

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES SCIENCES DE LA MER ET DE
L' AMENAGEMENT DU LITTORAL**

Mémoire

En Vue De L' obtention Du Diplôme D' ingénieur D' état En Aménagement Du Littoral

Thème

***L'ensemble dune-plage dans l'Ouest du Mazafran : approche de sa gestion
intégrée par la qualité du site***

Présenté par :

Larab Aicha

Soutenu le 05/11/2014 devant le jury composé de :

Mehdid. S	maitre assistante A (ENSSMAL)	Présidente
Larid. M	maitre de conférences A (ENSSMAL)	Promoteur
Mezouar. K	maitre de conférences B (ENSSMAL)	Examineur
Hemdane. Y	maitre de conférences A (ENSSMAL)	Examineur

Promotion : 2013 / 2014

INDEX

Index des cartes

Carte n°1 : topographie de la baie de Bousmail (LECLAIRE, 1972).....	4
Carte n°2 : carte des sous bassins versants d'Oued Mazafran.....	10
Carte n°3 : les grands ensembles morphologiques côtiers de l'Ouest du Mazafran.....	19
Carte n°4 : bathymétrie du plateau continental en face de l'embouchure de l'Oued du Mazafran (d'après la carte de Leclair, 1972).....	21
Carte n°5 : Evolution du trait de cote de la plage Colonel Abbes (1972 et 1999).....	22
Carte n°6 : évolution du trait de cote de la zone d'étude (secteur Est).....	23
Carte n°7 : évolution du trait de cote de la zone d'étude (secteur centre).....	24
Carte n°8 : évolution du trait de cote de la zone d'étude (secteur Ouest).....	24
Carte n°9 : sédimentation en moyennes et grandes profondeurs en baie de Bou Ismail (D'après LECLAIRE, 1972).....	26
Carte n°10 : prélèvements d'échantillons sur la plage Colonel Abbes suivant trois points (ligne de rivage, l'estran, la haute plage).....	28
Carte n°11 : début d'un processus d'occupation humaine nuisible à l'équilibre du littoral sableux du Mazafran.....	41

Index des figures

Figure n°1 : courbes des variations des températures dans la région du Mazafran.....	5
Figure n°2 : Les précipitations annuelles dans la région du Mazafran (1980 à 2003) D'après les données de l'ANRH.....	6
Figure n°3 : Moyennes mensuelles des précipitations (1986 à 2003) dans la région du Mazafran D'après les données de l'ANRH.....	6
Figure n°4 : diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN Appliqué au site du Mazafran.	6
Figure N°5 : position du site du Mazafran dans le climagramme d'EMBERGER.....	7
Figure n°6 : Pourcentages des vents par directions sur six années (2001 à 2006).....	8
Figure n°7 : corrélation entre les débits solides et liquides annuelles de L'Oued Mazafran enregistrés en même période.....	11
Figure n°8 : variations annuelles des apports solides dans l'oued Mazafran.....	12
Figure n°9 : Variations annuelles des apports liquides dans l'Oued Mazafran.....	12
Figure n°10 : fréquences annuelles des houles par secteur.....	13
Figure n°11 : <i>Les types des plages</i>	16
Figure (12) : histogramme de fréquence des modes d'un échantillon granulométrique sur la haute plage dans la zone d'étude.....	30
Figure (13) : histogramme de fréquence des modes d'un échantillon granulométrique sur l'estran dans la zone d'étude.....	30
Figure (14) : Histogramme de fréquence des modes d'un échantillon granulométrique sur la ligne de rivage.....	31
Figure n° 15 : courbe cumulative (Md) sur le trait de cote.....	32
Figure n16 : graphique représentant l'affluence des baigneurs (2002 à 2004).....	40
Figure 17 : Variations de critères de qualification de la zone d'étude.....	42
Figure 18 : illustration du diagramme d'intégration (Radar Excel).....	49
Figure n°19 : <i>diagramme d'intégration par la qualité du site</i>	53

Index des tableaux

Tableau n°1 : températures moyennes mensuelles dans la région de Mazafran (1986- 2005).....	5
Tableau n°2 : caractéristiques des sous bassins versants de l'Oued Mazafran.....	9
Tableau n°3 : fréquences saisonnières par secteur des houles au large de la baie de Bousmail (une saison correspond à 100%).....	13
Tableau n°4 : granulométrie d'échantillon prélevé au trait de cote dans la plage étudiée.....	29
Tableau n°5 : évaluation du degré de classement d'un sédiment suivant l'échelle de Fuchtbauer (1959).....	32
Tableau n°6 : résultats d'analyses d'eaux de l'Oued Mazafran (1992-1993).....	37
Tableau 7 : qualité des eaux de baignade de la zone d'étude dans la saison estivale 2004.....	38
Tableau n°8 : Affluence de baigneurs (2002 à 2004).....	40
Tableau n°9 : définition des variables naturelles du site.....	49
Tableau n°10 : définition des variables environnementales du site.....	50
Tableau n°11 : définition des variables de l'accès et de l'accueil.....	50
Tableau n 12 : mesure des indicateurs pour le site du Mazafran.....	50
Tableau n° 13 : modèle d'évaluation d'un critère qualité.....	51

Index des photos

<i>Photo n° 1</i> : situation géographique de la zone d'étude.....	2
<i>Photo n° 2</i> : la plage Colonel Abbas.....	3
<i>Photo n° 3</i> : l'embouchure de l'Oued Mazafran.....	9
<i>Photo n° 4</i> : Direction de la dérive littorale résultante.....	14
<i>Photo n° 5</i> : flèche littorale à l'embouchure de l'Oued Mazafran.....	15
<i>Photo n° 6</i> : l'ensemble dunaire dans la région Mazafran Ouest.....	18
<i>Photo n° 7</i> : dune littorale de l'Ouest du Mazafran.....	19
<i>Photo n° 8</i> : occupation humaine de la zone dunaire de l'Ouest Mazafran.....	20
<i>Photo n° 9</i> : dune avec sa végétation psammophiles dans la zone d'étude.....	35
<i>Photo n° 10</i> : la suroccupation humaine d'une dune dans la zone d'étude.....	35
<i>Photo n° 11</i> : la pollution des eaux dans la zone d'embouchure Ouest du Mazafran.....	36
<i>Photo n° 12</i> : la pollution par les déchets détritiques marquée par les estivants.....	36
<i>Photo n° 13</i> : la pollution par les déchets détritiques ramenés par l'Oued Mazafran.....	39
<i>Photo n° 14</i> : pressions et occupations humaines.....	41
<i>Photo n° 15</i> : sur fréquentation de la plage.....	42
<i>Photo n° 16</i> : construction illicite dans le site.....	42

Liste des abréviations

- **ANRH:** Agence National des Ressources Hydrauliques.
- **APC:** Association de Protection Côtière.
- **APPL:** Agence National de Protection et de Promotion du Littoral.
- **GIZC:** Gestion Intégrée de la Zone Côtière.
- **LEM:** Laboratoire des Etudes Maritimes.
- **OMS:** Organisation Mondiale de la Santé
- **ONDPA:** Office Nationale du Développement de la Pêche et de l'Aquaculture.
- **ONM:** Office National de Météorologie.
- **PNUE:** Programme des Nations Unies pour l'Environnement.
- **SEMEP:** Service de Maternité et de Protection Infantile.
- **SNAT :** Schéma National d'Aménagement du Territoire.
- **SRAT :** Schéma Régional d'Aménagement du Territoire.

Sommaire

1- INTRODUCTION GENERALE.....	1
2- LE LITTORAL SABLEUX DU MAZAFRAN	
2-1 Cadre Général.....	2
2-1.1 Localisation Géographique.....	2
2-1.2 Baie De Bou-Ismaïl (Données Morphosédimentaires).....	3
2-1.3 Données climatiques et hydrographiques.....	4
2-1.4 Données Hydrodynamiques.....	13
2-2 L'approche topographique et morphologique (parties aériennes et sous marines).....	16
2-3 La Cinématique côtière (variations du trait de cote).....	22
2-4 Le Patrimoine naturel : matériaux (sable), couvert végétal.....	26
2-5 La Qualité du milieu (eau, déchets solides).....	37
2-6 L'occupation et les nuisances humaines.....	40
2-7 Les Dispositions réglementaires.....	44
3- APPROCHE PAR LA QUALITE DU SITE	
3-1 Construction de l'outil.....	46
3-2 Choix des indicateurs.....	50
3-3 Application de l'outil.....	52
4-4 Suggestions des actions à entreprendre.....	55
4- CONCLUSION GENERALE.....	56
BIBLIOGRAPHIE.	
Annexes.	

Introduction générale

1. INTRODUCTION GENERALE :

La zone littorale constitue l'un des milieux les plus variables et complexes de la planète. Lieu de vie et de travail pour plus de 60% de la population mondiale ; elle souffre d'une pression anthropique élevée et croissante. La préservation de ce milieu fragile d'intérêts socio-économique important nécessite une connaissance des processus contrôlant son évolution.

Notre zone d'étude est un site touristique par excellence connaît un flux d'estivants de plus en plus important. Ces besoins touristiques se sont traduits par l'occupation de linéaire côtier par diverses installations (hôtels, bungalows, parkings, routes....) ; cependant la plage subit des modifications, une dégradation (extraction de sable, pollution...) c'est la raison pour laquelle il faut des méthodes fiables pour connaître ce site afin de mieux agir pour le protéger.

La GIZC « gestion intégrée des zones côtières » défini par KNECHT. (1998) comme étant : un processus dynamique qui réunit gouvernement et société, scientifiques et décideurs, intérêts publics et intérêts privés, dans le but de protection et de développement des systèmes côtiers et de ressources. Il vise à optimiser les choix à long terme privilégiant les ressources Et leur usage raisonné et raisonnable ».

Le travail que nous avons réalisé sur l'ensemble dune – plage du Mazafran s'inspire de cette démarche GIZC. Nous essayons de contribuer à faire avancer la notion d'intégration en considérant celle de la qualité globale de ce site balnéaire. Cette dernière est le produit de l'intégration de 3 volets : la qualité naturelle, la qualité environnementale et la qualité de l'accueil fait aux usagers. Notre question de fond est simple. Quel indice synthétique peut –on dégager pour évaluer cette qualité et en faire un outil de gestion intégrée.

Pour cela ce présent travail est structuré en deux principales parties :

1. La première consiste à collecter ou à élaborer un certain nombre de données sur les caractéristiques physique, naturelles, environnementale et spatiales : position géographique, état climatique, aspects morpho sédimentaires, pollution, occupation, aménagements etc...
2. La deuxième partie tente d'utiliser ces données et d'appliquer une méthode empirique pour déterminer l'indice global de qualité : choix, calcul et cotation des indicateurs, méthode d'évaluation des 3 volets qualité, représentation graphique, détermination de l'indice de qualité.

Chapitre 1:

Le littoral sableux du Mazafran

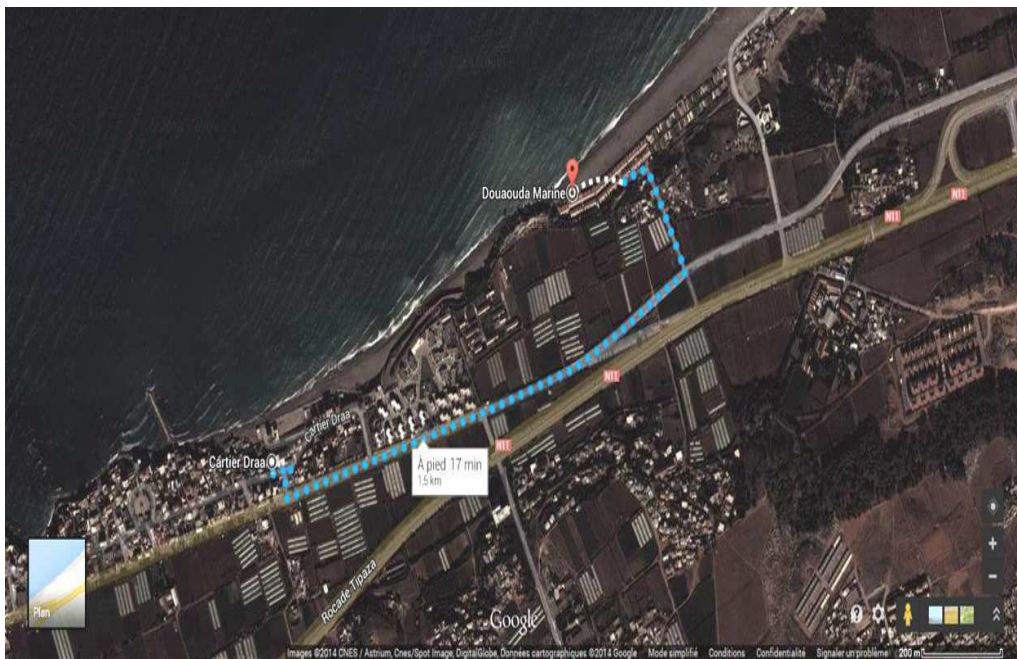
2-LE LITTORAL SABLEUX DU MAZAFRAN :

2-1 CADRE GENERAL :

2-1.1 localisation géographique :

La plage Ouest de Mazafran (Colonel Abbas) est l'une des plus grandes plages de la baie de Bousmail. Elle se trouve dans la commune de Douaouda qui fait partie de 14 communes littorales de la wilaya de Tipaza.

Cette plage est un linéaire côtier d'environ 2,9Km avec une largeur moyenne de 60m, délimitée par l'embouchure de l'Oued Mazafran à l'est, par la ville de Douaouda marine à l'Ouest, par la Méditerranée au nord et par les terres agricoles de Mitidja bordant la route nationale n°11 au sud. (Photo n°1)



Source : photo Google map

Photo n 1: situation géographique de la zone d'étude.

Notre zone d'étude (Mazafran ouest ou plage Colonel Abbes) se trouve à proximité de la ville de Douaouda marine qui est située au Nord-est de la wilaya Tipaza à la limite administrative de la wilaya d'Alger à environ 33Km, au sud ouest d'Alger à près de 6 Km à l'Est de Tipaza. Cette ville est localisée géographiquement par les coordonnées suivantes : 36° 40' 00" au Nord et 2° 47' 00" à l'Est. Sa superficie est de 10,73Km². (Art de Wikipédia, l'encyclopédie libre.2014).



Source : Google Earth

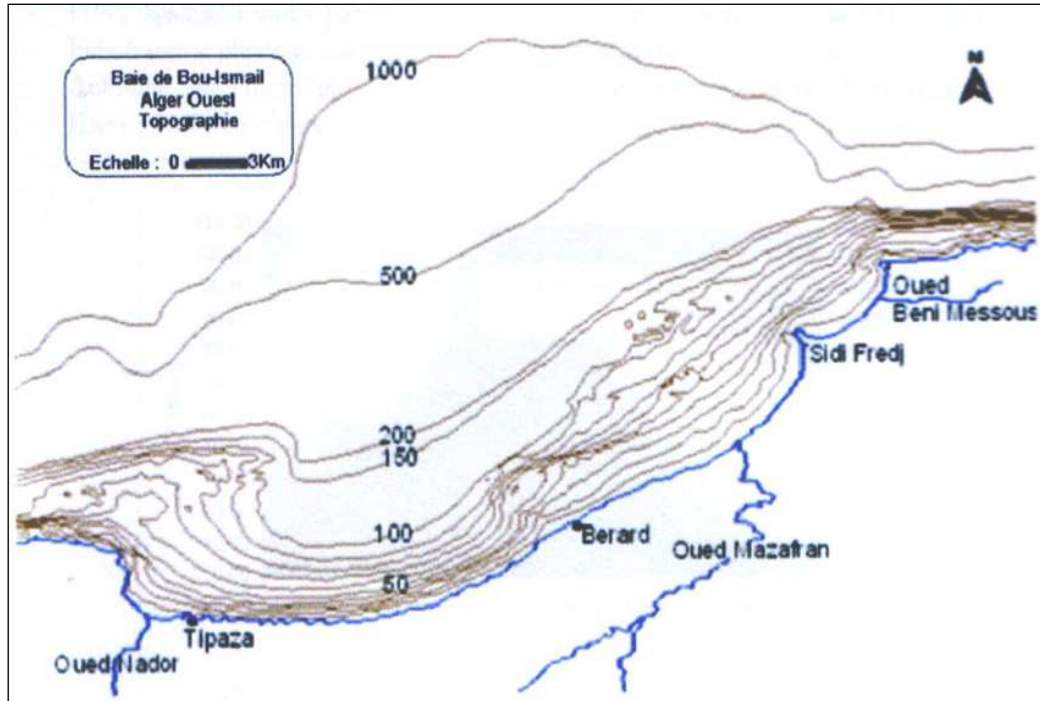
Photo 2 : la plage Colonel Abbas (vue par satellite)

2-1.2 la baie de Bou Ismail (données morphosédimentaires) :

La zone d'étude est intégrée dans la baie de Bousmail (Photo n°2). Cette dernière est l'une des plus importantes de la côte Algérienne. Elle est située à 30Km à l'Ouest d'Alger, sa superficie est de 350Km² et s'étend sur un linéaire côtier d'environ 69Km du cap du four à Ras-Acrata. Elle est délimitée au nord par la mer Méditerranée, au sud par la plaine de la Mitidja, à l'Est par la baie d'El Djamila, ex la Madrague (Ras Acrata) et à l'Ouest par le mont Chenoua (cap du Four).

Cette baie comprend plusieurs plages sableuses importantes : Colonel Abbas à Douaouda marine, Chenoua et Matares à Tipaza, les plages de Zeralda et celle de Sidi Fredj, ces plages sont entrecoupées par des zones rocheuses telles que les falaises de Bouharoun ou les falaises de Fouka marine.

Dans la baie de Bousmail la largeur moyenne de la marge continentale est de 55Km avec une déclivité irrégulière.



Carte n°1: topographie de la baie de Bousmail (LECLAIRE. 1972)

2-1.3 données climatiques et hydrographiques :

Le nord Algérien, dont fait partie la baie de Bousmail, est régi par un climat à régime Méditerranéen caractérisé par la prédominance de deux saisons nettement contrastées. Pour caractériser le climat d'une région on procède à une synthèse des principaux facteurs climatiques.

Les températures :

Selon l'office national de météorologie, la température minimale moyenne (5,5°C) est enregistrée pour deux mois de Janvier et Février, la température maximale moyenne (33°C) est enregistrée pour le mois d'Aout.

La température maximale absolue est enregistrée le 03 Aout 1988 est de (47,5°C) et

La température minimale absolue est enregistrée le 07 Janvier 2005. Elle est de -2,2°C - (ONM.2005).

Mois	Jan.	Fév	Mar.	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov	Déc
Température s moyennes	11.2	11.5	13.4	15.1	18.6	22.5	25.3	26.7	24.0	20.5	15.4	12.5
Température minimales	5.5	5.5	7.3	8.8	12.6	16.3	19.2	20.4	18.0	14.6	10.0	7.1
Température s maximales	16.9	17.4	19.6	21.3	24.5	28.7	31.5	33.5	29.9	26.4	20.4	17.9

Tableau n°1 : températures moyennes mensuelles dans la région de Mazafran (1986- 2005)
(source : ONM.2005)

A partir de ce tableau on peut diviser le climat dans la zone du Mazafran en deux périodes : une période humide (11à16°c) et une période chaude (18 à 27°c), la Première allant de mois de Novembre au mois d’Avril et la deuxième de mois de Mai au Mois d’Octobre.

