



Université d'oran 02 Mohamed Ben Ahmed.



Faculté de sciences de la terre et l'univers .

Département de géographie et aménagement du territoire

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master 02

En gestion des risques majeurs et sécurité civile

L'impact du risque d'ensablement sur un tissu urbain Cas de kharouba et sidi mejdoub-wilaya de mostaganem-

Présenté par :

Mlle Bouchikhi Manel

Mlle Asri Dalal Sanaa

Sous la direction de:

Mme Diaf Attaouia

Devant le jury composé de:

Mme ouis Seddika MAA Université d'Oran2

Mme Caid Nabila MCB Université d'Oran2

Mme Diaf Attaouia MAA Université d'Oran2

Présidente

Examinatrice

Encadreur

Année Universitaire 2021-2022

Remerciements

En préambule à ce mémoire ,nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant ,pour être notre meilleur confident ,et de nous avoir donné, le courage, la patience, la volonté et la force nécessaire pour qu'on puisse terminer nos études.

Ce travail à été préalablement réalisé sous la direction de « Mme Diaf Attaouia» , enseignante au département de géographie et d'aménagement du territoire Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers Université d'Oran2-Mohamed Ben Ahmed.

Nous tenons à la remercier de nous avoir encadrés ,orientés et conseiller.

«Mme Caid Nabila» et «Mme Ouis seddika» pour leurs présences ,leur lecture attentive, ainsi que pour leurs remarques.

Mes sincères remerciements au personnel du département de Géographie et Aménagement du Territoire.

Dédicace

Je suis très heureuse de cette inoubliable journée qui marque la date de ma soutenance en master02 cela m'ouvre la porte pour réaliser d'autres acquis. Je remercie Dieu qui m'a donné le courage, la force, la persévérance depuis si longtemps de l'itinéraire pédagogique. Et qui m'a donné des parents attachés aux valeurs de l'éducation et du savoir soucieux de mon avenir, et à de mes frères et sœurs à qui je leur offre cet exploit.

Je demeure reconnaissante envers mon encadrant Mme DIAF qui a accepté de m'accompagner, et de me soutenir dans cette épreuve. J'apprécie ses précieux conseils et ses orientations réfléchies.

Je dédie ce Modest travail à

Mon grand père Krim Saad paix à son âme

Ma mère Krim Nedjma

& mon père Laid Bouchikhi

Mes sœurs «Kholoud & Aya & Djihane & Mebarka & Marwa»

Mes frères «Ahmed & Oussama & Moustapha & Fateh»

Mes grandes mères et mon grand-père

Mes tantes et oncles

Ma chère Dalal mon binôme qui m'a pas hésité d'enrichir cet mémoire.

Marc Maillard et son épouse pour leur soutien.

Mes sincères remerciements au personnel du département de la géographie et aménagement du territoire, ma famille et tous mes amis(es) pour leur aide et tous personnes qui ont contribué de près et de loin au bon déroulement de ce travail.

Mlle Bouchikhi Manel

Dédicace

Je dédie ce modeste travail et ma profonde gratitude A l'âme de mon père

Sois fière de ta petite fille Bien-aimée .

Que Dieu t'accorde la paix éternelle et t'accueille dans son vaste paradis.

*A ma très chère mère ,Quoique je fasse ou que je dise ,je ne saurai pointe remercier
comme il se doit.*

*Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés à toujours
été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

*A ma soeur et son mari pour son bienveillance de m'accueillir chez eux le temps de mes
études Merci pour tout ce que vous avez fait pour moi.*

A ma sœur Wafaa Merci de si bien accomplir ton rôle.

*Merci d'être là quand ça ne va pas. Merci de me prêter ton épaule quand j'en ai de
besoin .Merci d'apaiser mes pleurs peu importe la situation ;tu as toujours les mots
qu'il faut et tu sais reconnaître les moments où j'ai simplement besoin d'une oreille
attentive pour m'écouter.*

*A mes chers frères(Mohamed et l'Arbi) et mes chères sœurs (Nano, Zouzou et
Cherifa),a mes beaux-frères (Mohamed et Osman) mes neveux et nièce àmes
belles-sœurs pour leurs soutien set attentions. Ils m'ont permis de réaliser que la
famille est sacrée. Ils étaient pour moi, une vraie source d'inspiration et ont été toujours
à mes côtés durant les moments difficiles.*

*A ma chère binôme Manel ,ma douce sœur qui a eu la patience de me supporter
durant ce mémoire, et qui m'a soutenu et encouragé pendant tous les moments difficiles
vécus, je t'aime beaucoup ma chère.*

*et je souhaite que l'amitié que nous aréunipersiste pour toujours et que nous arrivons à
réaliser nos rêves...*

*Mes pensées vont aussi à tous mes amis (Maroua, Asma, Malika, Wafaa, Ferial
Houda, Nesrine) qui m'ont toujours motivé et encouragé .Nos bons moments passés
ensemble. Je n'oublierais jamais ces instants magiques. Ils se rontgravés à jamais
dans mon esprit.*

Melle Asri Dalal

Résumé

L'ensablement est habituellement défini comme étant « amas du sable formé par l'eau ou le vent ». L'érosion éolienne est la cause primordiale de tout ensablement ou le vent joue le triple rôle d'agent érosif le transport et de dépôt (formation des dunes). L'ensablement présente un risque aux secteurs agricole, économique, touristique...etc. Les causes de l'ensablement ne sont pas simplement dues qu'aux variations du climat, et des conditions physiques de milieu, mais aussi à mettre sur le compte les activités humaines et à l'urbanisation accélérée chaotique. Les milieux naturels arides et semi arides présentent des conditions favorables à une vive action éolienne, souvent renforcée par l'action néfaste de l'homme par ses besoins qui n'ont pas de solution définitive dans le monde entier.

Le secteur de Kharrouba est situé à 4 km au nord-est du chef-lieu de la wilaya de Mostaganem. Il est accessible par la RN11 Alger-Oran par Ténès et est localisée dans la commune et la daïra de Mostaganem. Il est noté que la région de Kharrouba connaît un phénomène d'ensablement très élevé qui est principalement dû à la fragilité de son environnement, et à l'expansion urbaine chaotique pratiquée dans son emplacement et surtout les agglomérations urbaines qui ont été construites sur le cordon dunaire, et dans le sens des vents dominant et cela crée un climat urbain qui contribue à la détérioration du secteur de Kharrouba dans tous les domaines (économique, touristique, social...etc.) et le site est toujours sous divers risques majeurs ce qui nécessite une intervention rapide pour faire face à ce problème. Il n'existe pas à ce jour de solutions définitives pour lutter contre l'ensablement mais les acteurs tentent de le réduire avec des méthodes et des techniques modernes et traditionnelles, dans notre zone d'étude nous n'avons pas observé des efforts et de procédures de développement intéressants dans le cadre de la lutte contre l'ensablement.

Mots clés : ensablement, érosion éolienne, agent érosif, les dunes, urbanisation chaotique, vents dominants, climat urbain

ملخص

يُعرّف زحف الرمال عادةً على أنه "أكوام من الرمل تكونت بفعل الماء أو الرياح"، التعرية بالرياح هي السبب الرئيسي لجميع زحف الرمال حيث تلعب الرياح الدور الثلاثي لنقل عامل التآكل والترسب (تكوين الكثبان الرملية). يمثل زحف الرمال خطراً على القطاعات الزراعية والاقتصادية والسياحية وما إلى ذلك. لا تعود أسباب الطمي ببساطة إلى الاختلافات في المناخ والظروف المادية للبيئة، ولكن أيضاً لتفسير الأنشطة البشرية والتوسع الحضري الفوضوي المتسارع. توفر البيئات الطبيعية القاحلة وشبه القاحلة ظروفاً مواتية لعمل رياح قوية، وغالباً ما تعززها فعل الإنسان الضار بحاجاته التي ليس لها حل نهائي في جميع أنحاء العالم.

