexe 8

---

n° de cellule	Population	Patrimoine culturel	Route	Occupation du sol	voies ferrées	conservation	CVI socio-éco	score
c40	1	1	1	2	1	5	11	1
c41	2	1	1	5	1	5	15	2
c42	1	1	1	2	1	5	11	1
c43	2	1	3	5	1	5	17	2
c44	1	1	1	2	1	5	11	1
c45	2	1	3	5	1	5	17	2
c46	1	5	1	1	5	3	16	2
c47	2	5	1	3	1	3	15	2
c48	1	5	1	3	1	3	14	2
c49	2	5	1	3	1	3	15	2
c50	1	5	1	3	1	3	14	2
c51	1	5	1	2	1	3	13	2
c52	1	5	1	3	1	3	14	2
c53	1	5	1	3	1	3	14	2
c54	1	1	1	2	1	3	9	1

## Résumé :

De nos jours plusieurs littoraux font face à une urbanisation non contrôlée des côtes. L'Algérie ne fait pas exception à ce phénomène qui cause des perturbations aux milieux naturels dont l'érosion côtière.

Nous avons essayé de cerner ce phénomène en choisissant la baie de Chenoua comme zone d'étude, où nous avons utilisé des logiciels SIG pour étudier : l'évolution de l'urbanisation, du trait de côte ainsi pour le calcul de l'indice de vulnérabilité côtière afin de voir les conséquences de ce phénomène sur la zone côtière de Chenoua.

Les résultats obtenus ont démontré que l'urbanisation de cette zone a causé le retrait du trait de côte, la disparition des dunes bordières ainsi que l'apparition de nombreuses formes de pollution et cela est dû au non respect des lois et la malveillance des autorités concernées.

Pour cela une stratégie durable doit être établie afin de protéger cette côte.

**Mots clés:** côte, urbanisation, érosion, vulnérabilité côtière, législation, Chenoua.

## Abstract:

Lately, many coasts face an out of control urbanization of coastlines. Algeria is no exception to this phenomenon that causes the disturbance of the natural habitats including shoreline erosion.

We tried to identify this phenomenon by choosing the bay of Chenoua as our study zone, where we used geographic information system softwares to study: the evolution of urbanization, of shoreline and also to calculate the coastal vulnerability index in order to see the consequences of this phenomenon on the coasts of Chenoua.

The obtained results show that the urbanization of this area caused the retreat of the shoreline, the disappearance of sand dunes and the emergence of numerous forms of pollution due to the disregard of laws and the bad monitoring of the concerned authorities.

A lasting strategy must be established to protect this coast.

**Key words:** coast, urbanization, erosion, coastal vulnerability, legislation, Chenoua.

## ملخص:

إلى يومنا هذا, العديد من السواحل تشهد توسعا عمرانيا عشوائيا بعيدا عن الرقابة. الجزائر من بين البلدان الغير مستثنية من هذه الظاهرة التي تشكل خطرا علي الأوساط الساحلية و تمثل تدهورا ملحوظا في الطبيعة, خاصة فيما يتعلق بظاهرة الحث .

من خلال دراستنا لهذه الظاهرة حاولنا إدراج خليج شنوه كحالة دراسة معمقة, معتمدين في ذلك تقنية نظام المعلومات الجغرافية من اجل دراسة كل من: التوسع العمراني, تغيرات الخط الساحلي و أيضا اجل حساب مؤشر الهشاشة الساحلية, حتى نقدر نتائج هذه الظاهرة علي مستوى شنوه .

النتائج المتحصل عليها تبين أن التوسع العمراني علي مستوى هذه المنطقة التراجع في مستوى الخط الساحلي, و اختفاء الكثبان الرملية الساحلية و أيضا ظهور العديد من أشكال التلوث. كل هذا ناتج عن عدم احترام القوانين و سوء التسيير و المراقبة من طرف السلطات من طرف السلطات المعنية.

و بهذا الصدد, فحماية هذه المنطقة الساحلية تستوجب اعتماد إستراتيجية مستدامة.

**الكلمات المفتاحية:** ساحل, التوسع العمراني, الحث, الهشاشة الساحلية, التشريع, شنوه.