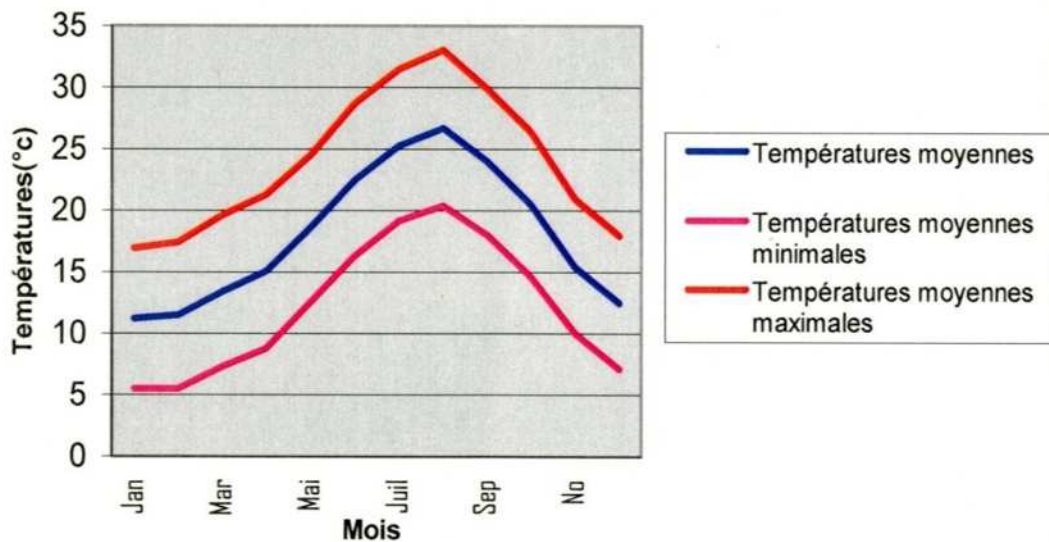


Figure n°1 : courbes des variations des températures dans la région du Mazafran

Les précipitations :

Le régime des pluies dans la région du Mazafran obéit au cycle Méditerranéen Caractérisé par son irrégularité et l’alternance de deux saisons distinctes.

D’après les données de l’ANRH et à partir des histogrammes ci-dessous on peut diviser notre zone d’étude en deux périodes : période humide allant de mois de Novembre au Mois de Février avec une moyenne de 75mm et une période sèche allant de mois de Mai au Mois d’Octobre avec une faible moyenne qui est de 19mm.

La moyenne des précipitations annuelles dans la région du Mazafran est d’environ 525,38mm, la moyenne mensuelle des précipitations le long de l’année est de 42mm. On constate aussi une période de transition (Mars-Avril) où les précipitations arrivent de 2,54mm.

Le taux le plus important enregistré durant l'année 1984 avec une valeur de 926,5mm, et le taux le moins enregistré durant l'année 1996 est de 284,4mm.

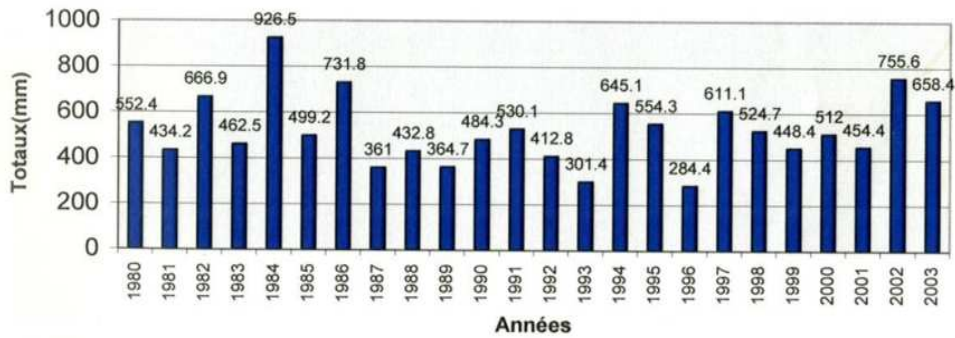


Figure n°2 : Les précipitations annuelles dans la région du Mazafran (1980 à 2003)
D'après les données de l'ANRH.

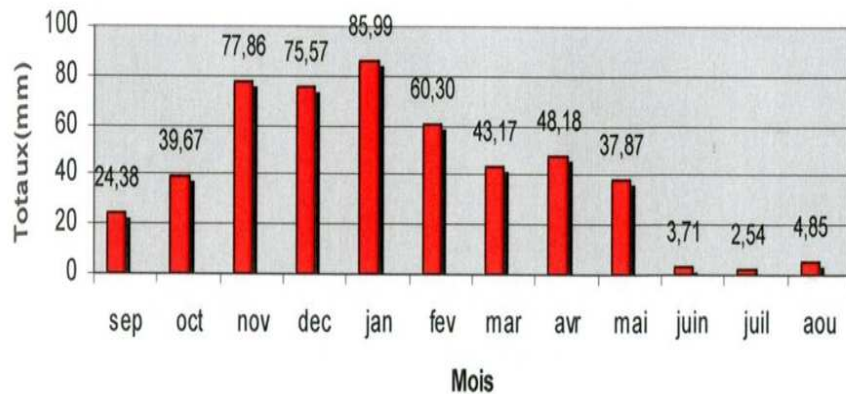


Figure n°3 : Moyennes mensuelles des précipitations (1986 à 2003) dans la région du Mazafran D'après les données de l'ANRH

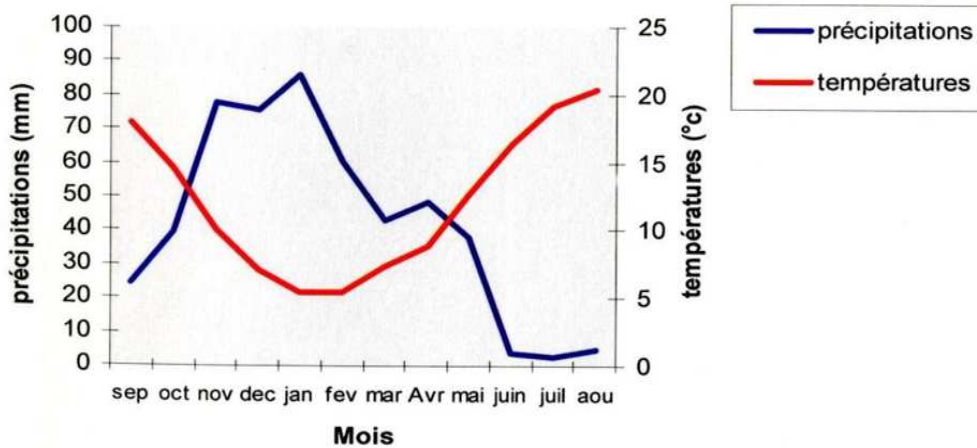


Figure n°4: diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN appliqué au site du Mazafran.

A partir de ce diagramme on peut diviser notre site d'étude en deux périodes : une période humide qui s'étend sur quatre mois de l'année (Novembre à Février) et une période sèche allant de mois de Mai au mois d'Octobre, laissant place à une période de transition (Mars-Avril) caractérisée par un climat qui change d'une année à une autre.

L'étage bioclimatique

D'après les données des températures et des précipitations on peut positionner le quotient pluviométrique dans le diagramme d'EMBERGER afin d'apprécier la nature d'étage bioclimatique dans la région du Mazafran.

Le quotient pluviométrique d'après la formule de STEWART 1969 :

$$Q3 = 3,43/P (M-m) \quad \text{AVEC}$$

M : température moyenne maximale du mois le plus chaud M= 33,0°C

m : température moyenne minimale du mois le plus froid m= 5,5°C

P : moyenne annuelle des précipitations P= 525,38°C

Après les calculs on trouve le quotient **Q3= 65,52** ; on peut donc positionner le littoral du Mazafran dans la partie de « l'étage bioclimatique subhumide »

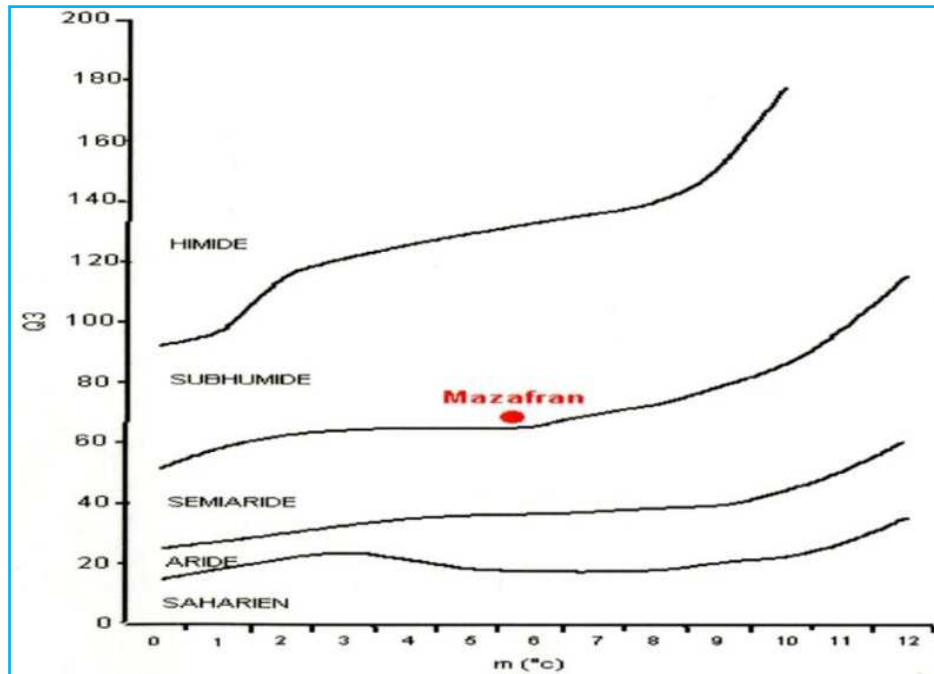


Figure N°5 : position du site du Mazafran dans le climagramme d'EMBERGER

Les vents :

Les vents sont des générateurs des houles et de courants superficiels, leurs influences s'exercent aussi sur les transports côtiers que sur les transports éoliens. Ils jouent un rôle très important dans l'évolution géomorphologique des cotes. (GUILCHER.A, 1979).

D'après les pourcentages effectués en six années du 2001 à 2006, les vents dominants soufflent des secteurs Est et Ouest, mais chaque régime apparait dominant durant une période de l'année :

- * En période estivale (Juin-Novembre) les vents sont du secteur oriental (généralement de direction Est et Nord Est).
- * En période hivernale (Décembre-Mai) les vents sont du secteur occidental sont intenses (direction Ouest et Nord Ouest).

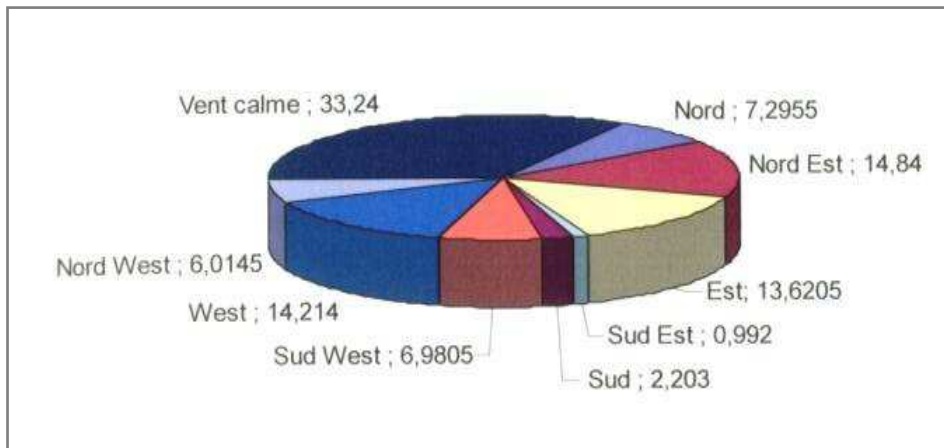
Période estivale (Juin-Nov)

Figure n°6 : Pourcentages des vents par directions sur six années (2001 à 2006)

Ces vents peuvent s'abattre violemment en rafales sur la région de Douaouda en entraînant des pertes dans l'agriculture comme cela été le cas de la tempête qui a frappé la région de Douaouda en 1983 et 1989 (source APC de Douaouda).

Le bassin versant :

Le principal cours d'eau qui alimente la plage colonel Abbas c'est l'Oued Mazafran. Cet Oued qui tire son nom de la couleur de ses eaux : El Ma Es safran (eau jaune), constitue l'un des principaux cours d'eaux de la Mitidja et le plus important débouchant dans la baie de Bousmail. Il est formé principalement par la confluence de trois Oueds secondaires qui sont : Oued Djer, Oued Bouroumi et Oued Chiffa et reçoit comme affluent Oued Fatis. Le bassin versant du Mazafran est plus important, Il est subdivisé selon l'ANRH en quatre sous bassins versants :

Chiffa, Djer, Bouroumi et le bassin versant intermédiaire du Mazafran. L'ensemble des écoulements de ce bassin se dirige vers la cluse du Mazafran.

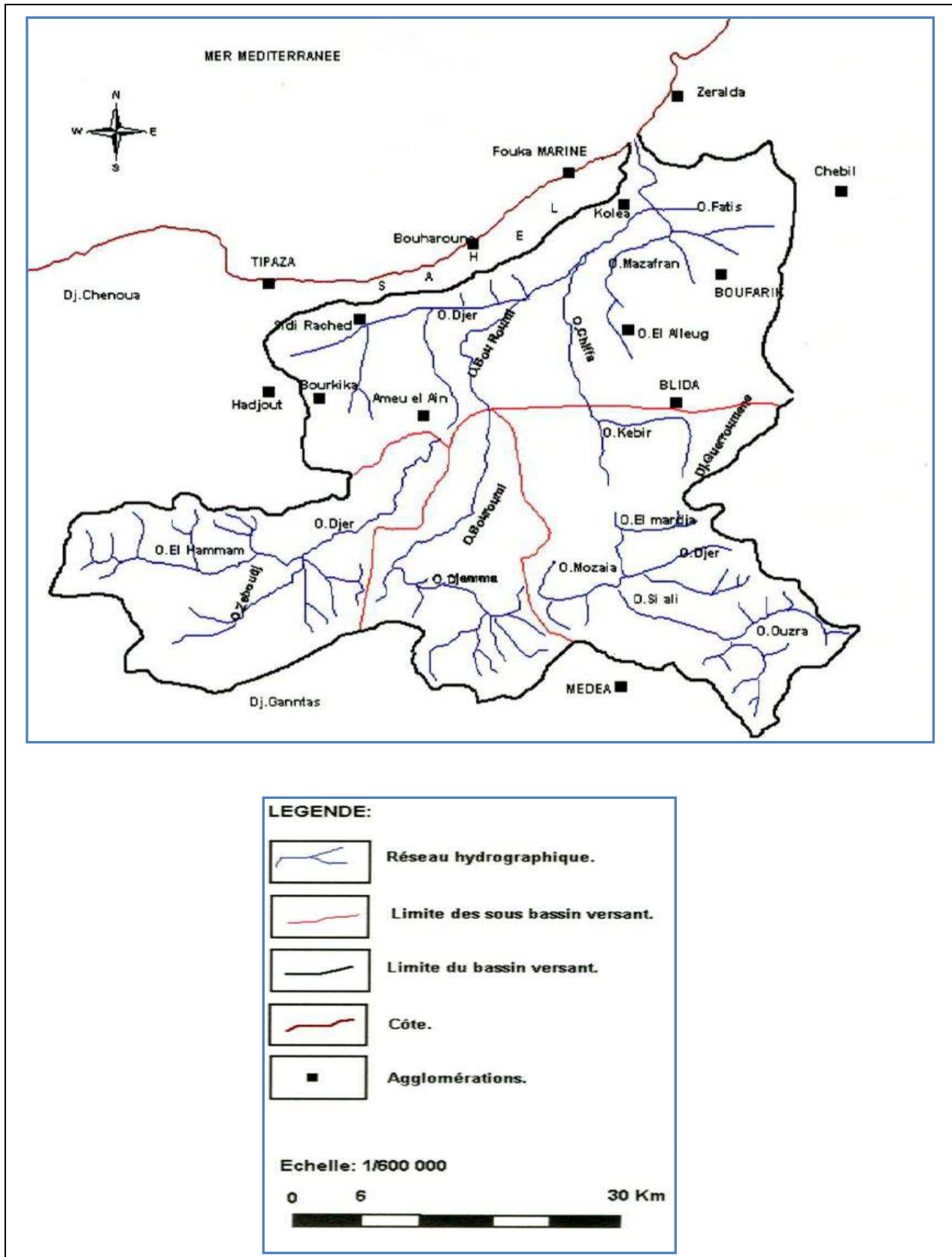


Source : Google map

Photo n°3 : l'embouchure de l'Oued Mazafran

Caract. éristiques \ Bassin versant	Bassin Oued Djer	Bassin Oued Bouroumi	Bassin Oued Chiffa	Bassin intermédiaire	Bassin total
Surface (Km ²)	420	250	500	700	1900
Longueur du bassin (Km)	45	41	51	31	75
Longueur de l'Oued (km)	54	47	62	36	92
Pente moyenne de l'Oued (%)	0.610	0.700	0.840	0.061	0.600

Tableau n°2 : caractéristiques des sous bassins versants de l'Oued Mazafran (Source A.N.R.H).



Carte n°2: carte des sous bassins versants d'Oued Mazafran.

L'Oued Mazafran :

Le Mazafran possède un bassin versant de 1850Km², c'est le plus important des Oueds qui débouchent dans la baie de Bousmail (Braik, 1989). Son débit solide est estimé entre 1400 et 1800t/Km², tandis que son débit liquide est de l'ordre de 43,8 millions m³/an. ces apports dépendent étroitement du régime hydrologique de l'Oued marqué par un long étiage de juin au débit de décembre avec des débits représentant 17,38% du débit liquide annuel. Entre décembre et avril, les débits représentent 82,61% du débit liquide annuel.

L'Oued Mazafran se débouche au niveau d'une plage sablonneuse entre Douaouda et Zeralda avec un débit moyen d'environ 7,566m³/s. (A.N.R.H, 2003).

L'oued Mazafran constitue la limite sud-ouest de la commune de Douaouda, c'est de loin le plus important des oueds. Il draine les eaux territoriales des Wilaya de Tipaza, Blida, Ain Defla, Médéa et une partie de celles de la Wilaya d'Alger. (BERKENNOU.N.2012)

« Le gros des matériaux rencontrés sur les plages est d'origine terrigène et à cet égard, les apports des cours d'eaux sont les plus substantiels ». (PASKOFF.R, 1981). A ce propos, selon l'intensité de son débit, les apports de l'oued Mazafran sont irréguliers. Parfois la charge est importante notamment en période de grande pluie. « La charge solide transportée par l'Oued à été évaluée à sept millions de tonnes pendant la crue du mois d'Avril 1954 ». (LECLAIRE, 1972).