يقع قطاع الخروبة على بعد 4 كم شمال شرق عاصمة ولاية مستغانم. يمكن الوصول إليها عن طريق الطريق السريع RN11 الجزائر - وهران عن طريق Ténès وتقع في بلدية ودائرة مستغانم. وتجدر الإشارة إلى أن منطقة الخروبة تشهد ظاهرة ترسب عالية للغاية ترجع بشكل أساسي إلى هشاشة بيئتها والتوسع العمراني الفوضوي الذي يمارس في موقعها وخاصة التجمعات الحضرية التي أقيمت على الكثبان الرملية، وفي اتجاه الرياح السائدة وهذا يخلق مناخاً عمرانياً يمكن أن يساهم في تدهور قطاع الخروبة في جميع المجالات (الاقتصادية، السياحية، الاجتماعية.... الخ) ولا يزال الموقع يتعرض لمخاطر كبيرة مختلفة والتي يتطلب تدخلاً سريعاً للتعامل مع هذه المشكلة. حتى الآن، لا يوجد حل نهائي لمحاربة الطمي ولكن الجهات الفاعلة تحاول تقليله بالطرق والتقنيات الحديثة والتقليدية، في منطقة دراستنا لم نلاحظ الجهود وإجراءات التطوير المثيرة للاهتمام في سياق مكافحة زحف الرمال.

الكلمات المفتاحية: زحف الرمال، التعرية بالرياح، عامل التآكل، الرياح السائدة والترسب، الكثبان الرملية، والتوسع الحضري الفوضوي، مناخ عمراني

Abstract

Sand creep is commonly defined as «piles of sand formed by water or wind ». Sand creep is a danger to agricultural, economic, tourist... etc.

The causes of silt are not simply due to differences in the climate and physical conditions of the environment, but also to account for human activities and accelerated chaotic urbanization. Arid and semi-arid natural environments provide favourable conditions for strong winds . It is often reinforced by the harmful act of man through his needs, which have no definitive solution throughout the world..

Kharouba Strip is located 4 km north-east of the capital of Mostaganem State. It is accessible by highway RN11 Algeria-Oran by way of Ténès and is located in the municipality and district of Mostaganem. It should be noted that the area of ruin is experiencing a very high deposition phenomenon due mainly to the fragility of its environment, the anarchic urbanization of the site, especially urban agglomerations on sand dunes, In the direction of prevailing winds, this creation of an urban climate can contribute to the deterioration of the ruin sector in all areas (economic, tourism, social...etc.)

The site continues to be exposed to various significant risks, which calls for rapid intervention to address this problem .So far there is no definitive solution to fight silt, but actors are trying to reduce it in modern and traditional ways and techniques.

In our study area we have not observed any interesting efforts and development procedures to place them in the context of silt control.

Keywords: sand creep, wind erosion, erosive agent, chaotic urbanization, prevailing winds, urban climate

TABLES DES MATIERES

Sommaires

REMERCIEMENTS	II
DÉDICACE	HIV
RÉSUMÉ	XII
LISTE DES FIGURES	XIII
LISTE DES Tableaux	XV
LISTEDESABRÉVIATIONSI	1
NTRODUCTION	
CHAPITREI:COMPREDREL'ENSABLEMENT	6
Introduction de chapitre.....	7
1-Définition d'ensablement:	8
2-Définition de l'érosion:	9
2-1-la Typologie de l'érosion :	8
2-2Les facteurs causant de l'érosion éolienne	10
2.1 Facteurs d'ordre climatique:	10
2.2 Facteurs d'ordre édaphique :	10
2.3 Causes d'ordre anthropique:	10
3-Le concept du système global d'action éolienne	11
3.1 L'aire source:	10
3.2 L'aire de transport :	11
3.3 L'aire d'accumulation:	11
4-Les facteurs d'ensablement:	11
4.1 Le vent:	11
4-2Le sol:	13
5-La dune:	13
6-Type d'accumulation sableuse:	13
1) Les dunes vives:	13
2) Les dunes consolidées:	13
7- L'origine du sable:	14

8. Transport des sables :	15
9- Le mouvement du sable:	15
10- les mécanismes de l'érosion éolienne :	16
10-1. Les mécanismes de mouvement a l'échelle des particules	16
10-2 Les mécanismes a l'échelle des mouvements globaux	16
11- Les accumulations éoliennes:	17
12- Conclusion du chapitre:	30
CHAPITRE II: LES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET LES	
CONDITIONS DU PROCESSUS D'ENSALEMENT.	26
1- Introduction du chapitre:	27
2- Présentation générale de la wilaya de Mostaganem	27
3- la Géomorphologie et les reliefs de wilaya	28
4- DONNEES GENERALE S GÉOLOGIQUES	30
4.1 Les collines «les monts du Dahra»	30
4.2 Les plateaux «le plateau de Achaâcha et le plateau de Mostaganem»	31
4.3 Les plaines «plaine de Bordjias et plaine de Chéelif»	31
5- L'Occupation du sol:	33
6- HYDROGÉOLOGIE:	36
6.1 Inventaire des ressources en eau:	36
6.2 La piézométrie:	37
7- Le phénomène d'ensablement à Mostaganem	37
8- Caractères climatique généraux :	40
8-1- Précipitations:	40
8-2- La température:	43
8-4- Le vent:	45
8-5- Les facteurs climatiques secondaires:	47
8-6- Le bilan hydrique à Mostaganem:	48
9- Quel rôle pour le réseau hydrographique?	48
10- la couverture végétale:	51
10-1 La couverture végétale permanente:	51
10.1 Le domaine forestier:	51
10-2 Les cultures pérennes	52
10-3 La couverture végétale temporaire:	52
11- Etudes du sols:	53

11-1-des sols sensibles à l'action éolienne:	53
11-2-les types du sols:	53
11-3-Des sols intensivement cultivés:	54
12-L'influence humaine:	55
13-Conclusion du chapitre:	56
CHAPITRE III : L'URBANISATION ACCÉLÉRÉE ET LE PROCESSUS	
D'ENSABLEMENT ENTRE MENACE ET IMPACT	49
1-Introduction:	50
2-Evolution de l'indice urbain de la wilaya:	51
3-La ville de mostaganem et ses extensions :-.....	51
4-Présentation du cadre d'étude :	53
5- La Topographie et la morphologie de la zone d'étude	57
6-L'aspect biotique:	61
6-1 La flore:	61
6-2 la faune:	65
7-Le cadre hydrologique:	67
8-Cadre géologique de la zone d'étude :	68
9-Le secteur de Kharouba:	69
10-Genèse et évolution de kharouba:	65
1.Période de 1989 – 2004 :	69
2.Période 2004-2012:	69
3.Période 2012-2016:	70
11-L'urbanisation vers kharouba a créé un environnement fragile	72
15- l'impact d'ensablement et vulnérabilité de site.....	78
Morphologie urbaine ,climat urbain ,microclimat et leur effets sur la direction des vents:	
.....	76
16- l'impact de tissu urbain et sa morphologie sur mouvements de l'air.....	83
17- L'écoulement de l'air autour d'un bâtiment	84
18-le système urbaine entre sa morphologie et son climat.....	85
19-Le cadre de bâtiment de kharouba en face de l'action des vents dominants.....	86
20-Impact d'ensablement et conséquences:	87
1- Impact Sur le milieu naturelle et l'écosystème.....	88
2-Impact Sur la vie humain:	88
2-2La technique des pierres à turbulence:	90

3-La méthode aérodynamique	91
1-rideaux protecteur ou prise vent:-----	92
2-Fixations des dunes par renforcement la végétation -----	93
3-La cessation immédiate de l'urbanisation :-----	96
Conclusion de chapitre: -----	98
conclusion -----	96
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES -----	99
ANNEXES -----	105

LISTE DES FIGURES

Figure1- Transport de particules.....	16
Figure2–Yardangs	17
Figure3-Voile éolien.....	18
Figure4- Nebka- Nebka buissonnante	19
Figure5-Edifices barkhaniques et barkhane2	20
Figure6-Dunes linéaires" SIF"	21
Figure7-Dune pyramidale:"ghourd"ou"star dune"	21
Figure8– Aklé.....	22
Figure9 a-Dune parabolique	22
Figure10 b–Barkhane.....	23
Figure11-Dunes longitudinales:"Sandridge"	23
Figure12:Types de dunes.....	24
Figure13:Évolution du bouclier à la barkhane vraie	24
Figure14:Situation géographique de la wilaya de Mostaganem.....	27
Figure15:Unités physiques de la région d'étude.....	30
Figure16:Carte Géologique de la région	32
Figure17:Carte des pentes de la région d'étude	33
Figure18:Carte d'occupation du sol de la frange côtière de Mostaganem	34
Figure19:Carte d'occupation du sol de la wilaya de Mostaganem.....	34
Figure 20 : Variation des Précipitation moyenne mensuelle annuelle en (mm) et nombre des jours/année	
Figure21 :carte présente l'extension d'urbanisation et occupation du sol de Mostaganem.....	52
Figure22:la situation géographique de la zone d'étude	53
Figure23:zet de kharouba google earth.....	54
Figure24:plan de zet de kharouba.....	55
Figure 25: Les éléments morphologiques de site	
Figure26:les déferents composante de couverture végétale.....	60

Figure 27: Changements d'occupation du sol sur la côte de Kharrouba au cours de la période1989-2016.....	66
Figure28:imagedeGooglearthdekharouba2013	67
Figure29:imagedeGooglearthdekharouba2011	67
Figure30:Ensablement de proximité ,cas de la zone de Kharouba	71
Figure31:différents type d'érosions dans la zones d'étude	74
Figure32:comportement du vent en fonction de l'espace entre les constructions	79
Figure33:Schéma représentatif d'un écoulement d'air autour d'un bâtiment	79
Figure34:Rehaussement de la palissade après accumulation des dépôts de sables FAO1988	83
Figure35:TECHNIQUE DE PIERRE A TURBULENCE.....	85

LISTES DES PHOTOS

PHOTO 01:la plage vue du mausolée de Sidi Medjdoub.....	56
PHOTO 02:Versant de la pointe Sud de la plage.....	57
Photo 03 :le versant ou talus bordant la plage	
PHOTO 04:le plateau dunaire	58
PHOTO 05:les éléments morphologique de site	59
PHOTO 05:photo représente la dégradations de couverture végétale.....	60
PHOTO 06:les plantes de falaises.....	61
PHOTO 07:plante de trèfle	61
Photo 08:plante de retma	
Photo 09 :plante de la mer les algues	
Photo10:la faune terrestre et aquatique existe	
PHOTO 11:le Site de kharouba	70
PHOTO 12:Système dunaire en plein destruction,.....	71
PHOTO 13:Ensablement d'origine hydrique éolienne(janvier-2015),	72
PHOTO14:le sable sur la route de sidi mejdoub juin 2022	72
PHOTO 15:l'effondrement de habitations(la cité des108 logements du quartier Hai Essalam) ..	75
PHOTO 16:Un glissement de terrain à Kharrouba en 2012(DPW,2012).....	75
PHOTO 17:Affaissement de la route par glissement de terrain.....	76
PHOTO 18:le mur de béton en face de plage de sidi Medjdoub	87
PHOTO 19 :Les banquettes	88
PHOTO 20:Retama reatam	88
PHOTO 21: Aristidapungens.....	89
PHOTO 22: Lycium intricatum	89
PHOTO 23: Nitrariaretusa.....	90

LISTE DES TABLEAUX

Tableau1:Liste des petits barrages dans la Wilaya	35
Tableau2:Liste des sources d'irrigation	36
Tableau 3: pluviosités moyenne mensuelle annuelle en (mm) et nombre des jours /année (source ONM1 de Mostaganem 1977-2003)	39
Tableau4 :températures annuelles moyenne et moyenne mensuelles des maxima et minima en °C(source : onm de Mostaganem(1977-2003)	40
Tableau5:Caractéristiques des vents selon les mois àMostaganem	42
Tableau 6:humidité relative moyenne mensuelle en / et nombre du jour de brouillard et de rosée	43
Tableau7:Evolution de l'indice urbain de la wilaya entre 1987et2008	51

LISTE DES ABRÉVIATIONS

O.N.M : Office national de météorologie
ZET : zone étude touristique
V ou CV : Vitesse ou classe de vitesse (m/s)
D : Direction des vents.
F : Fréquence de vents
H : Heure de relevés
P : Précipitations (mm)
V moy Vitesse moyenne (m/s)
V max Vitesse maximale (m/s)
NNE Nord-nord-est
NE Nord-est
ENE Est-Nord-est
E Est
ESE Est-sud-est
SE Sud-est
SSE Sud-sud-est
S : Sud
SSO Sud-sud-ouest
SO : Sud-ouest
OSO : Ouest-sud-ouest
W : Ouest
ONO : Ouest-nord-ouest
NO : Nord-ouest
NNO : Nord-nord-ouest
ETPE vapotranspiration potentiel
ETR : Evapotranspiration réelle
MM : Millimètre
M : Mètre
KM : Kilomètre
SAU : Superficie agricole utile
DMRH : Direction des études matricielles des ressources hydrauliques
A.N.A.T: Agence nationale d'aménagement du territoire.
GPS : Global Position Satellite.
PDAU : Plan Directeur ,d'Aménagement et d'Urbanisme.
SAT : Superficie Agricole Totale
URBOR: centre d'étude et de réalisation en urbanisme
BEXAM: *Bureau d'Etudes, Expertise, Conseils en Environnement, Aquaculture et Aménagements Côtiers*

Introduction



INTRODUCTION

Les aléas naturels du globe terrestre sont multiples et divers tels que sécheresse, désertification, érosion et ensablement ...etc .Les changements climatiques et les actions anthropiques sont à l'origine de ces phénomènes.

Plusieurs régions du globe terrestre sont touchées par le problème d'ensablement ,conséquence majeur du phénomène d'érosion éolienne, résultant de la sévérité du climat associée à la présence des sols et roches érodables. En plus, l'action humaine est le facteur anthropique qui en aggrave.

L'Algérie est un pays où le phénomène d'ensablement représente un risque majeur dans certaines régions littorales et steppiques.

«L'érosion éolienne est la cause principale de tout ensablement où le vent joue le triple rôle d'agent érosif »

Depuis longtemps, l'érosion éolienne et ses effets néfastes sur le milieu naturel et l'environnement constituent un sérieux problème notamment dans les régions arides et semi-arides.

L'érosion éolienne commence quand l'équilibre du système est rompu par le changement d'une ou de plusieurs composantes du milieu. Ce changement peut être dû aux précipitations, à la température, à la vitesse du vent, aux agrégats du sol, à la rugosité de la surface, au couvert végétal... etc.

L'érosion éolienne abaisse la fertilité du sol et modifie graduellement sa texture. La perte de sable fin, limons, argile et particules organiques des sols entraîne une baisse de la capacité de rétention d'eau du sol. Ce qui augmente la vulnérabilité du sol à l'érosion éolienne.

le phénomène d'ensablement représente un risque majeur dans certaines régions littorales et steppiques ,mais il n'est pas tout à fait spécifique des régions arides et désertiques car il dépend de la présence d'un régime éolien important. La migration de sable et du matériel éolien peut se manifester même dans les régions humides.

Il y a ensablement lorsque les grains de sable sont transportés par les vents et s'accumulent sur le littoral, au bord des cours d'eau et sur des terres cultivées ou incultes. En se déplaçant, les accumulations de sable (dunes) ensevelissent les villages, routes, oasis, cultures, jardins maraichers, canaux d'irrigation et barrages, entraînant ainsi des dégâts matériels et socioéconomiques très importants.

Le processus d'ensablement est principalement dû aux conditions physiques du milieu et aux activités humaines (la pratique de l'agriculture et de l'urbanisation à grande échelle, l'utilisation de moyens mécaniques de culture et d'irrigation ...etc.).

INTRODUCTION

Les conditions physiques (aspects climatiques, morphologiques, hydrogéologiques, biotiques...etc.) nécessitent une étude et une analyse approfondies car elles jouent un rôle dans la fragilité du milieu, par contre peuvent également l'améliorer, si les conditions physiques sont favorables.

La côte méditerranéenne en général et la côte de Mostaganem en particulier sont soumises à de fortes pressions démographiques, ce qui a entraîné une urbanisation accrue et une expansion dans d'autres zones.

Il est clair que l'urbanisation et l'étalement incontrôlé conduisent la région à de graves dommages et risques, et cela donne un environnement plus fragile qui fait toujours face aux aléas naturels, et c'est le cas de notre zone d'étude, qui a été construite dans un environnement sablonneux et une infrastructure de cordon dunaire.