L'Oued Mazafran est un cours d'eau qui draine les eaux pluviales s'écoulant de l'amont vers l'aval en transportant les sédiments qui alimentent la plage. La figure ci-dessous montre qu'il ya une corrélation entre les débits solides et liquides

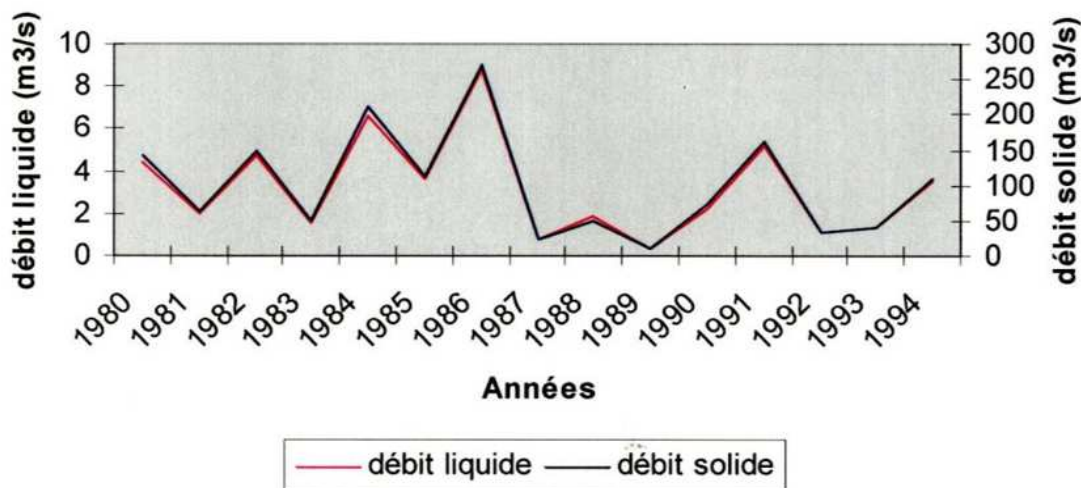


Figure n°7: corrélation entre les débits solides et liquides annuelles de L'Oued Mazafran enregistrés en même période. (In HAMAIDI, M., HADDAR, S. (2007).

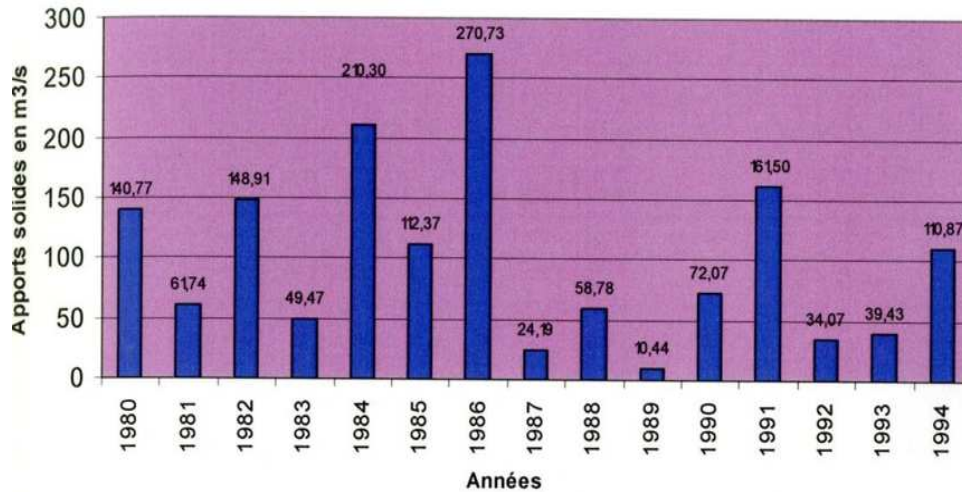


Figure n°8 : variations annuelles des apports solides dans l’oued Mazafran (In HAMAIDI, M., HADDAR.S. (2007)).

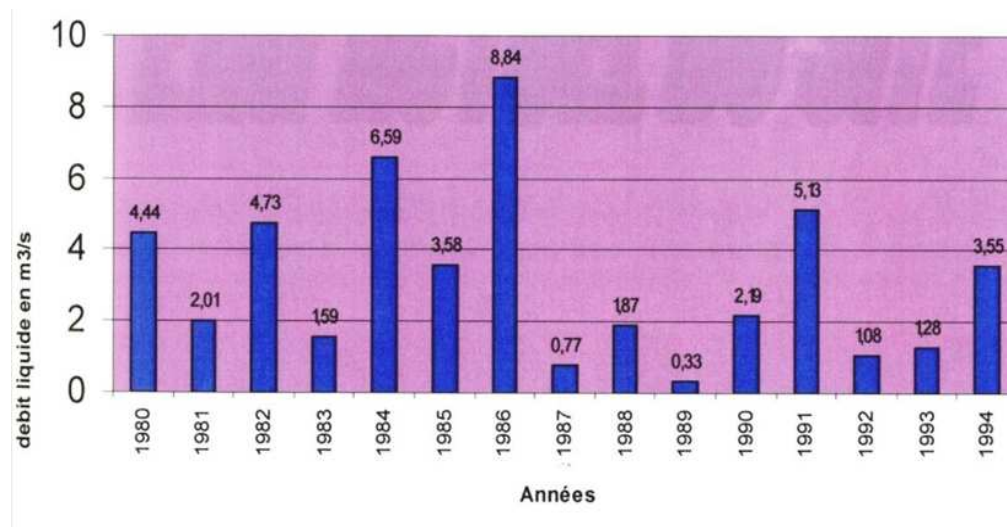


Figure n°9 : Variations annuelles des apports liquides dans l’Oued Mazafran (In HAMAIDI, M., HADDAR, S. (2007)).

2-1.4 l’hydrodynamique :

Les houles :

L’étude des houles est capitale car elles apparaissent comme le moteur essentiel des mécanismes naturels affectant la frange côtière. (In DJEMA. (1997)).

Les données qui sont résumées dans le tableau ci-dessous sont fournies par le L.E.M et concernent les fréquences mensuelles par secteur des houles au large de la baie de Bousmail, obtenues après 45000 observations effectuées entre 1963 et 1970 par l’U.S. Naval Weather Command.

	Nord	Nord-est	Est	Sud-est	Sud	Sud-ouest	Ouest	Nord-ouest
Hiver	9.4	11.93	15.53	4.2	5.66	14.2	31.63	7.43
Printemps	9.7	23.53	25.9	2.26	3.03	9.7	18.96	6.86
Eté	7.13	28.86	37.63	1.83	1.4	5.16	14.83	3.13
Automne	7.8	8.7	13.23	4.3	6.56	15.23	35.43	8.73
Annuelle	8.5	18.26	23.07	3.15	4.16	11.07	25.21	6.46

Tableau n°3: fréquences saisonnières par secteur des houles au large de la baie de Bousmail (une saison correspond à 100%).

Les houles les plus importantes dans cette zone d'étude sont de direction Ouest et Nord Est et Est selon deux saisons de l'année.

* En hiver les houles les plus importantes et violentes viennent du secteur Ouest, elles exercent une attaque frontale sur la plage qui est à l'origine de son érosion pendant la saison et la formation de barres sous-marines. (Hamaidi, M., Haddar, S. (2007) et al)

* En Eté les houles les plus fréquentes sont celles du secteur Est et Nord Est.

Les houles de secteur Est n'ont aucune influence sur la plage car elles sont stoppées par le promontoire de Sidi Fredj. Mais celles de Nord-est subissent partiellement une déviation qui leur occasionne une perte en énergie mais permettent aux matériaux de longer la cote d'Est vers l'Ouest ce qui permet l'engraissement des plages de Zeralda et de Douaouda et permet une distribution des matériaux apportées par l'Oued Mazafran en faveur de la plage Colonel Abbes. (Hamaidi, M., Haddar, S. (2007) et al).

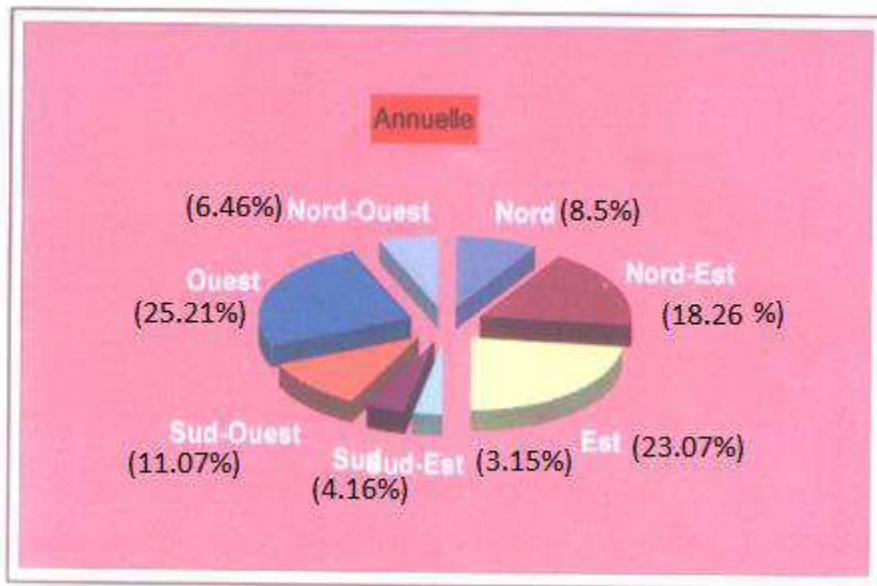


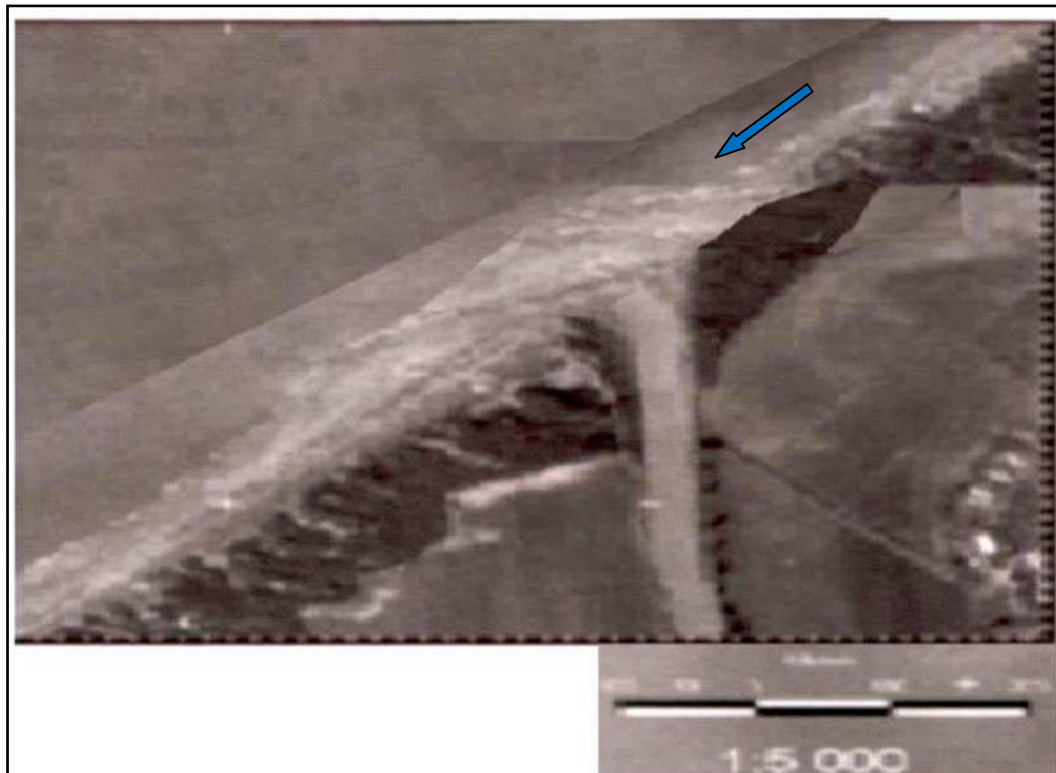
Figure n°10 : fréquences annuelles des houles par secteur.

Les courants :

Les courants sont généralement faibles au long des cotes Algériennes, leurs vitesses ne dépassent pas 2,25m/s et leurs directions sont généralement de l'Ouest vers l'Est mais peuvent être détournés par des vents d'Est de grande vitesse. Ceux induits par la houle au large ou à la cote, sont à peu près les seuls à agir de façon active sur la sédimentation actuelle (CAULET, J. (1972). En général leur vitesse décroît en s'approchant du rivage.

La dérive littorale :

Le sens de la dérive littorale dans notre zone d'étude est de Nord-est vers le Sud Ouest comme la montre la photo n°4 sur laquelle on remarque une formation d'une flèche par l'accumulation des sédiments provenant de l'Oued Mazafran, la déviation de l'embouchure vers l'Est par la dominance de ce courant.



➡ : Direction de la dérive littorale

Photo n°4 : Direction de la dérive littorale résultante (source INCT in HAMAIDIM., HADDAR.S. 2007).



Photo n° 5 : flèche littorale à l'embouchure de l'Oued Mazafran (source : photo Google map)

2-2 L'APPROCHE TOPOGRAPHIQUE ET MORPHOLOGIQUE :

2-2.1 la partie aérienne :

Le littoral sableux aérien de notre zone d'étude se compose de deux grands ensembles géomorphologiques : la partie balnéaire de la plage (plage aérienne) adossée à un ensemble dunaire plus ou moins profond.

2-2.1.1 La plage Colonel Abbas :

La plage 'colonel Abbas' est une formation sableuse limitée du côté Ouest par des falaises. Les micros falaises façonnent la morphologie côtière de la partie littorale de Douaouda marine, on les remarque comme une barrière naturelle qui sépare les deux plages de la région : plage Colonel Abbas et celle de Colonel Houas.

Il faut rappeler que les plages sont des formes d'accumulation qui se mettent en place sur un rivage lorsque la quantité de matériaux disponible dépasse le volume des sédiments que les vagues et les courants littoraux sont capables de déplacer (Paskoff – 1992). L'importance et la dimension des matériaux sur la plage 'colonel Abbas' indique que les conditions hydrodynamiques et topographiques locales sont plutôt favorables à l'accumulation. Mais comme nous le remarquerons plus loin, dans notre étude des variations du trait de côte local, il y a plutôt une tendance à l'amaigrissement du patrimoine sédimentaire de notre plage. Cette

situation est constatée au niveau universel. En effet une étude de synthèse à l'échelle mondiale effectuée par E.C.F.Bird (1985) a montré que la tendance récente des plages est à l'érosion (70% des cas) alors que 10% seulement avancent, les 20% restant montrent une relative stabilité. Les plages étant par définition des formes d'accumulation, leur érosion actuelle témoigne d'un renversement de leur tendance évolutive. (Pirazzoli.1998).

Roland Paskoff indique qu'il existe des plages longues et rectilignes, parfois bordées de grandes dunes. D'autres au fond d'une baie présentent un tracé curviligne, le plus souvent concave vers la mer, l'orientation de la ligne de rivage tend à être perpendiculaire à la houle dominante. Certaines plages s'appuient sur toute longueur sur des affleurements rocheux. D'autres appelées flèches, peuvent s'en détacher en partie ou totalement et évoluer librement, en s'allongeant dans le sens de la dérive littorale.

La zone d'étude « Colonel Abbas » présente les caractéristiques de la première catégorie décrite par Paskoff. Cette zone est plutôt en plage ouverte rectiligne bordée d'un ensemble dunaire, aujourd'hui, plus ou moins conservé. Il est aussi remarquable de voir tout le long de l'année, selon les débits de l'oued Mazafran et la consistance ainsi que la nature des transits littoraux, les variations morphologiques au niveau de l'embouchure, qui se manifestent par l'évolution d'une flèche littorale. La position d'une flèche n'est pas fixe mais tend à migrer surtout de la crête éventuellement libre (Paskoff 1992).

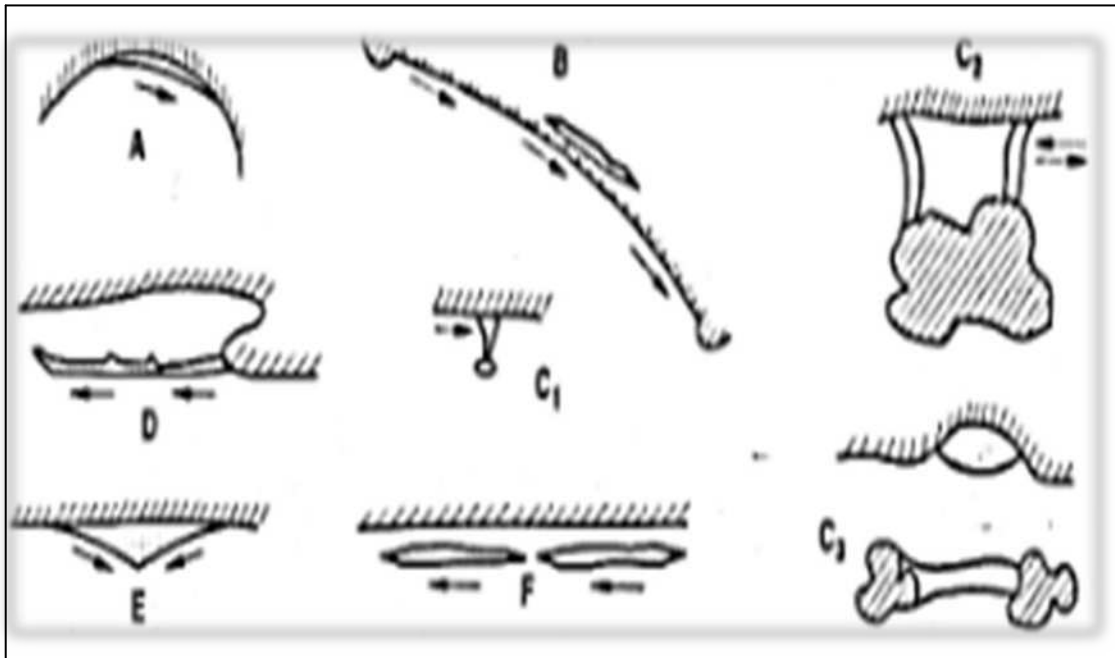


Figure n°11 : Les types des plages (Pirazzoli.1998)

A /plage de fond de baie double

B/plage ouverte

C1/tombolo simple

C2/tombolo

C3/tombolo entre deux îles

D/flèche

E/saillant triangulaire

F/ île barrière

Les flèches indiquent le sens de la dérive littorale

Les matériaux qui constituent les plages sont le plus souvent d'origine terrigène surtout dans les régions froides ou tempérés, ils sont faits de sable et de galet qui proviennent de l'avant-cote, de l'érosion des falaises et de la charge solide des rivières par contre l'apport bio détritique (débris de coquilles, d'algues calcaires, fragments coralliens, spicules d'éponges), sont d'origine marine (PIRAZZOLI. (1998)).