La région de Kharrouba souffre de graves problèmes environnementaux liés à l'érosion éolienne et à la migration des dunes de sable, ce qui accélère le processus d'ensablement. Cette région est actuellement sous la menace de l'invasion par des sables de son infrastructure de base (routes, canaux d'irrigation, champs de culture...etc.) ce qui a un impact social et économique important.

En fait la zone de Kharrouba n'est pas juste exposée au risque d'ensablement mais également à des risques importants, notamment le glissement et l'effondrement terrain qui se sont réellement produits en 2012 et les inondations qui continuent de menacer la zone et la population (catastrophe de Kharrouba et Sidi Mejdoub 21/11/2011).

Il est noté que la région de Kharrouba connaît un phénomène d'ensablement très élevé qui est principalement dû à la fragilité de son environnement de base et à l'expansion urbaine chaotique pratiquée dans son emplacement et surtout les agglomérations urbaines qui ont été construites sur le cordon dunaire, ce qui contribue à la détérioration du secteur de Kharrouba dans tous les domaines (économique, touristique, social...etc) et le site est toujours sous diverses risques majeurs menaces.

Problématique:

L'ensablement est le résultat des dépôts éoliens favorisé par la nature du sol ou le vent, il présente un risque lorsqu'il touche aux enjeux économiques (agriculture et Zones urbanisées).

- **Qu'est-ce que le phénomène d'ensablement? Quelles en sont les facteurs ? et les mécanismes qui déterminent l'ensablement?**
- **Quelle est l'origine du stock de sable?**

«L'érosion éolienne est la cause principale de toute ensablement»

- **Qu'est-ce que érosion éolienne ,sa topologie et ses facteurs et comment-il améliore et accéléré le processus d'ensablement ?**

« la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ».

L'examinassions de plusieurs caractères physique du milieu(aspect biotique, climatique, morphologique, hydrogéologique..etc) et les actions humaine mal contrôlé ont un poids important dans le développement du phénomène dans le milieu affecté.

- **Quelle rôle pour les conditions physique de milieu et les actions humaine?**

Les villes grandissent, s'étendent et s'étalent à l'échelle planétaire. La multiplicité des termes utilisés pour qualifier la croissance spatiale des villes (sub urbanisation, rurbanisation, étalement urbain, etc.) mais cette action souligne la difficulté de gérer les phénomènes naturels et les risques qui se sont produits derrière cette urbanisation.

Les franges de la Méditerranée en générale et mostaganemoise en particulier sont soumises à de fortes pressions démographiques, Résultant en une urbanisation chaotique à grande échelle. Notre zone d'étude kharouba et l'une des régions qui souffre d'ensablement et ses conséquences néfastes sur le milieu physique et surtout sur le milieu urbain car le site de kharouba est un milieu fragile et dunaire , il est défavorable de construire et de faire des agglomérations urbain , mais la fin des années 90, l'ANAT (Agence nationale de l'Aménagement du territoire), avait présenté une étude pour l'extension de la ville de Mostaganem, vers le nord, nord est, à partir des 300 logements de kharouba ,la zone est toujours face aux risques important.

Enfaite , L'urbanisation de cette zone opéré sur un sol dunaire qui était protégé auparavant par une végétation dense et une agriculture très importante.

- **Comment l'ensablement affecte-t-il le milieu urbain ?**
- **le développement et l'implantation du secteur de Kharouba étaient-ils corrects, pourquoi il est défavorable de construire une zone urbain sur le site ? et quels sont les impacts et les risques de ce choix ?**

Le changement de la morphologie urbaine suite à l'étalement spatial, a eu un effet dans des changements au microclimat de la région, la manifestation des vents dans un milieu construit crée une déviation dans le couloir dunaire et les zones de turbulences , donc différent facteur ont participé à l'ensablement.

- **Morphologie urbaine et microclimat urbain ,comment se fait-il?**

«le bâti est un consommateur d'espace, agit sur la déviation des courants éoliens et sur l'orientation des dunes par le type de sa morphologie. »

- **L'implantation et la construction des agglomérations urbaines à Khrouba lors de sa construction ont-elles respecté la morphologie urbaine du bâti et le climat urbain de site ?**

L'élément le plus important dans le développement de phénomène d'ensablement dans les milieux urbains est le mouvement et la direction des vents dominants ,**est-ce bien étudié?**

Le phénomène d'ensablement nécessite des mesures de protection pour lutter contre ce risque

Pour quel type d'aménagement faut-il-opter?.

Le but de notre travail est de discerner les facteurs responsables du processus d'ensablement ,et d'aborder le phénomène et son impact sur le tissu urbain .

Notre travail se divise en trois chapitres :

-Le premier chapitre : il est basée sur une recherche bibliographique concernant le phénomène d'ensablement dans la région à travers les études réalisées (les thèses, les mémoires, ouvrages et articles).

-Le deuxième chapitre : nous avons présenter la wilaya de mostaganem à plusieurs échelles et montrer les facteurs et les conditions les plus déterminants dans le processus d'ensablement .

-Le troisième chapitre : nous avons abordé le phénomène et son impact dans notre zone d'étude à travers l'urbanisation et le tissu urbain et nous avons proposé des techniques pour lutter contre l'ensablement .

CHAPITRE I

comprendre l'ensablement .



Introduction de chapitre:

L'Algérie subit depuis plusieurs décennies de graves problèmes d'érosion des sols.

l'ensablement est l'invasion des grains de sable, il présente un phénomène très complexe. La wilaya de Mostaganem et sa région sont soumises par ce phénomène depuis des années. Dans ce chapitre nous allons déterminer le phénomène à partir de différentes recherches scientifiques et de lectures bibliographiques.

1-Définition d'ensablement:

L'ensablement est habituellement défini comme étant «amas du sable formé par l'eau ou le vent » il prend un sens plus large, il désigne toute occupation d'objet ou des surfaces par des grains de sable aboutissant ainsi à l'accumulation de sable et ou à la formation de dunes qui peuvent être continentales ou maritimes, dans les milieux arides et semi arides l'ensablement constitue une menace sérieuse pour l'ensemble des infrastructures de développement de plus des effets environnementaux fatals, on enregistre les retombées de ce phénomène au plan socio-économique qui sont lourdes (baisse de production agricole exode rurale ...etc), les conditions climatiques difficiles, la perméabilité topographique la nature des affleurements géologiques et la mauvaise utilisation des ressources naturelles sont généralement derrière la dégradation du milieu.

2-Définition de l'érosion:

Les sols forment l'épiderme de notre planète et constituent le support des activités humaines, notamment l'agriculture. Un sol naturel est une formation de surface à structure meuble et d'épaisseur variable résultant de la transformation de la roche mère. Nous pouvons aussi nous tenir à cette définition simplifiée de Greco (1966), selon laquelle : l'érosion est l'usure de la partie superficielle de l'écorce terrestre; l'eau et le vent sont les principaux agents.

Le mot érosion désigne l'action par laquelle divers éléments constituant les horizons superficiels de la couverture pédologique sont enlevés par la pluie, les glaciers, le vent. D'après Roose et *al.* (1998), l'érosion est un processus complexe vieux comme le monde : il concerne l'arrachement, le transfert, et la sédimentation de particules par l'eau, le vent ou la gravité. Depuis l'origine de la terre, l'érosion façonne les reliefs et construit les plaines, lesquelles nourrissent la majorité des populations du monde.

La dégradation des sols est la diminution de la capacité de production du sol. Certes l'érosion et la dégradation des sols sont deux processus qui sont couplés, mais la dégradation du sol a un sens plus large: elle inclut la pollution, la salinisation, l'épuisement des nutriments du sol, l'érosion des sols...etc. La dégradation des sols est souvent une étape avant que l'érosion ne s'installe de façon évidente, car il n'est pas nécessaire que le sol soit enlevé pour que sa production baisse (Topper et *al.*, 1985).¹

¹OULD SAFI Mohammed 2018 :ETUDE DU PHENOMENE D'ENSABLEMENT DANS LA REGION DE GOURARA, WILAYA D'ADRAR, EN UTILISANT L'OUTIL TELEDETECTION ET SIG

2-1-la Typologie de l'érosion:

L'érosion du sol et la dégradation relative des ressources en terre dans les zones semi-arides sont des phénomènes spatio-temporels fortement significatifs qui peuvent reproduire dans

beaucoup de pays (Bénina, 2010 ; Garouani, A. et al., 2003; Sadiki, A., 2004 ; Boukheir R. et al., 2001; Fistikoglu et Harmancioglu, 2002 ; Demirci, Karaburun, 2011).

Ce phénomène généralement liés aux pratiques agricoles dans les régions semi-arides, diminue la fertilité du sol et provoque une série de problèmes néfastes sur l'impact de l'environnement et cause une véritable menace pour la production agricole et une dégradation de la qualité de l'eau.

L'érosion du sol doit être fortement connue car elle constitue un sérieux risque, notamment dans les régions où le relief est très accidenté (Achite, M. et al., 2005) . Dans beaucoup de régions de notre zone d'étude, l'érosion du sol associée à sa dégradation ont fait de vastes secteurs économiquement improductifs. Souvent, une évaluation quantitative est nécessaire pour mettre en évidence l'importance de l'érosion du sol permettant le recours à des stratégies d'aménagement donne un aperçu du relief de la région d'étude .

En fait, l'érosion éolienne est la cause primordiale de tout ensablement où le vent joue le triple rôle d'agent érosif le transport et de dépôt (formation des dunes) . Les milieux naturels arides et semi arides présentent des conditions favorables à une vive action éolienne souvent accentuée par l'action néfaste de l'homme.

L'intensité de cette érosion dépend particulièrement à la compétence du vent qui l'agent causal et des autres caractéristiques écologiques au milieu où s'exerce cette érosion.

Les phénomènes de l'érosion éolienne et de l'extension de l'ensablement ne peuvent se produire que si les conditions édaphiques, climatiques et de végétation leur offrent un terrain propice, à savoir :

- l'aridité du climat
- un sol peu profond
- présence d'un espace assez étendu et absence de barrières naturelles permettant de limiter la vitesse du vent pour freiner les mouvements des particules
- un taux de recouvrement faible de la végétation.

2-2 Les facteurs causant de l'érosion éolienne:

Les Facteurs causant de l'érosion éolienne sont multiples et divers. A cet effet, on trouve des facteurs d'ordre climatique, édaphique, géomorphologique et anthropique.

Toute fois, le facteur climatique et plus précisément le vent est considéré toujours comme l'agent principal du phénomène de l'érosion éolienne.

2.1 Facteurs d'ordre climatique:

Selon plusieurs auteurs, **Greco (1966)**, **El-Ghannouchi, (2007)**, **FAO (2010)** et **Makhlouf et al (2013)**, dans les régions arides et semi-arides, le facteur du climat est à l'origine de l'érosion éolienne. Ces régions, se caractérisent par un couvert végétal faible ou bien carrément absent, une faible précipitation et des vents de grandes vitesses. Le vent détermine la manière de déplacement des particules du sol, par sa direction, vitesse et durée. Un vent ne peut arracher les grains de sable que lorsque sa vitesse, mesurée avec un anémomètre à 30 cm au-dessus du sol, atteint ou dépasse les 6 m par seconde (**FAO, 2010**).

Selon **Mainquet et Dumay (2006)**, la mise en mouvement des particules de sable par le vent exige une vitesse du vent supérieur à 4 m/s.

2.2 Facteurs d'ordre édaphique:

Selon **FAO (2010)**, l'érosion éolienne se produit si le sol est caractérisé par une texture grossière, riche en sable fin, pauvre en argile et en matière organique. Ces facteurs édaphiques rendent l'érodabilité du sol élevée et permettent la mise en mouvement facile des grains par la moindre vitesse du vent efficace.

2.3 Causes d'ordre anthropique:

Tidjani et al, (2009) rapportent que le facteur anthropique est la cause principale de l'érosion éolienne ainsi que de l'ensablement. Alors que l'intensité de l'érosion éolienne dont les flux sont importants, s'observe dans les zones de pratique du pâturage et d'arrachage de végétation.

3-Le concept du système global d'action éolienne:

Pour comprendre mieux le phénomène de l'érosion éolienne ainsi que l'ensablement dans une zone d'étude donnée, on fait appel à la notion du système global d'action éolienne. Ils'agit de l'itinéraire suivi par les apports éoliens, en tenant compte de l'aire source (zone de déflation où le vent prend en charge les particules), de l'aire de transport dans laquelle se fait le transfert des apports éoliens et de l'aire d'accumulation qui peut elle-même devenir une source (Mainguet et Dumay, 1992).

3.1 L'aire source:

Elle représente la zone source de sable, dans laquelle le vent s'en charge. Les sources de sable sont diverses et peuvent être d'origine maritime (sable provient des dunes littorales), fluviale (sable provient des oueds dont l'érosion hydrique génère un dépôt solide composé de sable) et lithologique par la corrosion des roches, surtout celles qui présentent une érodabilité élevée telles que les roches gréseuses.

3.2 L'aire de transport:

Il s'agit de cheminement sur lequel se fait la migration de sable. Sur le long de ce cheminement existent des couloirs de passage du vent chargé en sable qui s'organisent selon le tracé topographique de la région traversée. Il peut y avoir au niveau de ces couloirs un obstacle topographique (berge, talus, butte...etc.) ou bien une rugosité élevée qui fait que le vent dépose sa charge en créant une zone d'accumulation locale.

3.3 L'aire d'accumulation:

Elle représente l'étape finale du système global d'action éolienne. Dans cette zone le vent rencontre un obstacle qui annule sa force, de ce fait il dépose le sable qu'il a apporté de la zone de déflation ou bien zone d'alimentation. Par conséquent, des dunes et des cordons dunaires se forment et pourraient y avoir la formation de l'Erg, une vaste superficie occupée par les dunes de sables de différents types.²

4-Les facteurs d'ensablement:

4.1 Le vent :

Le vent est une masse d'air en mouvement selon une composante horizontale qui s'écoule des hautes vers des basses pressions 4 et 6 m/s. Le vent soulève les particules du sol et provoque leur immigration, il est un agent efficace de transport, l'action du vent dépend

²OULD SAFI Mohammed 2018 :ETUDE DU PHENOMENE D'ENSABLEMENT DANS LA REGION DE GOURARA, WILAYA D'ADRAR, EN UTILISANT L'OUTIL TELEDETECTION ET SIG

essentiellement de son intensité qui dépend de deux paramètres : la durée du vent et sa force ; le vent est lié aussi à la vitesse.

Selon la vitesse on peut classer les vents en plusieurs classes:

- Vents faible soucalmes
- Vents moyens
- Vents forts
- Vents très forts

On parle de vent efficace quand la vitesse du vent est supérieure à un seuil critique à partir duquel le soulèvement des particules du sol et leur déplacement devient possible. On admet que cette vitesse varie en fonction de la taille des particules et ce entre 4 et 6m/s. La vitesse du vent est un facteur essentiel, car elle détermine la force d'entraînement du sable. Cette vitesse augmente, plus la capacité de transport s'accroît. L'action du vent provoque des effets graves dans plusieurs régions du globe à savoir l'Afrique du nord, les régions arides et semi-arides au nord du Sahara.

4-2 Le sol :

Les sols présentant certaines caractéristiques sont plus vulnérables à l'attaque du vent que d'autres comme :

- meuble ,sec et finement émietté,
- surface uniforme,
- couverture végétale absente ou clairsemée
- Zone suffisamment étendue dans le sens du vent.

Le second facteur qui est déterminant dans la manifestation de l'ensablement est à savoir la taille et la densité des particules de sable. Les particules dont le diamètre avoisine 0,1 mm sont entraînées les premières, tandis que les particules plus grosses ne peuvent être déplacées que par des vents violents.

La nature du mouvement des particules varie selon leur dimension à savoir par saltation, reptation et/ou suspension.

5-La dune:

La dune se définit comme un corps subaérien sableux, haut de 30 cm à 400m, étendant de 1m à 1km, et dont la forme est conditionnée par les flux éoliens locaux. Le sable qui la compose est en général quartzéux. Les dunes sont mobiles mais peuvent être fixées par un obstacle minéral ou végétal. Leur stabilisation totale est également possible par une colonisation de la végétation ,par encroûtement (Précipitation des carbonates), ou par dans tous les cas, cela sous-entend une variation des conditions climatiques, ou tout au moins ,naturelles locales (Gentile, 1995).