Comme nous l'avons déjà signalé les apports de l'oued Mazafran semblent être actuellement la principale source d'alimentation en matériaux de notre zone d'étude. En effet la proximité de la plage 'colonel ABBAS' de son embouchure laisserait croire que le Mazafran est le principal pourvoyeur en sédiments.

La largeur et la pente d'une plage sont fonction de la quantité de matériaux disponibles et de l'énergie des vagues et des courants susceptibles de les déplacer.

Le mouvement de va et vient des vagues trie le matériel des plages et lui donne un aspect caractéristique. (PIRAZZOLI. (1998)).

« Il ya entre la taille du sédiment et la pente de l'estran sableux une relation complexe qui varie selon l'ouverture de la plage vers la mer ». (PINOT, J. (1998)).

Il est intéressant pour la plage 'colonel ABBASS' de procéder à des suivis de profil et à des prélèvements de sédiments pour étudier la corrélation entre les variations de ses pentes successives et celles de la dimension des grains (granulométrie).

La baie de Bousmail comprend : 16 plages dont la plus développée est celle de « Colonel Abbes » (dans la commune de Douaouda) s'étalant sur une longueur de 3000m. La granulométrie de ces plages est constituée de sable fin, sable moyen et de galets. Les plages présentent généralement un profil transversal plus ou moins concave, leur pente varie en fonctions des stocks sédimentaires qui les constituent et des caractéristiques des vagues.

Les profils aériens effectués à l'aide d'un théodolite et une mire le 16 Décembre 2003 suivant la route bordant la plage indiquent sa pente douce qui varie entre $1^{\circ}.30$ et $1^{\circ}.01$ (In Ouazar. 2004). Il faut noter que les ruptures de pentes observées sont le fait des changements brusques du régime hydrodynamique, cette dynamique est en fonction de la pente et de la granulométrie des plages.

2-2.1.2 La partie dunaire

Les dunes sont des formations qu'on retrouve immédiatement sur la continuité des plages puisqu'elles sont à l'origine de leur formation.

La naissance d'une dune littorale est conditionnée par l'abondance de sable sur l'estran, par l'existence d'un vent fort soufflant du large et par une rapide colonisation des amoncellements de sable au-dessus de la limite d'atteinte de la mer par des plantes psammophiles (adaptées au substrat sableux). Ces monticules se développent et peuvent devenir coalescents jusqu'à constituer une dune bordière parallèle au rivage dont les dimensions sont très variables.

Une dune bordière n'est pas fixe mais dynamique par nature. Si la plage recule elle va aussi se replier, en roulant sur elle-même. Son éventuelle restauration doit tenir compte de cette mobilité

et ne pas essayer de l'entraver pour ne pas avoir à relocaliser des aménagements. (Pirazzoli. (1998)).

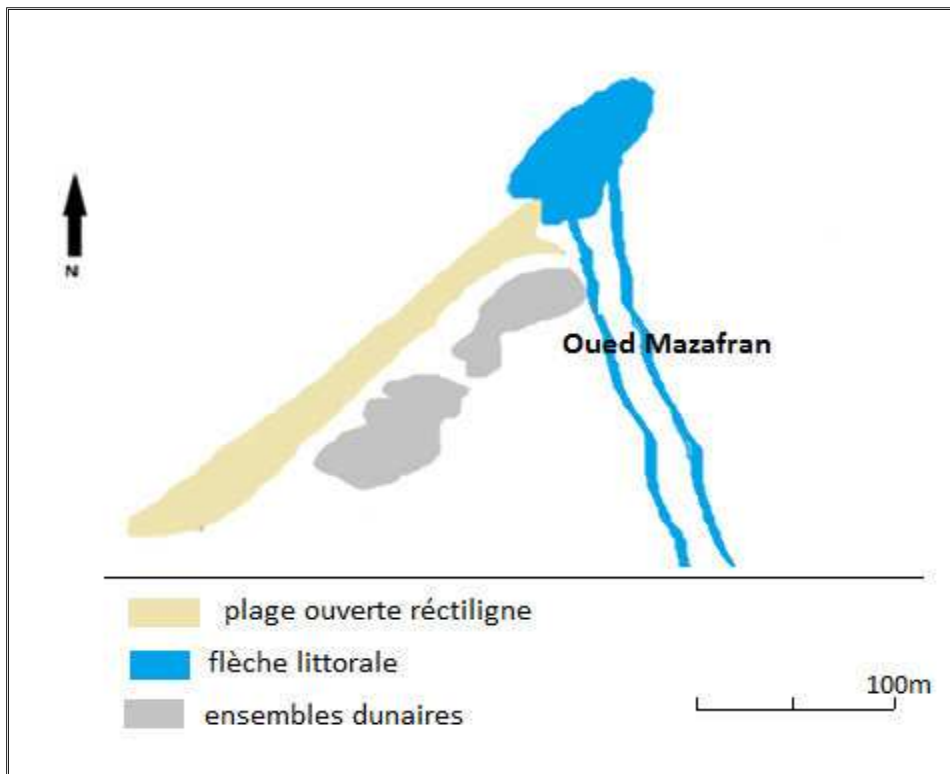
L'observation des dunes sur lesquelles s'adosse la plage 'Colonel Abbas' indique un ensemble dunaire longitudinal, plus ou moins profond selon les endroits, orienté plutôt vers le Nord d'Est.

La zone dunaire du Mazafran est une portion de la cote située entre Douaouda marine à l'ouest et Zeralda à l'Est. Elle se prolonge vers l'intérieur sur une profondeur moyenne de 200m à 500m, elle est délimitée au sud par des terres agricoles. Cette zone dunaire s'intègre à la zone des plages et participe à leurs dynamiques. Cette dernière présente globalement une rupture de pente qui se précise à une trentaine de mètres des limites supérieures des plages (Braik 1989) où la plage du Colonel Abbas s'étend sur 3Km environ et une largeur moyenne de 50m ce qui donne une superficie de 150000m².



Source : Google Earth

Photo n 6 : l'ensemble dunaire dans la région Mazafran Ouest



Carte n° 3: les grands ensembles morphologiques côtiers de l'Ouest du Mazafran



Photo n°7 : dune littorale de l'Ouest du Mazafran.



Photo n°8 : *occupation humaine de la zone dunaire de l'Ouest Mazafran*

2-2.2 morphologies sous-marines :

L'approche bathymétrique a pour objectif d'établir des cartes afin de reconnaître la nature du fond marin et interpréter son évolution avec le temps.

On considère en général que la courbe bathymétrique de 2000m limite la marge continentale Algérienne et le domaine des plaines abyssales. L'extension de cette marge varie mais elle est généralement peu importante dans l'ensemble du pré continent Algérien. sa largeur moyenne est de 24Km au large de Ghazaouet, devant Bouzaréah elle est moins de 10Km, dans la baie de Bousmail elle est de 55Km au maximum (topographie, LECLAIRE.1972).

La marge continentale de la baie de Bousmail à une déclivité irrégulière :

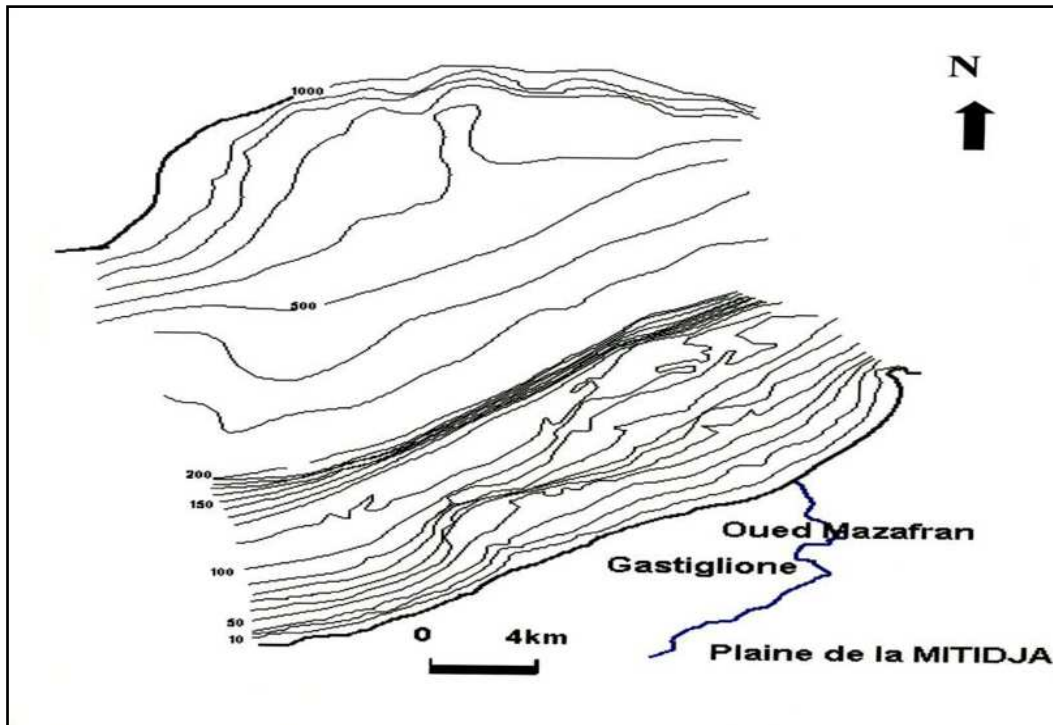
Le plateau continental :

Le plateau continental est d'une largeur qui oscille entre 4Km devant Cherchel et 11Km au droit de l'embouchure de l'Oued Mazafran. (J.CAULET, 1973)

Ce plateau est caractérisé par une déclivité régulière et faible environ 1% jusqu'à la profondeur de 120m où elle est rompue (DAGORNE.J, 1973), cette profondeur qui est la première ligne d'inflexion marque la limite du plateau continental c'est le rebord continental. Mais au-delà de cette ligne les fonds sont caractérisés par une décroissance régulière et une pente plus forte.

Le talus continental :

Il a un début marqué par une deuxième ligne d'inflexion située à 400m de profondeur et une distance de 35Km du rivage avec une pente plus forte pouvant atteindre 10°. A 50Km du rivage les profondeurs sont de l'ordre de 2500m constituant les plaines abyssales. (J.DAGORNE, 1973).



Carte n° 4 : bathymétrie du plateau continental en face de l'embouchure de l'Oued du Mazafran (d'après la carte de Leclair, 1972).

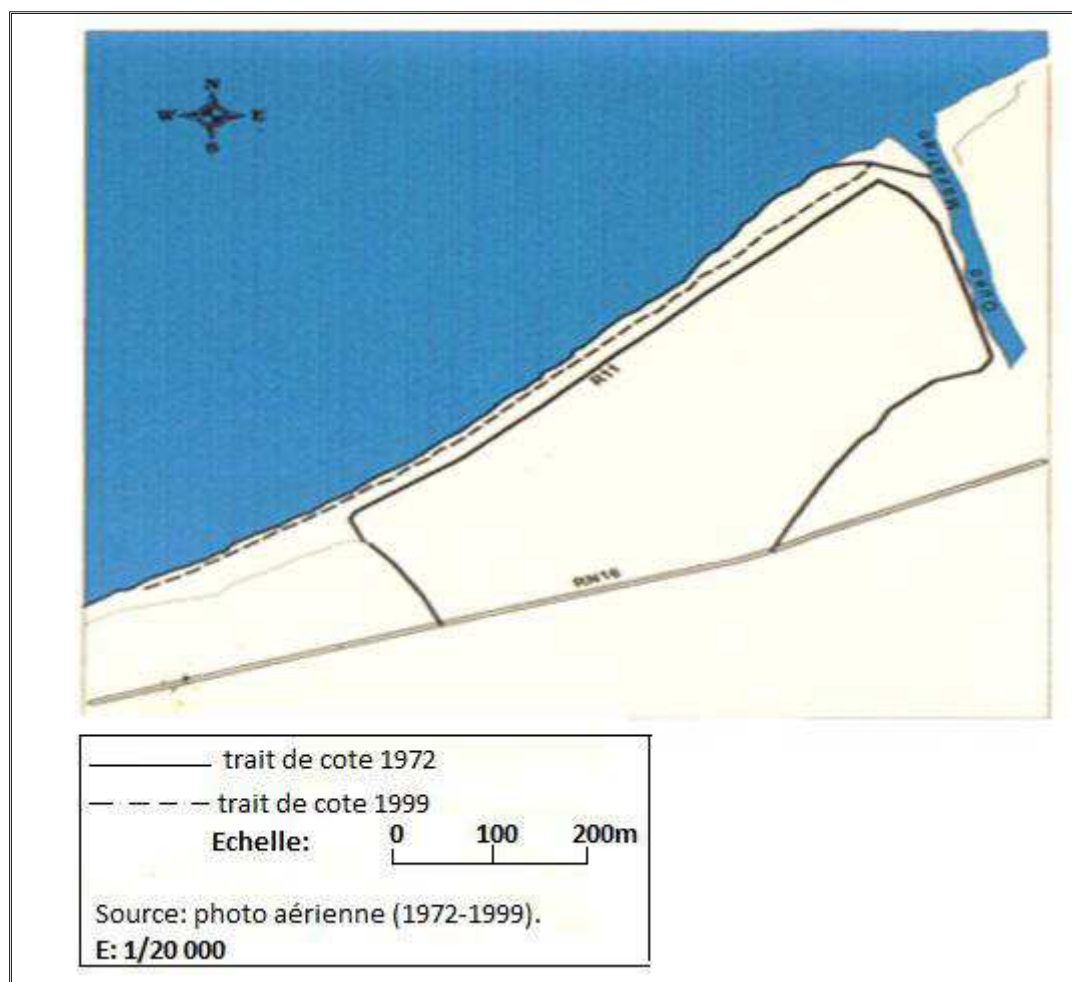
2-3 LA CINEMATIQUE COTIERE (VARIATIONS DU TRAIT DE COTE) :

La mobilité du littoral implique un déplacement du trait de cote dans l'espace et en même temps un changement de sa forme (Hervé Regnaud, 1999). La problématique d'érosion côtière ou le recul du trait de cote est devenu un enjeu socio-économique qui menace plus de la moitié des cotes du globe terrestre. La cote Algérienne sur toute son étendue Méditerranéenne n'est pas à l'abri de ce phénomène, en particulier la cote Algéroise qui supporte une surcharge économique et urbanistique très intenses. Les études menées par l'APPL au profit de cette cote ont montrées des résultats très effrayant menaçant ainsi les quelques minces plages, lieux de détente, de nombreux estivants surtout en saison estivale. Avant d'aménager une zone côtière il est indispensable d'étudier l'évolution de son trait de cote sur une échelle de plusieurs années à fin de réagir correctement et prendre de bonnes précautions et décisions face aux problèmes qui peuvent être rencontrés dans le futur.

Notre étude est basée sur l'observation et l'analyse des documents suivants :

1. la photographie aérienne de la mission 1972 et de la mission 1999.
2. les images satellites pour les années 2004 et 2013.

L'évaluation de la plage est déterminée en calculant la largeur de l'estran par rapport à la ligne de la route bordant la plage prise comme base de référence.

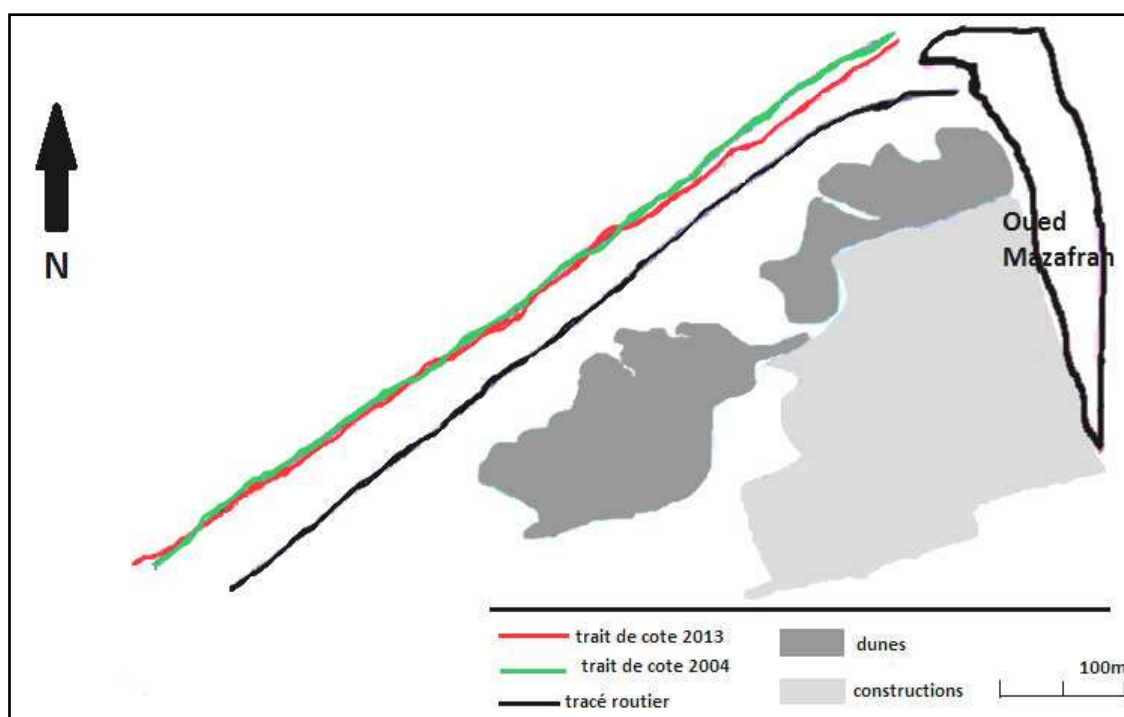
La période (1972- 1999) :

Carte n° 5 : Evolution du trait de cote de la plage Colonel Abbes (1972 et 1999)
(In OUAZAR, L. (2004)).