6-Type d'accumulation sableuse:

D'après la répartition des sables à l'échelle de la zone, force est de constater que les accumulations éoliennes sont plus importantes sur le plateau de Mostaganem :Le cordon dunaire littoral et les dunes à l'intérieur du plateau sont sous forme de dunes vives et de dunes consolidées (Gautier-1902).

1) Les dunes vives:

Parallèlement au plateau et au trait de la côte il existe un cordon dunaire assez continu dû aux accumulations récentes d'origine marine, ce cordon est caractérisé surtout par des formations de dunes vives

2) Les dunes consolidées:

Les deux formations les plus anciennes (quaternaire ancien) sont caractérisées par la présence d'encroûtement très induré et très épais (carapace) formant

soit une dalle à croûte grise feuilletée bien indurée, soit une dalle rose saumon gréseuse pouvant atteindre 40 cm d'épaisseur.

Les dunes à croûte rose feuilletée de 50 cm d'épaisseur sont du quaternaire moyen. Elles comportent souvent un paléosol rouge à deux ou trois horizons.

-Les dunes du Quaternaire récent sont des dunes grésifiées, de teinte grise foncée souvent consolidées dans leur masse par le calcaire et qui présentent une structure litée entrecroisée typique. Cette formation est présente dans le plateau de Mostaganem, elle est localisée aux abords de la vallée de jardins.

7- L'origine du sable:

La connaissance des sources de sable est très importante pour les études relatives à l'ensablement, notamment dans les cas de préparation des plans d'aménagement de lutte contre le problème en question.

Les sources de sable peuvent avoir plusieurs origines. On dit que:

Le sable est autochtone : Quand les sources de sable peuvent être locales.

- Le sable est allochtone : Quand l'origine du sable est lointaine.
- Le sable est auto-allochtone: Quand l'origine du sable est mixte.

Dans notre zone d'étude ,l'accumulation du sable a donné naissance a un cordon dunaire parallèle au plateau et à la mer composé de deux types de dépôts :

Micro dunes éparses : près de la plage, les grains de sable remaniés par les vents d'ouest et les vagues, s'accumulent et forment des petites dunes plus ou moins mobiles.

Dunes consolidées : en arrière de cette première ceinture de dunes se trouve une deuxième plus large et plus haute atteignant parfois 20 à 30m environ. (Belgat-1984).

D'après SMAHI(2001) plusieurs propositions ont été mises en relief pour identifier la source d'alimentation du sable.

La première hypothèse : Le niveau de la mer a changé plusieurs fois au cours du pliocène (au moins deux fois) et du quaternaire. Quand il augmente, la mer recouvre la terre sur une certaine distance et y dépose donc des sédiments généralement fins.

Quand le niveau de la mer diminue, la mer se retire, les dépôts marins se retrouvent donc à l'air libre et par conséquent, l'érosion éolienne peut y être active.

La deuxième hypothèse, le sable est fourni par le cordon dunaire côtier (sables marins et alluvions continentales).

Cette hypothèse a été plus ou moins écartée à cause de la présence de la falaise qui joue le rôle d'obstacle aux vents dominants (N à WSW) chargés de sable ; mais une quantité peut provenir de cette zone.

La Troisième hypothèse : le sable provient directement des produits de l'altération de la roche mère.

La désagrégation mécanique des grès (calabrien et astrien) a donné naissance à un manteau grès-sableux d'épaisseur variable. Localement les sables de ce manteau sont repris par l'érosion éolienne, ils sont entraînés partout où le sol n'est pas protégé et s'accumulent en formant des dunes. Ces accumulations sont surtout abondantes dans les dépressions et en placage sur les versants N-W d'Ennaro, de Bel-Hacel et l'Akboub.³

8. Transport des sables:

En matière de lutte contre l'ensablement, on appelle sable toute particule ou fragment de roche susceptible d'être transporté ou mis en mouvement par le vent. Cette mobilisation se produit généralement à partir d'une vitesse comprise entre 4 et 6 m/s. Selon leur granulométrie, les grains de sable sont fins ou grossiers. La nature géologique de la roche mère donne aux grains des densités et des teintes différentes.

La forme des grains ronds est due aux frottements qu'ils subissent le long de leur trajectoire de migration. Sous l'action d'un vent efficace, le sable est mis en mouvement par grains ou en masse.

9-Le mouvement du sable:

Le transport éolien des sédiments résulte de l'interaction entre le vent et la surface de la terre, c'est un processus complexe englobant plusieurs modes de déplacement qui, peuvent se produire plus ou moins simultanément (Bagnold, 1941). La compréhension du fonctionnement des procédés de transport des sédiments, nécessite la connaissance des caractéristiques pertinentes de l'état de surface (ex. texture des sédiments, taux de recouvrement végétal, type de la croûte et degré de cohésion) ainsi que la dynamique du flux d'air à la surface (Lancaster, 1995). Selon Bagnold (1941), le transport éolien se distingue en 3 modes principaux et ce dépend principalement de la granulométrie des sédiments

Les particules fines de taille allant du moins de 20 à 70 µm correspondent plutôt à de la poussière et sont transportées par suspension. Il y a mise en suspension de la poussière dans l'air lorsque la vitesse des fluctuations verticales associées aux turbulences de l'air est supérieure à la vitesse de retombée des particules (loi de Stokes), qui se maintiennent en altitude (jusqu'à 3000 m) et se mettent en migration pour de longues distances (parfois des milliers de kilomètres) sous l'effet des tourbillons turbulents du vent (Mainguet, 1995).

Les grains de sable ayant un diamètre d'environ 60 à 1000 µm se déplacent par saltation, il

³Smahi 2001 : Etude du phénomène d'ensablement sur le plateau de Mostaganem et proposition d'aménagement,

s'agit du mode de transport le plus dominant selon laquelle nuage des grains de sable meut faisant des séries de sauts sur de courtes distances (environ 10 cm). Durant la saltation, les grains de sable se soulèvent de façon verticale, se déplacent en faisant une action de rotation, et puis retombent vers le bas selon un angle α exprimé par l'équation de Bagnold(1941):

$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{V}{V^*} \right)$ Où V^* est la vitesse terminale de chute du grain de sable (m/s), et V est la vitesse de l'air(m/s) ; la rugosité du substrat est un facteur favorisant lors de la saltation ,qui devrait être plus active sur un substrat cohérent que sur un terrain meuble. Les particules de taille supérieure à 500 μm (0.5mm) se déplacent aussi par saltation et plus précisément par roulage et traction, car leurs tailles sont trop importantes pour que le vent puisse les soulever.

10-les mécanismes de l'érosion éolienne :

D'après l'OMM (2005), les particules de sable en érosion éolienne se déplacent selon trois modes de transport en fonction de leur taille, leur forme et leur densité, La localisation des formes dunaires dépend directement de la granulométrie des particules du sol. Le vent n'exerce son action que sur des matériaux de taille bien définie.

10-1.Les mécanismes de mouvement a l'échelle des particules

Il existe trois modes différents d'entraînement des particules: la saltation, la reptation en surface et la suspension (figure 1).

- La saltation:

Le mouvement initial des particules du sol est une série de sauts. Le diamètre des particules en saltation est compris entre 0,5 et 1,1 mm. Après avoir sauté, les particules retombent sous l'action de la pesanteur. La partie descendante de la trajectoire est très inclinée vers le sol et pratiquement rectiligne. Peu de particules atteignent une altitude supérieure à 1 m et environ 90 % d'entre elles font des sauts inférieurs à 30 cm. L'amplitude horizontale d'un saut est généralement comprise entre 0,5 et 1 m.

Le phénomène de saltation est indispensable pour amorcer l'érosion éolienne. Il est la cause de deux autres modes de transport des éléments du sol par le vent: la reptation en surface et la suspension dans l'air.

- La reptation en surface:

Les particules de plus grande dimension roulent ou glissent à la surface du sol. Trop lourdes pour être soulevées, leur mouvement est déclenché par l'impact des particules en saltation plutôt que par l'action du vent. Les particules qui se meuvent ainsi ont des diamètres compris entre 0,5 et 2 mm suivant leur densité et la vitesse du vent.

- La suspension:

D'une façon générale les fines poussières ne peuvent être emportées que si elles ont été projetées dans l'air par l'impact des grains plus gros. Une fois parvenues dans la couche turbulente elles peuvent être soulevées à de grandes hauteurs par les courants d'air ascendants et former des nuages de poussière atteignant fréquemment des altitudes de 3 à 4.000 mètres. Même si leur aspect peut être impressionnant, le mécanisme essentiel de l'érosion éolienne demeure la saltation car sans elle de tels nuages ne pourraient se produire.

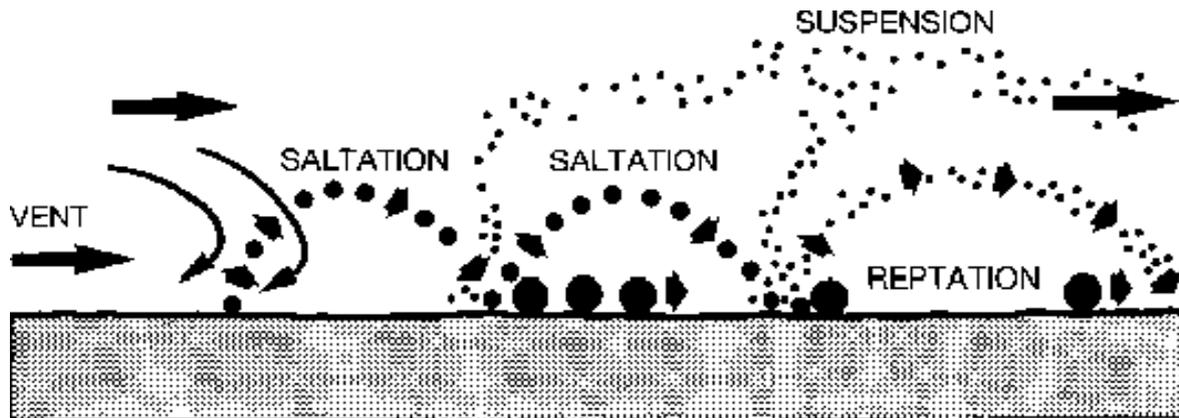


Figure1-Transport de particules

Source : Ould safi mohammed 2018

10-2 Les mécanismes à l'échelle des mouvements globaux:

Les particules en mouvement sont le siège d'interactions dont il faut citer principalement:

a- L'effet d'avalanche:

Ce phénomène est la conséquence de la saltation. Les particules qui ont sauté provoquent, en retombant, le départ d'une quantité plus importante de particules. Aussi, lorsque le vent progresse sur un sol dénudé, sa charge en particules augmente sans cesse jusqu'à atteindre un maximum tel que la quantité perdue est égale à la quantité gagnée à chaque instant.

La charge maximale du vent en particules est sensiblement la même pour tous les types de sols et elle est égale à celle que l'on rencontre sur les dunes de sable.

La distance nécessaire pour que cette saturation soit atteinte varie en raison inverse de la sensibilité d'un sol à l'érosion. Ainsi sur un sol très fragile elle peut se produire en une cinquantaine de mètres, et demander plus de 1000 mètres sur un sol de bonne cohésion.

b- Le triage:

Le vent déplace les particules très fines et très légères beaucoup plus rapidement que les grosses. Plus les particules sont fines, plus leur vitesse est grande et plus la distance qu'elles parcourent et les hauteurs qu'elles atteignent sont importantes.

différents éléments du sol en catégories suivant leurs dimensions

gravier, sable, argile et lœss. Il emporte ainsi les éléments fins et ne laisse sur place que les éléments grossiers.

Une autre conséquence de ce triage est la stérilisation progressive du sol car la matière organique elle-même formée d'éléments fins et peu denses, est l'un des premiers éléments à être emporté.

c- La corrasion:

La corrasion est l'attaque mécanique de la surface sur laquelle souffle un vent chargé de particules. C'est dans les régions arides, une cause aggravante de l'érosion des sols.

Dans un matériau cohérent et homogène la corrasion se traduit par des stries parallèles ou par un remarquable poli. Le polissage affecte les affleurements comme les cailloux des regs, plus ou moins alvéolés ou façonnés en facettes.

Les vents de sable associés aux effets des amplitudes thermiques donnent aux buttes résiduelles découpées dans des couvertures gréseuses, des formes de champignons.

Dans les roches meubles et en particulier dans les terres agricoles (argile et limons), les vents creusent des sillons parallèles mettant à nu les racines des jeunes plantes. Lorsque ce phénomène est poussé plus loin, la corrasion délimite des buttes allongées aux profils longitudinaux aérodynamiques, hautes parfois de plusieurs mètres appelées "yardangs" (figure2).



Figure2–Yardangs

source : FAO,1988

Les accumulations éoliennes:

Les formes d'accumulation : Le vent perd sa capacité d'entraînement des particules sableuses, lorsque sa force devient faible. De ce fait, ces grains se déposent sur le sol (FAO, 2010). Plusieurs facteurs interviennent pour déterminer la forme des accumulations sableuses, qui est très complexe, en raison de la structure du courant éolien, de la nature de la sol, de la topographie, de la végétation et de la dimension des grains de sable (FAO, 1988). D'après la FAO (1988), Mainguet et Dumay (2006), Yaping (2008) et FAO (2010), plusieurs accumulations sableuses ont été définies telles que Lorsque le vent faiblit et perd sa vitesse d'entraînement du sable, celui-ci se dépose.

La forme des accumulations sableuses est très complexe, non seulement en raison de la structure du courant éolien, mais aussi de la nature de la surface du sol, de la topographie, de la végétation et de la dimension des grains de sable. Nous donnerons ci-après quelques formes caractéristiques de ces accumulations:

a- Les ripples marks ou rides: Ce sont des rides transversales qu'on rencontre sur les dunes. Ces micro-ondulations de quelques centimètres de hauteur sont disposées perpendiculairement à la direction du vent qui a été à leur origine.

b- Voile éolien: C'est un saupoudrage diffus des particules sableuses à la surface du sol (figure 3)

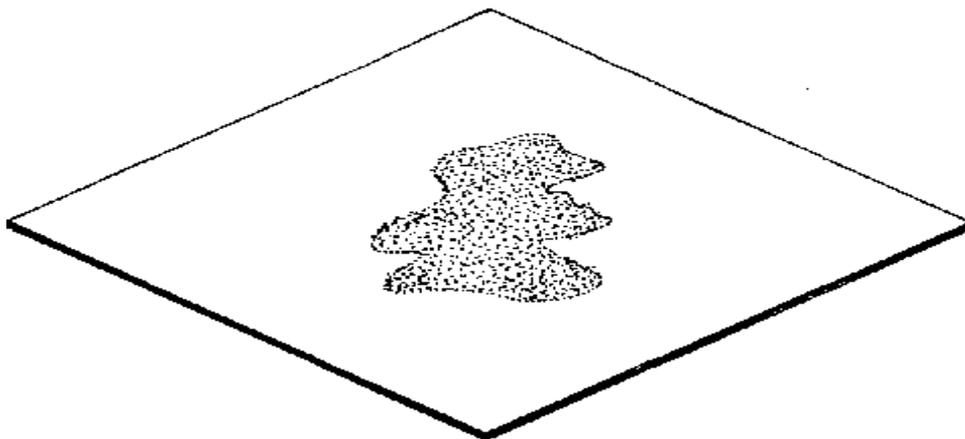


Figure3-Voile éolien
source :FAO,1988

c- Nebka:

C'est un dépôt sableux provoqué par un obstacle (végétal, rocheux...) sur la trajectoire des particules sableuses en mouvement. On distingue deux types de nebkas: nebka à flèche de sable et nebka buissonnante (figure 4). Une nebka présente une pente douce sous le vent et une forte pente au vent. Vue en plan, leur forme est ovoïde avec la pointe la plus fine sous le vent. La dimension d'une nebka est de quelques décimètres de hauteur et de 1 à 4 m de long. Une nebka s'édifie rapidement en quelques jours de vent fort de direction constante. Elles peuvent se détruire aussi rapidement, certaines sont de formes fugitives caractéristiques du dernier vent de sable. Elle indique une mobilité du sable à l'échelle locale.