Pour la **période 1972-1999** : d'après la comparaison des photographies aériennes on constate un recul du trait de cote :

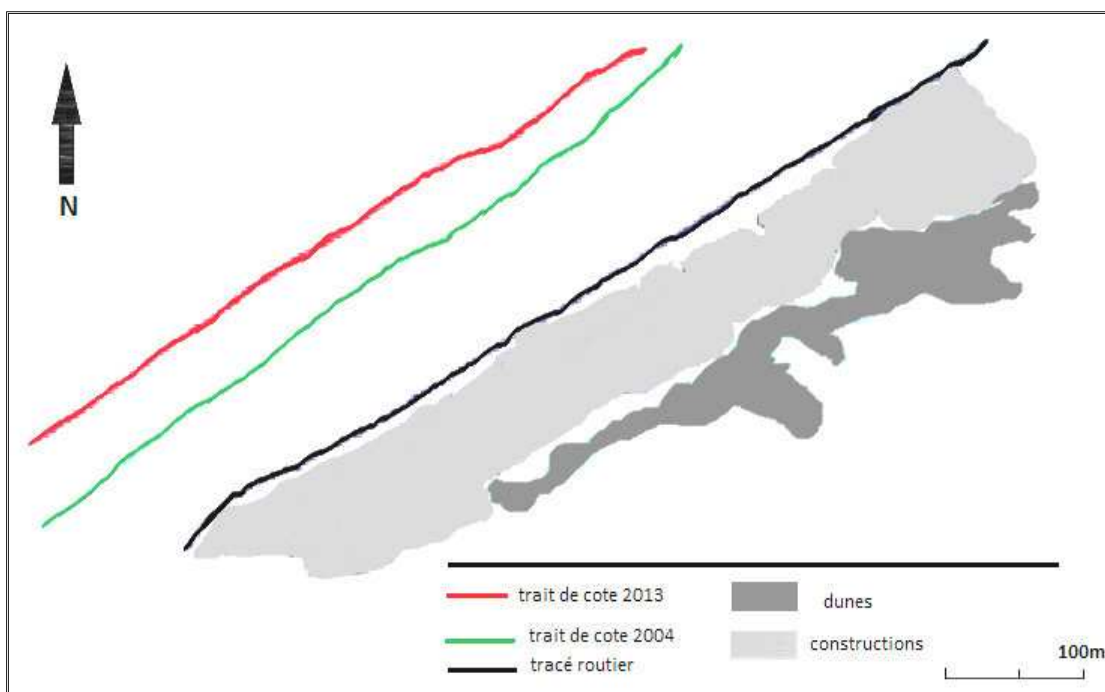
La partie Est de la plage étudiée passe d'une largeur 80m à 40m suite à un recul de l'ordre de 40m, alors que la partie Ouest d'une largeur de 70m est passé à 60m : le recul est de l'ordre de 10m, au centre de la plage qui avait une largeur de 60m est passé à 50m ; le recul est de 10m. La largeur moyenne est passé de 70m à 53m. Durant cette période ; la plage a reculé de 17m en moyenne. Donc L'amaigrissement annuel est de 0.63m par année (63cm/an).

La période (2004-2013) :



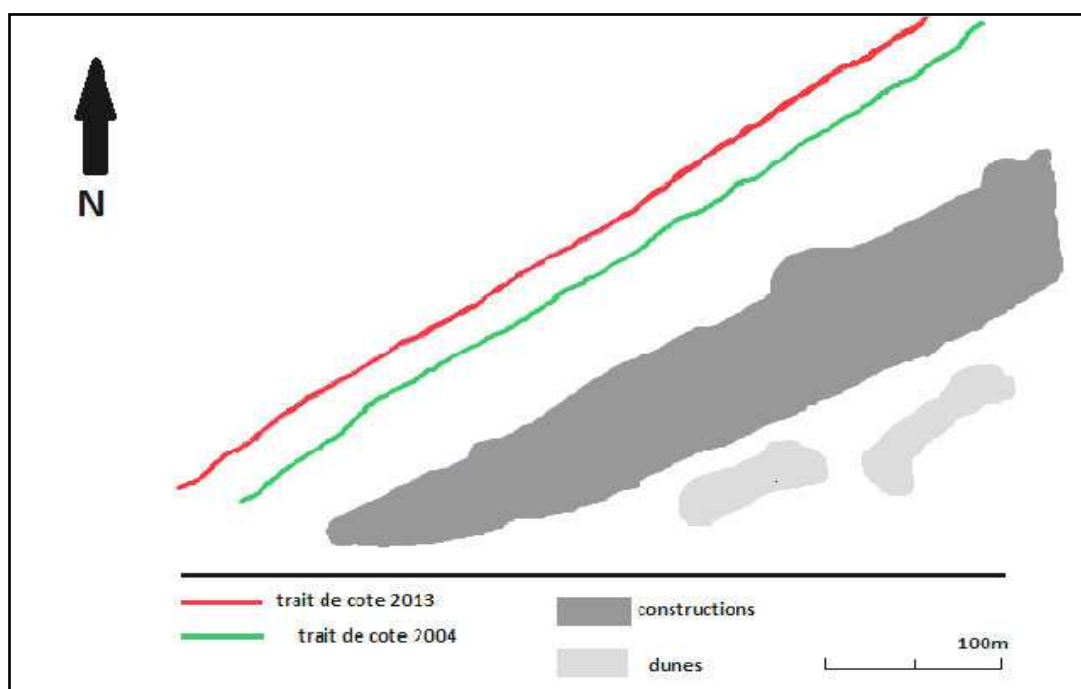
Carte n° 6 : évolution du trait de cote de la zone d'étude (secteur Est).

Dans le secteur Est de notre zone d'étude on a pris deux points de références. On a mesuré la distance entre chacun de ces deux points et le trait de cote dans l'année 2004. Le même travail a été effectué pour l'année 2013. La comparaison de ces mesures nous indique que la plage a reculé dans cette période de neuf ans (2004-2013) de 7,5m ; donc en moyenne de 0,83m chaque année (83cm/an).



Carte n°7 : évolution du trait de cote de la zone d'étude (secteur centre)

Dans le secteur centre de la zone d'étude on a suivi la méthode que celle utilisée dans le secteur Est. On a trouvé que la plage dans ce secteur a reculé de 12m ; donc en moyenne de 1,33m chaque année (133cm/an).



Carte n°8 : évolution du trait de cote de la zone d'étude (secteur Ouest)

Dans le secteur Ouest, d'après toujours la même méthode que précédemment on a mesuré la distance entre les deux points déterminés et le trait de cote pour l'année 2004 et 2013 et après les calculs on a trouvé que l'amaigrissement de la plage (secteur Ouest) est estimé d'une valeur de 20m ; donc en moyenne de 2,22m chaque année (222cm/an).

Résultats et interprétation :

L'étude de l'évolution du trait de cote est indispensable dans la mesure où elle permet le suivi de la cote et nous aidera par la suite de prendre des décisions d'interventions face aux problèmes rencontrés.

3. Durant la période 1972-1999 : les résultats exploités ont montrés que la cote dans le secteur Est a reculé d'une valeur plus importante que les secteurs centre et Ouest cela exprimé par les travaux d'aménagements et même la surface érodée par les causes de recul du trait de cote tels : l'élévation du niveau de la mer, le déficit naturel en sédiments aggravé aux cours du siècle dernier par l'action de l'homme....

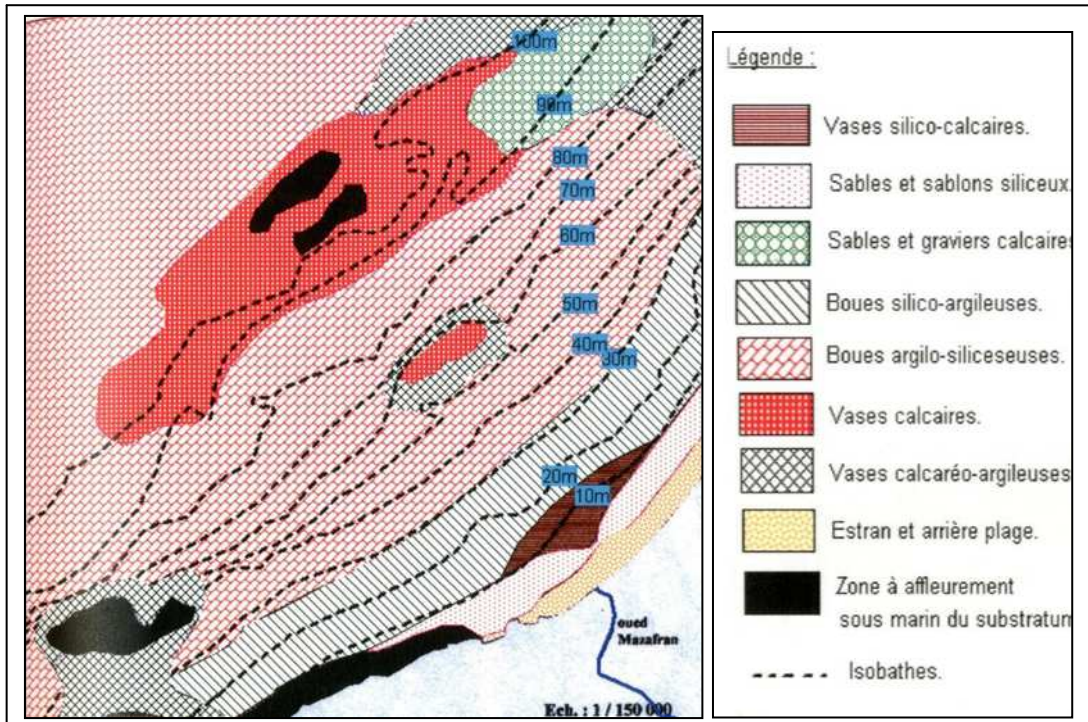
4. Durant la période 2004-2013 : d'après les résultats nous avons exploité : l'amaigrissement de la plage dans la partie Ouest plus important que la partie centre et Est cela exprimé par l'occupation humaine du site, les constructions illicites au niveau de la haute plage, les extractions sableuses ce qui varie le déplacement sédimentaire qui influe sur l'équilibre naturel du site et même sur la végétation.

2-4 LE PATRIMOINE NATUREL:

Dans notre site d'étude qui consiste en un littoral sableux qui comprend une grande plage rectiligne ouverte adossée à un ensemble dunaire, le patrimoine naturel est composé principalement de matériaux (sable) et de biodiversité (flore et faune dunaires notamment). Toute forme d'occupation et d'aménagement de ce site doit se soucier de préserver ce patrimoine.

2-4.1 Matériaux (sable) :

L'approche sédimentaire nous permet de déterminer le type des sédiments et leur origine : apports d'origine continentale (sédiments allochtones) ou produits de l'érosion côtière (sédiments autochtones).



Carte n°9 : sédimentation en moyennes et grandes profondeurs en baie de Bou Ismail
(D'après LECLAIRE, 1972)

Selon la carte de LECLAIRE 1972 les sédiments de la baie de Bou Ismail sont répartis de manière de plus au moins homogène :

1. Les sédiments calcaires :

A-1 Sables et graviers :

1. Sables et graviers côtiers :

Qui appartiennent à la frange meuble du littoral, ils sont en moyenne constitués par deux fractions, l'une est comparable aux sables fauves à calcaire bioclastique et l'autre est composée de bryozoaires, d'algues encrustantes et d'autres débris divers.

2. Sables et graviers du large :

Sont plus ou moins argileux et très peu différents des vases qui les entourent. Ils sont composés de deux types de débris et de tests :

1. Le premier est plus ou moins ferrugineux formé de plaques d'algues calcaires, des coquilles, des radioles d'oursins, des foraminifères peu abondants et remplis de limonites.

2. Le second est formé de rares coquilles ou débris de coquilles, de globigérinidés, de bryozoaires manifestement très frais, actuels ou récents ou de glauconie en grains, en remplissage ou en épigénie et autres foraminifères abondants.

A-2 les vases calcaire-argileuses :

Elles couvrent une superficie importante dans partie Ouest de la baie de Bousmail, elles sont composées de deux ensembles d'éléments.

3. L'un à débris calcaires organogènes ocracés et remaniés

4. L'autre à coquilles fraîches, à bryozoaires et à des très nombreux foraminifères planctoniques non remaniés et parfois prédominants.

Au niveau de ces sédiments grossiers la couverture sédimentaire dans son état actuel est constituée par un mélange ou une superposition des sédiments très récents et de dépôts plus anciens.

5. Les sédiments siliceux :

B-1 les sables et les sablons siliceux :

Ils appartiennent au système sablonneux de Sidi Fredj dont la partie marine est plus réduite qui ne dépasse pas l'isobathe de 10m. Ces sables fins sont très quartzeux et riches en gemmes (ce sont des minéraux lourds) et forment une bande régulière qui se rétrécit à l'embouchure de l'Oued Mazafran

B-2 les vases silico-calcaires :

Sont des sédiments de transition entre les sablons littoraux et les boues du large. Elles sont réparties en forme d'entonnoir en face de l'oued et contiennent des foraminifères actuels mélangés à beaucoup d'autres remaniés, à des cristaux de calcite et à un sablon noir correspondant à la fraction la plus fine et la plus lamellaire des sables de plage.

B-3 les boues silico-argileuses :

Elles bordent les sédiments de l'avant plage, se composent en moyenne de 50% de sablons siliceux, 30% d'argile, 20% de calcaire : débris d'algues, des foraminifères et une forte teneur en glauconie.

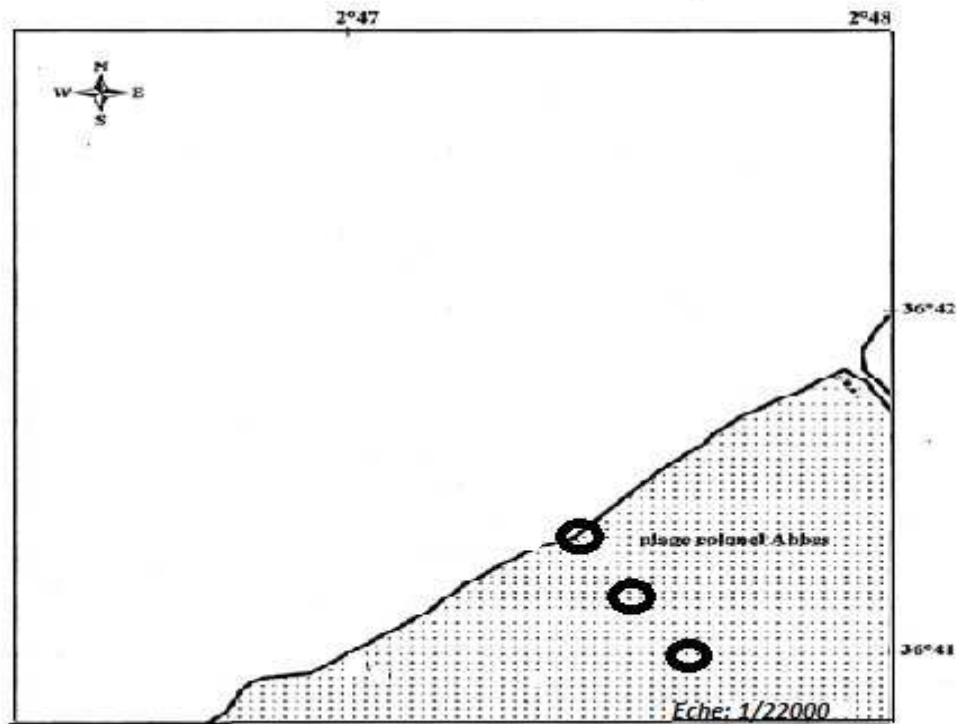
6. Les sédiments argileux :

Sont des sédiments très fins, leur fraction arénitique est très peu important et même parfois inexistante.

Les boues argilo-siliceuses recouvrent le rebord et le début de la pente continentale. Ces boues sont entrecoupées entre 50 et 70m à l'endroit de la plage Colonel Abbes et de l'embouchure de l'oued Mazafran par des vases calcaires et calcairo-argileuses.

Prélèvement d'échantillon :

Lors de notre sortie sur le terrain (**effectuée le 27 mai 2014**) : trois échantillons de sables ont été prélevés. Les prélèvements se sont faits selon un profil dune- plage. Le 1^{er} échantillon a été pris sur la partie supérieure de la plage, à la limite de la végétation dunaire pérenne. Le deuxième échantillon est prélevé sur la mi- distance jusqu'au trait de côte, à proximité du tracé routier. Le troisième échantillon enfin a été pris sur le contact directe terre mer c'est-à-dire sur la ligne de la plus haute mer le jour où le prélèvement a été effectué.



Carte n° 10 : prélèvements d'échantillons sur la plage Colonel Abbas suivant trois points (ligne de rivage, l'estran, la haute plage).

Ces trois échantillons ont été prélevés à la min et mis dans des sacs en plastique et acheminés au laboratoire pour l'analyse granulométrique.

L'analyse granulométrique :

L'ensemble des prélèvements sédimentaires a été analysé au laboratoire selon les techniques classiques de tamisage. La granulométrie consiste à évaluer le pourcentage de la masse totale correspondant à chaque dimension de particule. L'étude granulométrique d'un sédiment comporte généralement deux (02) phases :

1. **Une phase technique expérimentale :** Cette phase conduit à l'évaluation en pourcentage de chaque dimension de particule à la masse totale du sédiment. Pour chaque échantillon, on procède de la manière suivante :
2. Séchage d'une fraction de sédiment à l'étuve (105°) pendant 24 h.
3. Lavage de 150 g de sédiment séché à l'eau douce et séparation de la fraction pélique de la fraction grossière, à l'aide d'un tamis de 40 µm
4. Séchage de la fraction grossière à l'étuve (105°) pendant 24 h.
5. Pesée de la fraction grossière séchée, ainsi la différence entre ce poids et le poids initial nous donnera le taux de pélices. Tamisage de la fraction grossière séchée sur une colonne de tamis répondant aux normes AFNOR, pendant 10 mn : constituée de haut en bas, de tamis de dimension croissante.

6. Pesée de refus de chaque tamis à l'aide d'une balance de précision
7. Evaluation en pourcentage des refus de chaque tamis.

8. **Une phase d'interprétation des résultats obtenus :**

Pour cela, nous avons procédé de la manière suivante :

1. Traitement des résultats sous formes de fiches granulométriques ;
2. Représentations graphiques en courbes cumulative ;
3. Exploitation des résultats pour la répartition des cartes des différents indices et paramètres granulométriques.

Les résultats sont portés sur des fiches granulométriques standards après les avoir transformés en (%) non cumulés pour pouvoir apprécier le ou les modes dominants et en (%) cumulés afin de calculer les différents paramètres qui suivent : (la médiane, la moyenne, l'écart type, l'indice d'asymétrie, l'indice de classement, le facteur hydrodynamique).

La fraction fine est représenté par le poids des pélites ; c'est la différence entre le poids initial qui est de (200g) (avant le rinçage) et le poids final (après le rinçage).

Diamètre (mm)	poids (gr)	% des refus	% des passants
2	0,14	0	100
1,6	0,6	0	100
1	16,6	0	100
0,63	142,9	0	100
0,5	35,2	0	100
0,4	0,2	0,07	99,93
0,315	3,04	0,3	99,63
0,25	0,09	8,34	91,29
0,2	0,1	71,86	19,43
0,18	0,01	17,7	1,73
0,16	0,04	0,1	1,63
0,14	0	1,52	0,11
0,125	0	0,04	0,07
0,1	0	0,05	0,12
0,08	0	0,005	0,115
0,063	0	0,02	0,095
0,04	0	0,095	0

Tableau N°4 : granulométrie d'échantillon prélevé au trait de cote dans la plage étudiée

Moyens et méthode (Paramètres et indices de la granulométrie) :

1. Modes:

On déduit les classes modales des 3 échantillons prélevés de la plage à partir des histogrammes ci-après qui représentent les pourcentages des refus non cumulés en fonction des diamètres des tamis.

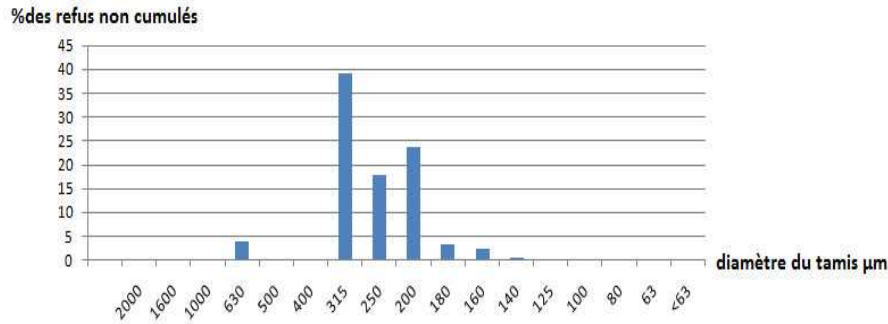


Figure (12) : histogramme de fréquence des modes d'un échantillon granulométrique Sur la haute plage dans la zone d'étude.

1. D'après la figure (12) : le mode dominant sur la haute plage est celui dont le diamètre est supérieur à 250μm ; cette classe modale est représentée par 39,25% et c'est celle des diamètres allant de 200 et 315μm. c'est le domaine des sables fins.

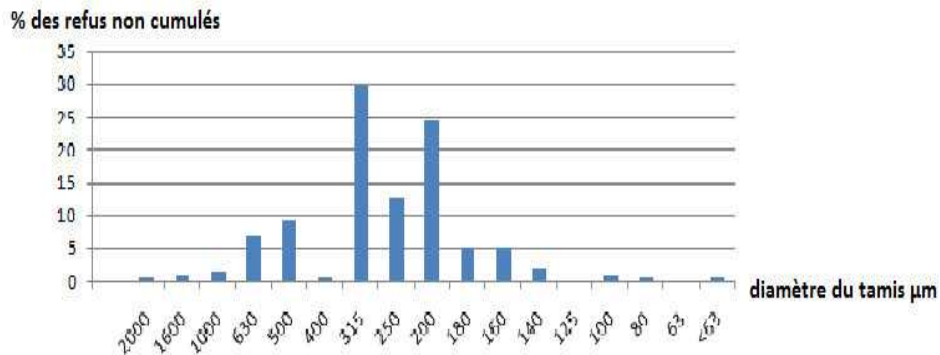


Figure (13): histogramme de fréquence des modes d'un échantillon granulométrique Sur l'estran dans la zone d'étude.

2. D'après la figure (13) : le mode dominant sur l'estran est celui dont le diamètre est supérieur à 315 μm ; cette classe modale est représentée par 29,88% et celle des diamètres allant de 200 et 400 μm . c'est le domaine des sables moyens.

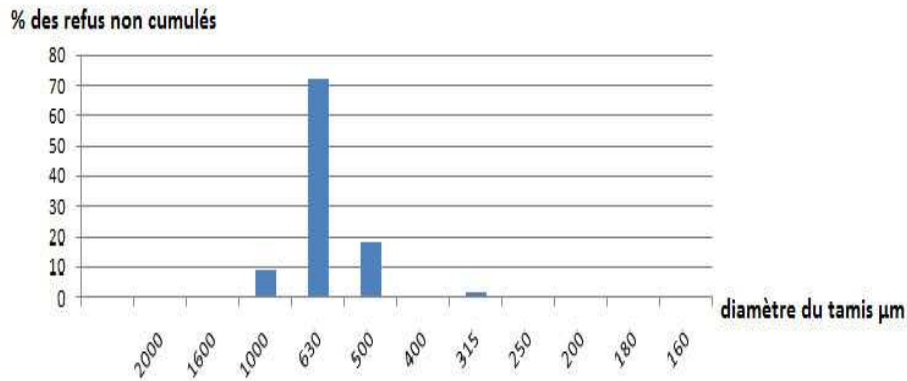


Figure (14): Histogramme de fréquence des modes d'un échantillon granulométrique Sur la ligne de rivage

3. D'après la figure (14) : le mode dominant sur le trait de cote est celui dont le diamètre est supérieur à 630 μm ; cette classe modale est représentée par 71,86% et celle des diamètres entre 500 μm et 1000 μm . c'est le domaine des sables grossiers.

Pour représenter les distributions granulométriques, en plus des histogrammes on peut utiliser des courbes cumulatives ; on cherche ici à connaître la proportion du sédiment qui est supérieure ou inférieure à une valeur donnée du diamètre granulométrique. Dans le cas d'un tamisage, on porte en abscisse les ouvertures linéaires des mailles des tamis et en ordonnée le pourcentage en poids de sédiment traversant le tamis (% de passant) ou ne le traversant pas (% de refus).

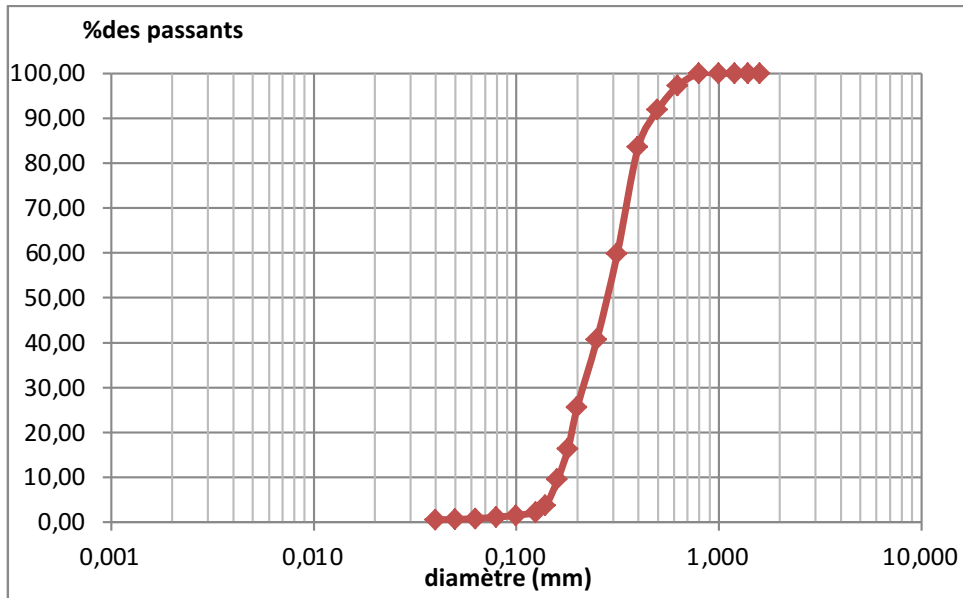
A titre d'application nous présentons sur Excel la courbe cumulative de l'échantillon prélevé sur le trait de cote.

Pour décrire et caractériser les courbes granulométriques, les sédimentologues utilisent souvent des paramètres graphiques construits à partir de certains percentiles.

Ainsi on peut caractériser sur la courbe les paramètres statistiques suivant :

2. La médiane :

La tendance centrale de la distribution granulométrique peut être définie par le grain médian (Md). Il correspond au diamètre lu en abscisse sur la courbe cumulative, en regard de l'ordonnée 50% des fréquences pondérales cumulées. C'est donc le grain tel que 50% en poids du sédiment étudié est plus gros et 50% plus petit.



4. L'Indice d'asymétrie Sk (indice de SKEWNESS) :

Il indique la prédominance ou non des particules fines ou grossière par rapport à la moyenne de l'échantillon (CHAMELEY.2000). Il est égal à :

$$S_k = (Q_{75} * Q_{25}) / (Q_{50})^2$$

Cet indice reflète d'avantage le milieu de dépôt que les conditions de transport :

$S_k < 1$: asymétrie du coté grossier supérieur à la médiane

$S_k = 1$: symétrie par rapport à la médiane

$S_k > 1$: asymétrie du coté inférieur à la médiane

A partir de notre courbe cumulative on déduit que l'indice d'asymétrie $S_k = 0,83$. donc la valeur de S_k est inférieure à 1 cela dénoté une asymétrie du coté grossier supérieur à la médiane.

5. La moyenne : elle est égale à $x_f = 1/2(Q_{16} + Q_{84})$

A partir de notre courbe cumulative et même d'après « $x_f = 1/2 (Q_{84} + Q_{16})$ »

on déduit la moyenne de l'échantillon granulométrique prélevé. « $x_f = 0,290$ ».

Donc le grain moyen de notre échantillon est d'environ 0,300mm, le diamètre du grain est supérieur à 250µm (0,250mm) ; c'est le domaine du sable grossier car le diamètre est situé entre 250 et 315µm.

6. L'écart type :

Il signifie l'écart de la distribution par rapport à la moyenne ou la valeur centrale de l'échantillon. Il est équivalent à $s_f = 1/2(Q_{84} - Q_{16})$.

A partir de notre courbe cumulative et d'après « $s_f = 1/2 (Q_{84} - Q_{16})$ » on déduit aussi l'écart type de l'échantillon granulométrique prélevé $s_f = 0,110$.

7. Le facteur hydrodynamique FH :

Il permet de définir l'importance de l'hydrodynamisme dans la zone d'étude. Il est égale à:

$$FH = \frac{Q_{95} - Q_{75}}{2,44 * (Q_{75} - Q_{25})} - \frac{Q_{95} - Q_{25}}{2}$$

AVEC Q : logarithme à base de 2.

$FH > 2$: hydrodynamisme très fort

$1 < FH < 2$: hydrodynamisme fort

$0,5 < FH < 1$: hydrodynamisme moyen

$FH = 0$: hydrodynamisme faible

$FH < 0$: hydrodynamisme très faible

Sur l'avant plage de Colonel Abbes ; le FH se situe entre 1 et 2 dans les fonds moins de 10m, c'est donc un hydrodynamisme fort. Il se situe entre 0,5 et 1 vers Les profondeurs supérieures à 10 m l'hydrodynamisme s'affaiblie et devient moyen. Les houles n'ont plus d'influence sur le fond à partir de la profondeur de 15m, donc à partir d'une certaine profondeur supérieure à 15m, le FH diminue jusqu'à ce qu'il prenne des valeurs négatives.

D'après WEYDER(1976) :

$FH > 0$: les sédiments présentent une aptitude au transport et sont facilement mobilisables

$FH < 0$: les sédiments sont difficiles à déplacer, ils sont soit fixés, soit l'énergie est basse ou leur taille est trop grande.

Dans le cas présent, le FH présente des valeurs positives, les sédiments sont donc facilement mobilisables.

Le transit sédimentaire d'Est vers l'Ouest à été estimé par le LEM (1997) à 17000m³ par an (In CHABOU.S ; 2004)

En conclusion : on peut dire que les analyses granulométriques sont de bons descripteurs des sédiments meubles. Mais en sédimentologie la plupart des auteurs indiquent que d'autres facteurs que la granulométrie conditionnent le transport et le dépôt des grains comme la densité et la forme des grains par exemple, qui peuvent avoir une influence déterminante.

2-4.2 couvert végétal :

On entend par couverture végétale l'ensemble des parties de la zone d'étude encore recouverts par la végétation qui résiste encore au piétinement, à l'agression humaine, ainsi qu'aux effets du manque de précipitation (changement climatique).

Selon les statistiques du service du tourisme de la Wilaya de Tipaza, à l'arrière des dunes on note des espaces cultivés qui occupent environ 47,39ha de terrains agricoles et 8,29ha de domaine étatique qui est la propriété de l'ONDPA (In HAMAIDI.M et HADDAR.S, 2007).



Photo n°9: dune avec sa végétation psammophiles dans la zone d'étude

Les dunes bordières jouant un rôle dans le maintien de l'équilibre sédimentaire, sont peu stabilisées à cause des interventions humaines qui les dégradent de plus en plus : (constructions, extractions de sables, réalisation de la route qui borde la plage...)

Les dunes sont de plus en plus dégradées et n'occupent qu'une faible largeur avec la présence de quelques végétations psammophiles.

Cette dégradation des dunes est due à des extractions abusives de sable et la suroccupation du site par des multiples constructions qui font une barrière empêchant l'alimentation des dunes.



Photo n°10 : la suroccupation humaine d'une dune dans la zone d'étude.

2.5 QUALITES DU MILIEU :

2.5.1 *La qualité de l'eau*

Le suivi de la qualité microbiologique des eaux de baignade permet d'assurer une bonne prévention des risques sanitaires et contribue à l'évaluation de l'état de l'assainissement.

Il n'est pas étonnant que le problème de la pollution dans certaines zones d'embouchure se pose relativement avec beaucoup plus d'acuité que dans le reste des zones côtières, les cours d'eaux drainent les eaux d'origine continentale celle-ci polluées par les eaux de ruissèlements chargées de polluants d'origine agricole (pesticides, composés azotés et phosphatés), par les eaux résiduaires domestiques et par les rejets industriels dans les bassins versants (M.LARID, 1995. In Djemaa.1997).



Photo n°11 : la pollution des eaux dans la zone d'embouchure Ouest du Mazafran

Les résultats d'analyse de l'eau de l'Oued Mazafran relevés (1992-1993) sont consignés dans le tableau suivant :

paramètres \ périodes	Normes (OMS)	Mars 1992	Juin 1992	Mars 1993	Juin 1993
Températures (°c)	Max 30	14,0	17,0	16,0	29
Oxygène dissous (mg/l)	5à7			0	0
PH	6,5à 8 ,5	7,0	7,0	7,1	7,0
DCO (mg/l)	60à 90	20 ,0	15,0	40,0	85,0
DBO5 (mg/l)	20à30	1	3	15	—
MES (mg/l)	20	—	0	14	22
Nitrites (mg/l)	0,56	0,60	0,07	0,6	3
Nitrates (mg/l)	50	8,0	6,0	3,0	2,0
Ammonium NH4+ (mg/l)	—	1,75	0,49	2,0	2,0
Phosphates PO4+ (mg/l)	2,0	0,65	0 ,90	—	16,25
Fer Fe+2 (mg/l)	—	—	—	0,38	1,06
Manganèse Mn+2 (mg/l)	—	—	—	0,15	0,25

Tableau n°6: résultats d'analyses d'eaux de l'Oued Mazafran (1992-1993) (In DJEMAA. (1997)).

L'étude des paramètres physico-chimiques fait apparaitre une quantité importante de DCO en JUIN 1993 cela fait supposer une pollution d'origine organique caractéristique des rejets des unités industrielles. Le phosphate est un paramètre qui interprète le phénomène d'eutrophisation dépasse les normes requises, alors que l'augmentation de la température provoque un dégazage très nette en oxygène dissous.

L'étude des métaux lourds dans les sédiments superficiels de l'embouchure de l'oued Mazafran et à son aval fait ressortir des valeurs maximales au niveau de la baie de Bousmail et concerne : le mercure, le fer, le manganèse, le plomb

Au niveau des petits fonds principalement face aux embouchures, la sédimentation locale rapide (envasement précoce) entraîne une concentration de polluants, la fixation des produits issus des rejets industriels et urbains accélère le processus de floculation.

Les résultats bactériologiques et vibrion sont effectués régulièrement par le SEMEP de Koléa sur la zone de Douaouda marine à trois différents endroits (ville de Douaouda, ouest Colonel Abbes et face de l'embouchure de l'ouest Mazafran).

L'interprétation de ces données est basée sur les critères de qualité provisoire sur les eaux de baignade en Méditerranée proposées par l'OMS et le PNUE en 1983 qui admettent :

*eau très polluée contenant plus de 20000 E.coli par/100ml d'eau de mer

*eau suspecte entre 2000 et 20000 E.coli/100ml d'eau de mer

*eau faiblement polluée contenant entre 500 et 2000 E.coli/100ml d'eau de mer

*eau hautement satisfaisante contenant moins de 500 germes/100ml d'eau de mer

Ces analyses n'ont jamais dénotés la présence de vibrions. Quand aux analyses bactériologiques, ils se basent sur la recherche des coliformes (colibacilles et plus précisément E.coli) et de Streptocoques fécaux dans 100ml d'eau car ces germes ont l'avantage d'être présent en même temps que les germes pathogènes et en un même degré de résistance qu'eux, tout en n'étant pas dangereux pour la santé humaine lors de l'analyse bactériologique. Exemple :

Pour la saison estivale 2004, les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-dessous, ce qui détermine la qualité de l'eau sont les colibacilles et la quantité de ces germes ne dépassent pas 500ml/100ml d'eau ceci nous amène à dire que la qualité de cette eau est hautement satisfaisante d'après les normes proposées par l'OMS et le PNUE en 1983.

Dates	germes	Résultats (germes/100ml)
22/06/2004	Coliformes	1100
	Colibacilles	240
	Streptocoques fécaux	1400
25/07/2004	Coliformes	1400
	Colibacilles	460
	Streptocoques fécaux	1100
14/08/2004	Coliformes	240
	Colibacilles	160
	Streptocoques fécaux	54

Tableau 7: qualité des eaux de baignade de la zone d'étude dans la saison estivale 2004

2.5.2 Les déchets détritiques :

La pollution dans la plage Colonel Abbes par les déchets détritiques solides est généralement marquée après le passage des estivants et aussi par l'oued Mazafran à partir des aménagements avoisinants. En prend en considération aussi les sacs, les pneus, les papiers, les bouteilles en plastiques...

Cependant ; avant le début de chaque période estivale la commune de Douaouda contribue au nettoyage de la plage et de l'élimination de tous les déchets qui provoquent la mauvaise vue du site, mais l'estivant reste le premier responsable de cette pollution et il doit être conscient de préserver la propreté et la qualité de ce milieu naturel.



Photo n° 12 : la pollution par les déchets détritiques marquée par les estivants



Photo n° 13 : la pollution par les déchets détritiques ramenés par l'Oued Mazafran

2.6 OCCUPATION ET PRESSION HUMAINES :

La beauté et la richesse naturelle du site engendrent une attirance humaine traduite par des implantations des constructions le long de la plage et à coté de la mer, cette occupation anarchique en connaissance ou en ignorance de ces nuisances sur le milieu, ne cesse d'augmenter et les résultats sont l'avancée de la mer et la réduction de la largeur de la plage. En plus de cette occupation permanente, la plage Colonel Abbes qui est l'une des plus belles et importantes des plages de la Wilaya de Tipaza : une plage large et longue, autorisée à la baignade, reçoit une affluence touristique plus important d'une année à une autre. sa capacité théorique et est estimée

selon le service de tourisme de la Wilaya de Tipaza à 14500 baigneurs par jour. Le tableau suivant montre une surfréquentation qui dépasse sa capacité d'accueil.

Année	Affluence (nombre de baigneurs)
2002	5163965
2003	5295450
2004	5363100

Tableau n°8 : Affluence de baigneurs (2002 à 2004).

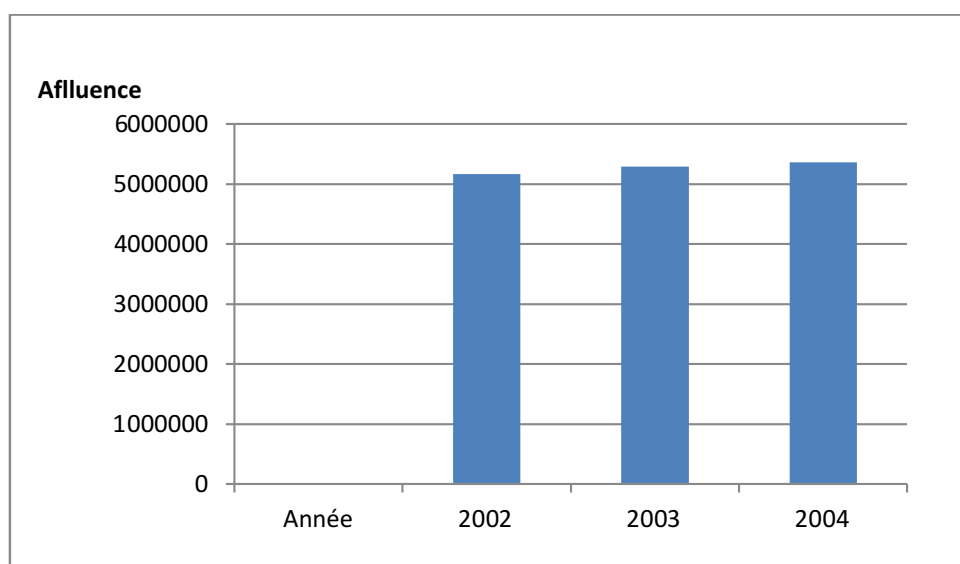


Figure n16 : graphique représentant l'affluence des baigneurs (2002 à 2004).

Au niveau de l'arrière plage on trouve des habitations dans le côté ouest qui s'étendent sur 740m du linéaire côtier à environ 100m plus loin il y a trois hôtels dont deux opérationnels en permanence et la distance entre eux est de 40m et 360m successivement, on trouve un restaurant après 280m et un équipement saisonnier à l'Est. Tous ces aménagements occupent une superficie de 13ha environ.

Ils occasionnent des nuisances sur le milieu notamment sur les échanges sédimentaires entre les différentes parties sableuses du site (profils dunes- plages). Ils contribuent aussi au recul du trait de cote et la destruction de la dune bordière qui sont aggravés par les extractions abusives du sable.



Source : Google Earth modifiée

Photo n° 14 : pressions et occupations humaines.



Carte n° 11 : début d'un processus d'occupation humaine nuisible à l'équilibre du littoral sableux du Mazafraan.



Photo n°15 : sur fréquentation de la plage **photo n°16** : construction illicite dans le site

La qualification de la zone d'étude :

La méthode la qualification de la zone côtière basée sur la combinaison de trois agrégats : la naturalité, l'anthropisation et l'altérité (Larid, M. (2003)) a été testé dans le site d'étude en l'occurrence la plage Colonel Abbes. (OUAZAR, L. (2004)).

Les résultats suivant sont à retenir :

On peut qualifier notre zone d'étude en se basant sur les trois critères et donner une approche globale sur sa naturalité, le taux d'occupation par l'homme et de sa dégradation.

Le diagramme ci-dessous montre que le taux d'anthropisation sur cette plage est plus dominant par rapport aux deux autres critères avec un taux de 42,63%, le taux de sa naturalité est de 28,92% proche de celui de son altérité qui est de 28,44%.

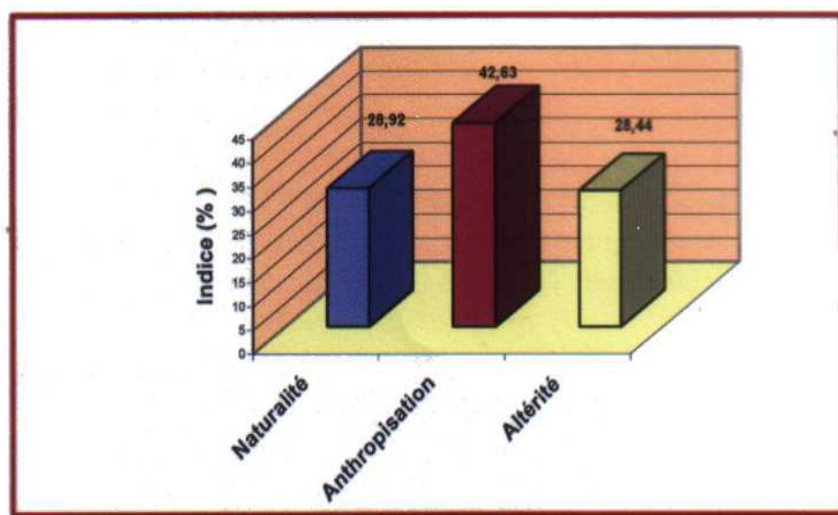


Figure 17 : Variations de critères de qualification de la zone d'étude. (HAMAI, M., HADDAR, S. (2007)).

Ces résultats nous amènent à dire que la plage Colonel Abbès est en voie de dégradation à cause de l'intervention abusive de l'homme et face à cette situation il faut agir d'une manière à rendre l'équilibre naturel au site.

2-7 LES DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES DE LA LOI DU LITTORAL :

La politique d'aménagement du territoire et de protection de l'environnement en Algérie se fixe comme objectif d'assurer un développement harmonieux de l'ensemble du territoire nationale alliant l'efficacité économique, l'équité sociale, la promotion de l'homme et la protection de l'environnement. (DRICI, A., AINAS, S. (2006)). La pression socio économique sur l'espace littoral, qui est souvent fragile, nécessite des dispositions juridiques qui sont indispensables pour assurer une gestion efficace de la manière la plus rentable et la plus favorable à l'environnement. C'est dans cet objectif que plusieurs pays dont l'Algérie ont mis au point les textes législatifs traitant d'activités variées depuis les premières années de l'indépendance. (DRICI, A., AINAS, S. (2006)).

Notre zone d'étude est un site touristique par excellence connaît depuis quelques années un flux d'estivants de plus en plus important : **5 millions en 2003**. Ces besoins touristiques se traduisent par l'occupation de la zone côtière par diverses installations (hôtels, bungalows, parkings, routes....) cependant ; la plage subit des modifications, une dégradation (extraction de sable, pollution...), c'est la raison pour laquelle il faut des méthodes fiables pour connaître ce site afin de mieux agir pour le protéger (OUAZAR, L. (2004)).

En effet, il ne suffit pas uniquement d'arbitrer les activités concurrentes mais il faut également maîtriser l'utilisation globale de l'espace. C'est dans seulement la loi N°87-03 de 1987 relative à l'aménagement du territoire et la loi N°90-29 de 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme que nous tenterons de faire ressortir la place du littoral à part quelques définitions superficielles l'importance du littoral n'est pas prise en considération au moins comme étant un espace fragile à protéger.

La loi N°87-03 du 27 Janvier 1987 relative à l'aménagement du territoire :

« L'exploitation rationnelle des ressources naturelles ». Ce texte recommande la prise en charge de la protection et de la mise en valeur du littoral et du plateau continental dans le cadre du schéma national d'aménagement du territoire (SNAT) et du schéma régional d'aménagement du territoire (SRAT).

Elle vise aussi à éliminer les causes structurelles du déséquilibre régional mais fait référence au littoral que comme seulement un espace d'échange externe et de loisir qu'il faut protéger contre les risques de pollution (art 24).

La loi N°90-29 du premier Décembre 1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme :

Cette loi donne une définition du littoral qui est citée dans l'article 44 : « le littoral englobe toutes les îles et îlots ainsi qu'une bande de terre d'une largeur minimale de huit cent (800m) longeant la mer et incluant :

Toutes les terres, versants de collines et montagnes visibles de la mer tout en n'étant pas séparés du rivage par une plaine littorale.

Les plaines littorales de moins de 35Km de largeur.

L'intégralité des massifs forestiers dont une partie étant littorale telle que définie ci-dessus.

L'intégralité des zones humides et leurs rivages sur 300m de largeur dès qu'une partie de ces zones est en littoral tel que définie ci-dessus.

La loi N° 02-02 relative à la protection et la valorisation du littoral :

Cette loi spécifiquement réservée au littoral vient pour compléter le vide juridique en matière de protection de l'environnement côtier. Elle a institué deux définitions pour le littoral, la première à l'espace littoral figurant dans l'article N°07 : le littoral englobe toutes les îles et îlots, le plateau continental ainsi qu'une bande de terre d'une largeur minimale de 800m longeant la mer et incluant :

Les versants de collines et montagnes visibles de la mer tout en n'étant pas séparés du rivage par une plaine littorale

Les plaines littorales de moins de 35Km 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 défini ci-dessus

Les sites présentant un caractère paysager, culturel ou historique.

Concernant la deuxième définition consacrée à une zone spécifique du littoral dénommée zone côtière. Cette dernière définie par sa composition figurant dans l'article N°08 :

- Le rivage naturel
- Les îles et les îlots
- Les eaux intérieures maritimes
- Le sol et le sous-sol de la mer territoriale.

Conclusion :

A partir de l'analyse des textes réglementaires, il ressort qu'il y a un décalage entre les actions à entreprendre dictés par les instruments de planification et les objectifs fixés par le cadre juridique ; cela s'explique par l'insuffisance de prise en compte des spécificités du littoral et même l'ignorance de ces textes par les intervenants ce qui induit automatiquement à l'inapplicabilité de ces textes.

Le développement du littoral doit être envisagé comme un processus visant à contrebalancer les tendances lourdes qui menacent diverses zones en se fixant comme objectifs, la sauvegarde en quantité et en qualité des ressources naturelles du milieu.

L'inadaptation de ces textes aux réalités environnementales du littoral dans la mesure où ces dernières sont mal cernées ne serait ce que parce que le domaine lui-même n'est réellement compris et donc défini. Pour cela il est urgent de poser les fondements d'une stratégie de gestion du littoral capable de réduire et d'éliminer la pollution, de ménager le linéaire côtier.

Chapitre 2:

Approche par la qualité du site

3- APPROCHE PAR LA QUALITE DU SITE :

L'approche systémique qui s'appuie sur un travail d'analyse et d'interprétation des données est un outil intéressant pour la connaissance des littoraux. Elle est considérée comme une démarche méthodologique qui a vu le jour aux Etats-Unis pendant la deuxième guerre mondiale appelée : « *l'analyse systémique* » et qui s'avère aussi applicable à la connaissance des cotes de sables (OUAZAR, L. (2004)). Dans ce qui suit nous essayerons de la tester :

3-1 CONSTRUCTIONS DE L'OUTIL :

Exposé la méthode d'analyse systémique :

Pour comprendre l'approche par l'analyse systémique, il paraît souhaitable de donner une description sommaire d'un système.

Un système par définition: est un ensemble cohérent d'éléments construit de diverses parties ayant chacune ses caractères propres et son individualité. Cet ensemble est défini par le nombre ou l'importance des éléments qui le constituent, par leur totalité, leur nature, mais aussi par les multiples relations et interactions qui peuvent exister entre eux (LARID, M IN OUAZAR, L. (2004)). On s'inspire de cette approche systémique pour faire une évaluation du site en mettant en relation les paramètres qui sont en mesure de caractériser globalement sa qualité. Il s'agit en fait de construire un système qui nous permet de déterminer la situation de la qualité du site en prenant en considération 3 grandes catégories de données qui concernent :

- les processus et le milieu naturel
- l'état de l'environnement
- les conditions d'accueil des usagers

La qualité du site d'étude :

❖ Elle consiste à déterminer le choix des variables du système à construire. Dans notre zone d'étude, c'est à dire le site (plage Colonel Abbes), le système à construire est un système géographique (dune-plage) défini par trois critères :

- Ses conditions naturelles (naturalité).
- Ses conditions environnementales (qualité de l'environnement).
- Ses conditions d'accueil (qualité de l'accueil des usagers).

❖ Le travail effectué sur le littoral sableux de la zone concernée s'inscrit dans la gestion de l'ensemble (dune-plage) qui s'appuie sur une démarche raisonnée et cohérente. Cette dernière se présente comme une démarche innovante, sensée prendre en charge la problématique de la valorisation et de la protection du milieu côtier et de ses ressources.

Cette approche peut estimer la qualité globale du site sur la base de trois catégories d'indicateurs qu'on peut formuler ensuite en 3 agrégats:

- **les indicateurs naturels (dune-plage):** (dimensions, topographie, nature des matériaux, couverture végétale, hydrodynamique, conditions climatiques, recul du trait de cote...).
- **les indicateurs sur la qualité de l'environnement:** (pollution par les déchets solides, pollution microbienne, taux de couverture végétale, les aménagements).
- **les indicateurs sur l'accès et l'accueil:** (degré de fréquentation du site, voies d'accès, stationnement, infrastructures d'accueil et de commodité).

❖ **L'évaluation globale de la qualité :**

On peut combiner les trois agrégats : critère de la naturalité, critère de la qualité de l'environnement et critère de la qualité de l'accueil. Cette combinaison va s'inspirer de la démarche intégrée pour donner des indications sur la qualité globale de la plage. Autrement dit elle permet de mettre en œuvre la gestion intégrée du site étudié en nous basant sur le paramètre « **Qualité** ».

DEMARCHE A SUIVRE POUR LE CALCUL DES 3 CRITERES DE QUALITE

Ci-dessous le modèle d'évaluation d'un critère qualité

COTATIONS					
Indicateurs	1	2	3	4	5
e 1					
e 2		-			
e 3		-			
↓					
en				-	
\sum COTATIONS	\sum Co 1	\sum Co2	\sum Co3	\sum Co4	\sum Co5

1 : très mauvais -2 : Mauvais -3 : Moyen -4 : Bon -5 : Très Bon

Pour chaque critère

-Cotation de référence Cr : $\sum (e1, e2, e3, \dots, e n) \cdot 5$

Ou bien $\sum_{1}^n 5 (e n)$

-Cotation observée Co : $\sum (\sum Co 1, \sum Co2, \sum Co3, \sum Co4, \sum Co5)$

-Indice de satisfaction : Co / Cr

❖ L'application de cette méthode empirique dans notre zone d'étude nécessite trois principales étapes :

- Détermination des données (à l'état naturel, sur la qualité de l'environnement et sur l'accès et d'accueil).
- Détermination pour chacun des trois agrégats son évaluation globale.
- Evaluation de l'indice globale à partir de la combinaison des trois agrégats pour avoir les indications sur les potentialités globales et la situation générale de la plage Ouest du Mazafran. Cette méthode empirique est basée aussi sur les valeurs attribuées à chacun des indicateurs. Celles –ci sont établies à partir des **grilles de cotation** que nous avons élaborées et que nous présentons ci-dessous.

Grille de cotation : données naturelles

indicateurs	1	2	3	4	5
linéaire X largeur de plage	< 5000 m ²	5000 – 10000	10000-20000	20000-40000	> 40.000
surface dunaire	< 5 ha	5 – 10 ha	10 – 20 ha	20 – 40 ha	> 40 ha
Pente de la plage	> 15	15 - 10	10 - 5	5 - 2	< 2
pente bathymétrique (Isobathe20)	> 25	25 – 15	15 – 10	10 – 5	< 5

Grille de cotation : qualité de l'environnement

indicateurs	1	2	3	4	5
pollution microbienne (coliformes totaux/100 ml)	> 30000	20000-30000	15000-20000	10000-15000	< 10 000
pollution par les déchets solides	Très mauvais	Mauvais	Moyen	Bon	Très bon
taux de couverture végétale (dune)	< 5 %	5 – 10	10 – 40	40 – 80	> 80
Occupation du site (aménagement)	> 80 %	80 – 60	60 - 30	30 – 15	< 15 %

Grille de cotation : accès-accueil

indicateurs	1	2	3	4	5
distance au réseau routier	> 5 Km	5 – 3	3 - 2	2 – 1	< 1
aire de stationnement	Très mauvais	Mauvais	Moyen	Bon	Très bon
surveillance et sécurité	Très mauvais	Mauvais	Moyen	Bon	Très bon
dispositif de commodité (services, douches,..)	Très mauvais	Mauvais	Moyen	Bon	Très bon

L'application de la démarche concernée permet d'évaluer le degré de satisfaction pour **chacun des 3 critères de qualité**, selon le modèle des grilles de cotation exposées ci-dessus.

L'expression de la qualité globale du site se fait par la présentation combinée **des 3 critères de qualité** en utilisant une méthode de représentation graphique qui permet d'estimer l'indice globale de la qualité. Cette méthode suit la démarche suivante :

- tracer un triangle équilatéral **A B C**
- positionner son centre de gravité **G** (c'est le point de concours entre les hauteurs du triangle)
- tracer les axes GA, GB, GC : chaque axe correspond à un des 3 critères de qualité. Ensuite graduer chacun des 3 axes de 0 à 5
- On positionne sur les axes les valeurs de satisfaction de chaque critère de qualité

Echelle de satisfaction

- 0 – 20 % : **1**
- 20 % – 40 % : **2**
- 40 % – 60 % : **3**
- 60 % – 80 % : **4**
- 80 % – 100 % : **5**

- on joint les trois valeurs sur les axes, on obtient un triangle a b c
- la rapport surface abc / surface ABC, nous indique un indice global qui traduit dans quelle proportion la qualité actuelle du site du Mazafran est satisfaisante par rapport à la qualité globale de référence.

Le diagramme (fig. 18) permet de déterminer l'indice global d'intégration (**I G I**). Il est obtenu à partir d'une figure tridimensionnelle établie sur un programme personnalisé dans le Radar d'Excel, en sachant que si l'angle α est défini par les côtés AB et AC du triangle ABC, l'aire de ce triangle est équivalente à $0,5 \sin \alpha \times AB \times AC$. Le triangle est gradué de 0 à 5 (niveaux de satisfaction) sur les 3 axes (représentant les 3 indicateurs) joignant son centre à Chacun de ses sommets. L'indice global d'intégration est obtenu par le facteur de proportionnalité entre la surface indiciaire empirique et la surface indiciaire de référence (fig. 18) ; soit : $s(abc) / S(ABC)$ calculée automatiquement sous-programme Excel.

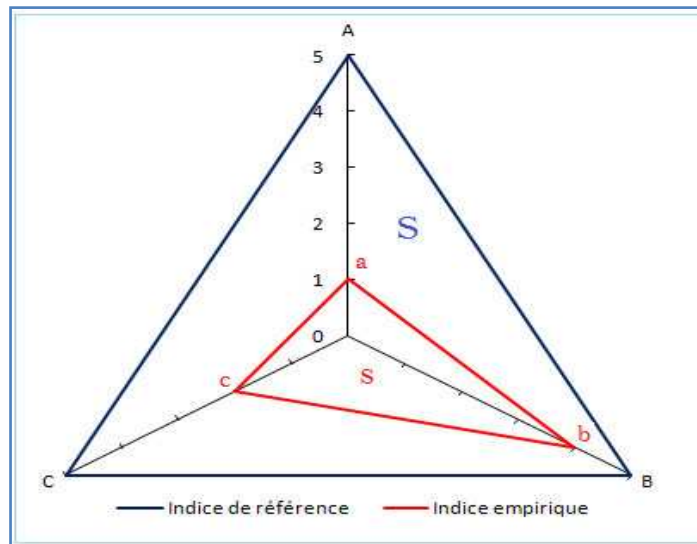


Figure 18 : illustration du diagramme d'intégration (Radar Excel).

3-2 CHOIX DES INDICATEURS ET LEURS MESURES:

Dans une première étape on essaye de porter notre choix sur des indicateurs qui nous semblent représentatifs pour évaluer les 3 catégories de la qualité que nous avons retenues (nature, environnement, accueil).

indicateurs	Définition des indicateurs
Linéaire côtier	Langueur totale du trait de cote de la plage
Largeur de l'estran	La distance entre le trait de cote et la dune
Surface dunaire	Surface de concentration de l'herbier de l'avant cote
Pente de la plage	La déclivité du terrain qui représente une certaine différence de niveau sur une distance horizontale de la plage, exprimé en pourcentage (%)
Profil bathymétrique (isobathe 20)	Indicateur de la bathymétrie moyenne, des propensions à la réfraction des houles, exprimé en (m).

Tableau n°9 : définition des variables naturelles du site.

indicateurs	Définition des indicateurs
Pollution microbienne	Déterminée par le nombre d'E. coli /100ml d'eau de mer selon les normes de l'OMS et du PNU en 1983, exprimée en E. coli /100ml
Pollution par les déchets solides	est généralement marquée après le passage des estivants et aussi par l'oued Mazafran à partir des aménagements avoisinants.
Taux de couverture végétale	l'ensemble des parties de la zone d'étude recouverte par la végétation.
Occupation du site (aménagement)	indication sur l'importance des aménagements. C'est le rapport entre la surface totale de l'arrière plage et sa portion aménagée.

Tableau n°10 : définition des variables environnementales du site.

indicateurs	Définition des indicateurs
Distance au réseau routier	Voies d'accès : La route nationale n°11 bordant la plage.
Aire de stationnement	Surfaces aménagées pour le stationnement des véhicules : Les parkings
Surveillance et sécurité	
Dispositif de commodité	implantations des constructions le long de la plage et à côté de la mer (cabines, douches, commerce...).

Tableau n°11 : définition des variables de l'accès et de l'accueil du site.

Dans une seconde étape, une fois que les indicateurs sont déterminés, on essaye de les mesurer à partir des données que nous avons-nous même élaborées dans le 1^e chapitre, ou de celles que nous empruntons à d'autres sources.

indicateurs	unités de mesure	Valeurs observées	Sources
<u>données naturelles</u>			
-Linéaire X Largeur de la plage (surface de la plage)	M ²	174000	HAMAIDI, HADDAR. (2007)
-Surface dunaire	Ha	15	HAMAIDI, HADDAR. (2007)
-Pente de la plage	%	(0,28-0,36)	OUAZAR, L. (2004)
-Profil bathymétrique (isobathe 20)	%	10	LECLAIRE.1972
<u>données sur l'environnement</u>			
-pollution microbienne (coliformes totaux)	/100ml	240	HAMAIDI, HADDAR. (2007)
-pollution par les déchets solides	AQ	mauvais	HAMAIDI, HADDAR. 2007
-taux de couverture végétale (dune)	%	17	OUAZAR, L. (2004)
-occupation du site (aménagement)	% (*)	74	OUAZAR, L. (2004)
<u>Données sur l'accès et l'accueil</u>			
-Distance au réseau routier	Km	35	CHABOU. (2004)
-aire de stationnement	AQ	Moyen	CHABOU.2004
-surveillance et sécurité	AQ	Moyen	CHABOU.2004
-dispositifs de commodité (services, douches)	AQ	moyen	CHABOU.2004

AQ : appréciation qualitative

* : rapport aménagement / surface totale du site

Tableau n°12: mesure des indicateurs pour le site du Mazafran.

3-3 APPLICATION DE L'OUTIL :

L'application de la démarche présentée ci-dessus permet d'évaluer le degré de satisfaction globale de la qualité du site du Mazafran, selon les 3 grilles de cotation et le report des valeurs indiciaires sur le diagramme de satisfaction (fig. 18).

Le remplissage des 3 grilles de cotation donne les résultats suivants :

indicateurs	Cotation				
	1	2	3	4	5
<p><u>Données naturelles</u></p> <p>-linéaire X largeur de la plage</p> <p>-surface dunaire</p> <p>-pente de la plage</p> <p>-pente bathymétrique</p>			3	4	5
<p><u>Données sur l'environnement</u></p> <p>-Pollution microbienne (coliformes totaux/100)</p> <p>-Pollution par les déchets solides</p> <p>-taux de couverture végétale (dune)</p> <p>-occupation du site (aménagements)</p>		2	3		5
<p><u>Données de l'accueil et l'accès</u></p> <p>-distance au réseau routier</p> <p>-aire de stationnement</p> <p>-surveillance et sécurité</p> <p>-dispositifs de commodité</p>	1		3		

Tableau n° 13 : modèle d'évaluation d'un critère qualité.

❖ *Évaluation de l'indice global pour chaque critère :*

La détermination pour chacun des trois agrégats son évaluation globale.

- **Critère : Naturalité (qualité naturelle)**

✓ Sa cotation de référence : $Cr = \sum (e1, e2, e3, \dots, e n).$

$$Cr = 5 \times 4$$

$$Cr = 20$$

✓ Sa cotation observée: $Co = \sum (\sum Co1, \sum Co2, \sum Co3, \sum Co4, \sum Co5)$

$$Co = 17$$

L'indice de satisfaction = (Co / Cr)

$$= (17 / 20)$$

$$= 0,85 \times 100$$

L'indice de satisfaction = **85%**

• **Critère : Environnement (qualité de l'environnement)**

✓ Sa cotation de référence : $Cr = \sum (e1, e2, e3, \dots, e n).$

$$Cr = 5 \times 4$$

$$Cr = 20$$

✓ Sa cotation observée: $Co = \sum (\sum Co1, \sum Co2, \sum Co3, \sum Co4, \sum Co5)$

$$Co = 12$$

$$\text{L'indice de satisfaction} = Co / Cr$$

$$= 12 / 20$$

$$= 0,6 \times 100$$

$$\text{L'indice de satisfaction} = \mathbf{60\%}$$

• **Critère : Accueil (qualité de l'accueil)**

✓ Sa cotation de référence: $Cr = \sum (e1, e2, e3, \dots, e n).$

$$Cr = 5 \times 4$$

$$Cr = 20$$

✓ Sa cotation observée: $Co = \sum (\sum Co1, \sum Co2, \sum Co3, \sum Co4, \sum Co5)$

$$Co = 10$$

$$\text{L'indice de satisfaction} = Co / Cr$$

$$= 10 / 20$$

$$= 0,5 \times 100$$

$$\text{L'indice de satisfaction} = \mathbf{50\%}$$

❖ **évaluation de l'indice global:**

Pour calculer l'indice global on applique la méthode graphique présentée ci-dessus.

a) Apprécier la cote de satisfaction de chacun des 3 critères de la qualité on appliquant la grille de satisfaction présentée ci-dessus et on déduit :

- Critère : Naturalité (qualité naturelle) = **5**
- Critère : Environnement (qualité de l'environnement) = **3**
- Critère : Accueil (qualité de l'accueil) = **3**

b) Porter sur le diagramme les valeurs correspondant à chaque critère

Selon le programme personnalisé sur Radar Excel nous obtenons les résultats suivants qui sont représentés sur le diagramme de satisfaction de la qualité du site.

Critères de qualité (indices)	A	B	C
Indice de référence	5	5	5
Indice empirique observé	5	3	3

Surface indice de référence principale : 32

Surface indice empirique : 17

Facteur de proportionnalité : 52%

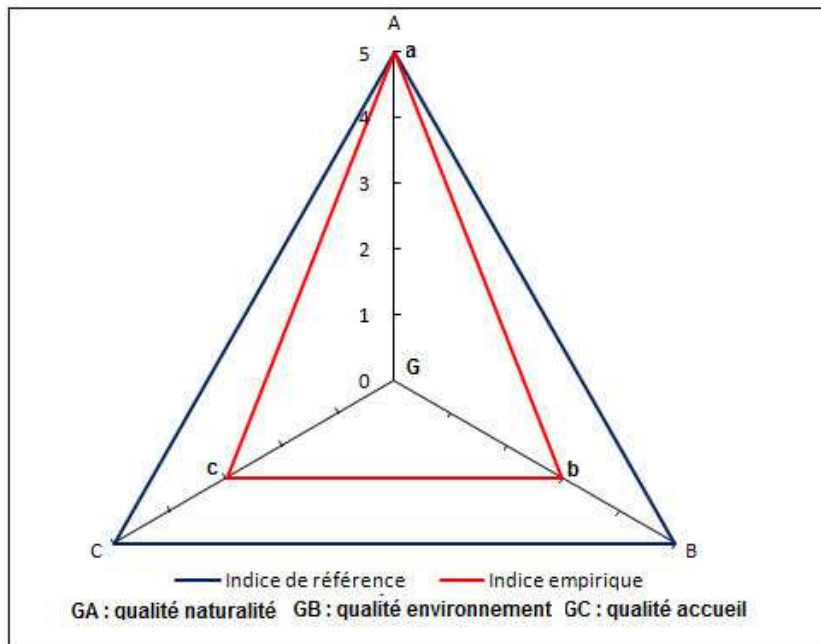


Figure n°19 : *diagramme d'intégration par la qualité du site.*

3-4 SUGGESTIONS DES ACTIONS A ENTREPRENDRE :

On essaye de proposer les actions qu'on peut entreprendre à partir des résultats obtenus pour améliorer l'indice global de la qualité.

❖ Résultats et discussions du diagramme d'intégration par la qualité :

L'interprétation de ces résultats nous indique un indice de qualité global de **52 %**. Dans le domaine de la qualité du site, ce pourcentage montre que nous sommes encore loin d'atteindre la situation de référence qui consiste en une « situation idéale » (se rapprocher au maximum et progressivement des 100 %). Pour faire dans l'amélioration, nous devons gérer tout les indicateurs que nous avons utilisés en recherchant la combinaison des effets attendus pour une gestion globale, plus efficace et optimale du littoral sableux du Mazafran.

Il faut aussi noter que le résultat obtenu dépend aussi de la fiabilité des données que nous avons utilisées pour le calcul des indicateurs.

❖ Intérêts et applications de la méthode :

Cette analyse consiste à déterminer le choix des indicateurs du système, dans le cas de notre site (plage Colonel Abbes) le système est un système géographique défini par trois critères qui sont :

- L'apparition de sa condition et son processus naturel (l'état naturel).
- Relations avec les usagers (l'état sur l'environnement).
- Les effets de ces relations (altérité).

Il est nécessaire de procéder à l'explication détaillée des indicateurs. Cette explication nous éclairera sur leurs natures, leurs aspects quantitatifs, qualitatifs et leurs évolutions.

La combinaison de tous les indicateurs donnera une évaluation globale dans l'espace de la zone côtière à étudier.

On considère les trois critères de qualité (naturalité, environnement accueil) ; l'ensemble de ces trois critères nous indiquera un indice global de qualité.

Malgré l'utilité de cette démarche ; elle nous n'indique pas quels sont les degrés et le poids de responsabilité des multiples paramètres dans la dynamique finale de la plage.

Conclusion générale

4- CONCLUSION GENERALE :

La plage Ouest du Mazafran qui a fait l'objet de notre zone d'étude se trouve dans la partie Est de la baie de Bou-Ismaïl ; l'une des plus importantes de littoral Algérien.

Cette zone d'étude (Colonel Abbas) s'étend sur une bande littorale environ 2.9Km et d'une largeur de 60m, elle représente un site côtier limitrophe de l'embouchure de l'Oued de Mazafran.

L'étude sédimentologique a fait ressortir que le site de Mazafran Ouest est caractérisé par une dominance d'un stock sédimentaire avec une médiane comprise entre 200 μ m et 350 μ m. cela dénote que les sédiments sur cette plage sont bien classés étalés vers les sédiments fins avec un facteur hydrodynamique très faible.

Le trait de côte a connu un recul plus ou moins important estimé dans la période actuelle (2004-2013) environ 1,46m / an de moyen. L'observation de l'évolution du trait de côte nous permet de constater son recul causé par la combinaison de multiples facteurs tels que les constructions sur le haut de plage, les extractions de sable, le facteur naturel tels que l'hydrodynamisme, l'élévation du niveau de la mer, ...

La qualité microbiologique des eaux de baignade est relativement satisfaisante, mais par contre on observe une pollution de cette plage par les déchets solides rejetés par les estivants ou ramenés par l'oued Mazafran : sacs, pneus, papiers, bouteilles,...

Nous avons essayé de collecter d'autres données et d'autres informations relatives à la topographie sous-marine, au profil de la plage, à la morphologie de sa dune y compris l'état de sa couverture végétale, aux aménagements et à l'occupation du site.

Les résultats que nous dégagons de toutes ces données et leur interprétations indiquent une situation qui a besoin d'une amélioration et donc d'un plan de gestion. Comme la gestion demande d'abord la connaissance de l'état existant, nous avons essayé de contribuer en proposant de réfléchir sur une démarche. Celle-ci se base sur la notion de qualité du site à travers quelques paramètres naturels et d'ordre socio environnemental. Elle s'inspire de l'approche systémique, se base sur des indicateurs que nous avons dégagés des données et informations collectées et s'appuie sur une représentation graphique qui permet de dégager un indice synoptique de la qualité du site. Cette démarche s'avère aussi applicable à la compréhension du fonctionnement du système étudié, mieux encore elle nous indique les degrés de responsabilité des paramètres qui déterminent l'état de la plage et permet de suggérer les actions prioritaires à engager.

Bibliographie

OUVRAGES GENERAUX :

CAULET, J. (1972). Mémoire du Mesium national d'histoire nationale. Tome XXV. Les sédiments organogènes du pré continent Algérien. Paris, Edition du Mesium.

CHAMLEY, H. (2000). sédimentologie. Ed. Dunode, Paris.

DAGORNE, J. (1973). Sédimentologie et bionomie benthique en baie de Bou-Ismaïl (ex. Castiglione).

E. C. F. BIRD. (1985). Coastline changes (Wiley intersciences, Chichester).

GUILCHER, A. (1979). Précis d'hydrologie marine et continentale, 2eme édition, Paris, Masson.

HERVE, R. (1999). Les littoraux, 2eme édition, Paris.

KNECHT, W. (1998). Integrated coastal and ocean management concepts and practices.

LECLAIRE (1972). La sédimentation de l'holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-Bléares (precontinent Algérien).Mémoire du Mesium d'histoire Nat, nouvelle série sciences de la terre, T .XX.IV, fax-unique, Paris.

LEM (2000). Etude de l'état de l'établissement de la carte sédimentaire du littoral algérien. 2ème tranche, Wilaya de Tipaza, Mission 2.

PASKOFF (1981). Cotes en danger, Edition Masson, Edition.

PASKOFF (1992). Les littoraux, impacts des aménagements sur les évolutions, Edition Masson, Paris. 2eme Edition.

PIRAZZOLI, A. (1993). Les littoraux. 1^{er} Edition. Nathan.

PIRAZZOLI. A. (1998). Les littoraux. 2eme Edition. Nathan.

PINOT, J. (1997). Levés topographiques courants en bords de mer

PINOT, J. (1998). La gestion du littoral. Tome I-littoraux tempérés : cotes rocheuses et sableuses. Institut océanographique. Paris.

MEMOIRES ET THESES

BERKNNOUNE, N. (2012). Inventaire des ouvrages de protection sur la cote Algéroise : avantages et inconvénients. Mémoire de master. ENSSMAL. Delly Brahim).

BRAIK (1989). Etude de la dynamique sédimentaire devant Bou Ismaïl: sédimentologie, morphologie, problème d'érosion du littoral, aménagement. Thèse de Magistère, Institut Sciences de la terre. USTHB., Alger. pp.38 -143.

CHABOU, S. (2004). Contribution à l'analyse de durabilité du littoral sableux du Mazafran: le cas de «plage Colonel Abbas». Mémoire d'ingénieur, ISMAL.

DJEMA (1997). Etude morpho sédimentaire et perspectives d'aménagement de la plage Ouest de Mazafran (Colonel Abbas). Mémoire d'ingénieur. ISMAL.

DRICI, A., AINAS, S. (2006). Contribution à l'aménagement durable et intégré d'un littoral sableux d'importance écologique : la plage EL Kadous (lac de Réghaia), mémoire d'ingénieur en aménagement du littoral. ISSMAL, Delly Brahim.

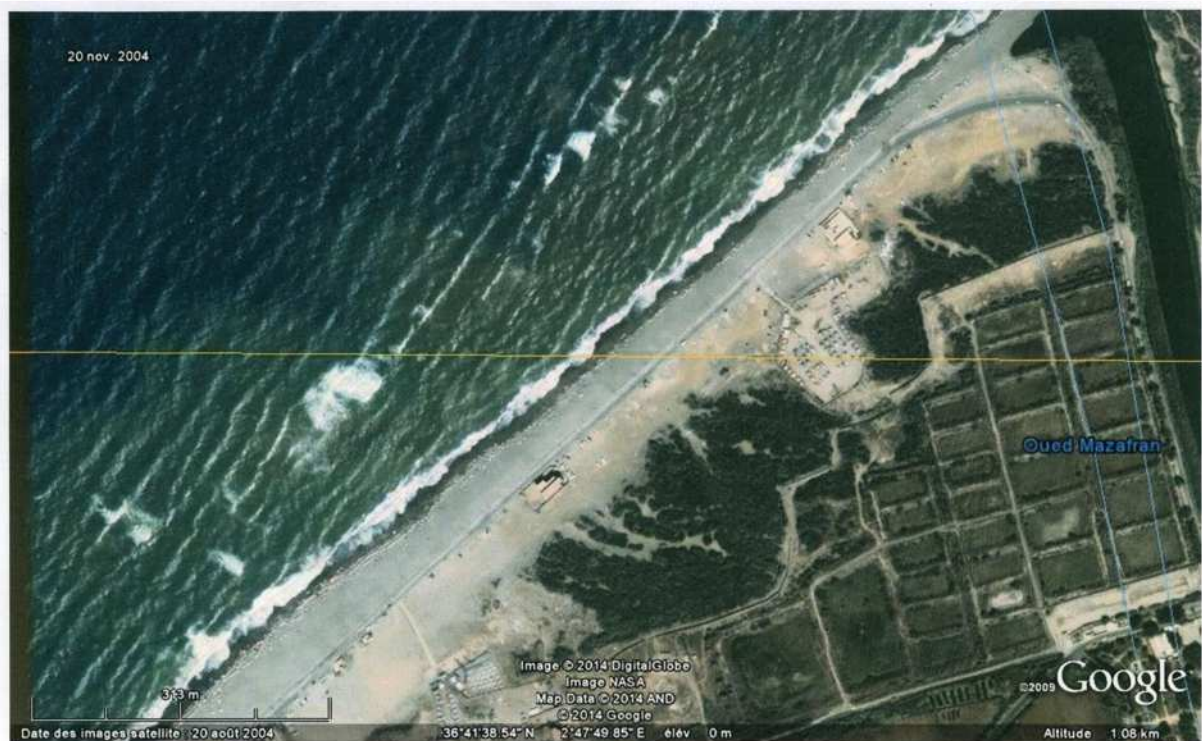
HAMAIDI, M., HADDAR, S. (2007). Le littoral sableux du Mazafran Ouest : état, évolution et perspectives. Mémoire d'ingénieur, ISMAL.

OUAZAR, L. (2004). Contribution à l'analyse systémique d'un littoral sableux : le cas de « la plage du Mazafran » (Ouest d'Alger). Mémoire d'ingénieur, ISMAL.

ANNEXES



20 Aout 2004 CENTRE



20 Aout 2004 EST



8 Nov 2013 EST



8 Nov 2013 CENTRE



8 Nov 2013 OUEST