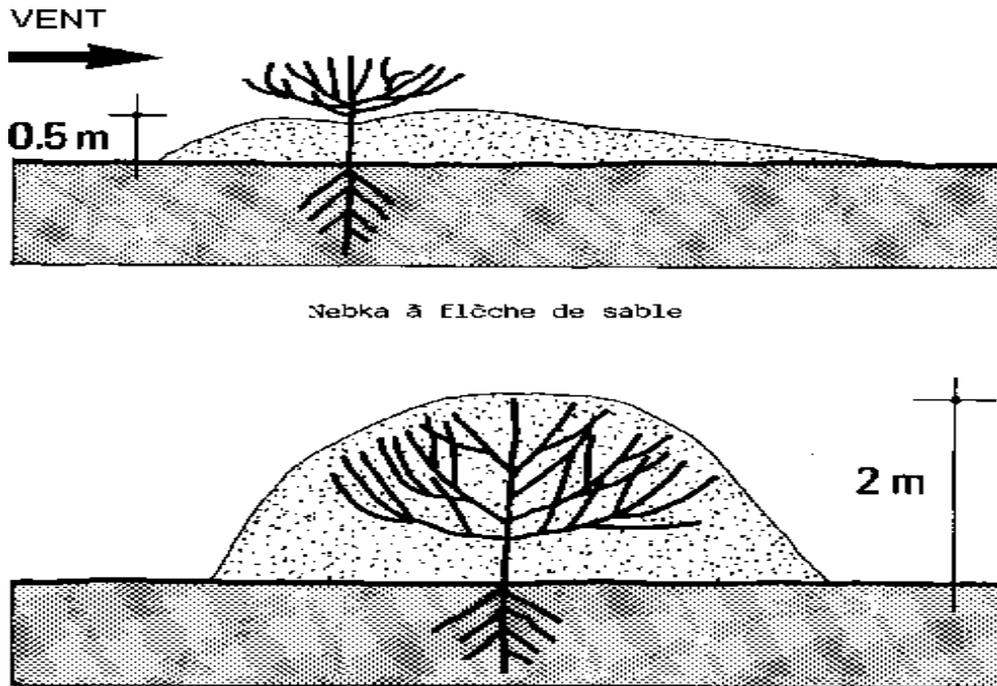


Figure 4-Nebka-Nebkabuissonnante.

source : FAO, 1988

d-Barkhane:

C'est est une dune en forme de croissant à convexité au vent. Elle passe par plusieurs stades à savoir le bouclier sableux, bouclier barkhanique et dièdre barkhanique. Il s'agit d'une forme d'accumulation sableuse la plus menaçante pour l'ensablement vu sa capacité de déplacement rapide. La migration des barkhanes requiert trois conditions : un vent constant monodirectionnel, une source de sable importante et de granulométrie allant de 0,12 à 0,25 mm de diamètre, et une surface plane et dure. Les barkhanes étant des constructions instables, mobiles et sans cesse remodelées par le vent, leur vitesse de déplacement peut atteindre plusieurs dizaines de mètres par an (figure 5)

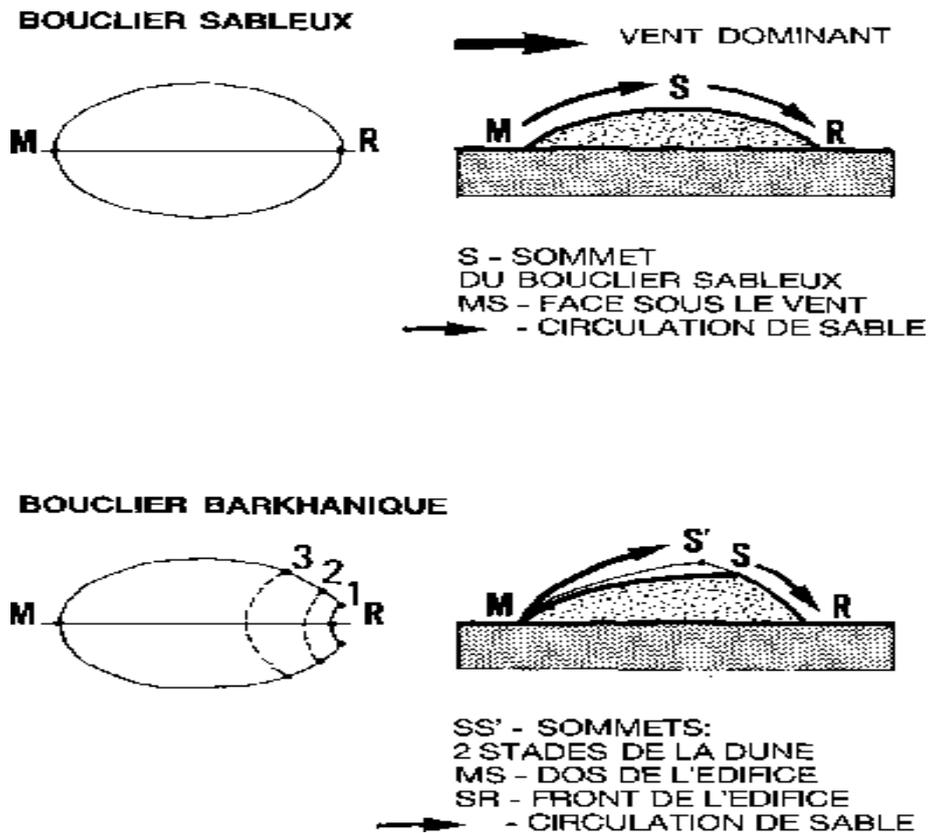


Figure 5-Edifices barkhaniques et barkhane 2

Source : Yaping, 2008

e- Dunes linéaires ou SIF :

. C'est un édifice allongé, étroit et de forme étirée sur toute sa longueur comme une épée (appelée SIF en arabe). C'est une accumulation avec deux flancs opposés à forte pente à pentes fortes qui se rejoignent en une crête active. La longueur est toujours de huit à dix fois plus importante que la largeur, En moyenne les sifs ont de 2 à 3 kms de long et 30 à 150 mètres de large. Quelquefois ils peuvent être discontinus et assemblés en rides pouvant atteindre 30 à 40 kms de longueur. La direction de ces dunes est oblique par rapport à la résultante des vents dominants. Le mouvement d'une dune linéaire se fait par allongement, au fur et à mesure des nouveaux apports de sable par le vent. Ce type de formations existent dans Sahara Ex : Zahrez, Chotts Gharbi et Chergui et la zone de Mostaganem et loin de sa possession (figure 06).

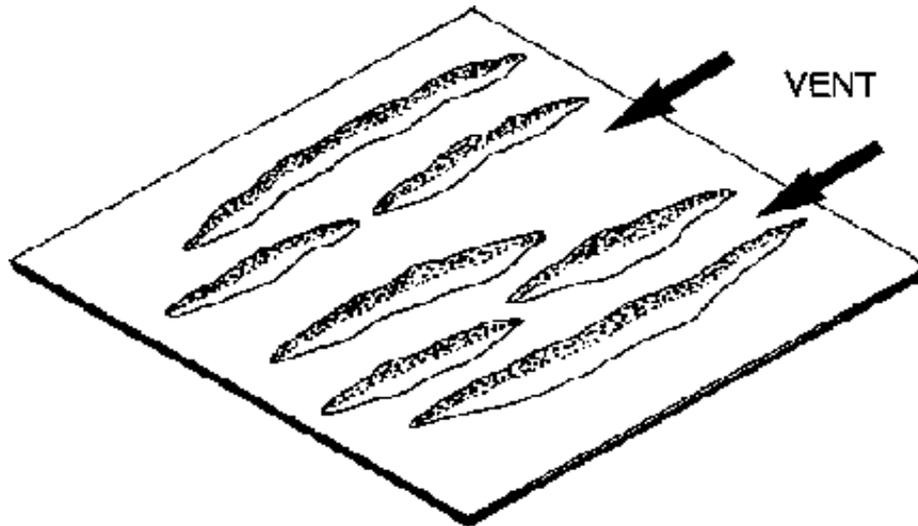


Figure 6-Dunes linéaires "SIF"

Source : Yaping, 2008

f-Les dunes en pyramide ou "ghourds" :

Ce sont des collines de sable souvent en forme de pyramide étoilée avec trois ou plusieurs bras s'étalant à partir du sommet qui peut atteindre jusqu'à 300 m de hauteur. Elles naissent à la convergence de plusieurs flux éoliens et sont pratiquement stables et immobiles. Elles deviennent donc des sources de sable qui peuvent donner naissance à des barkhanes ou à des dunes linéaires (figure 07).

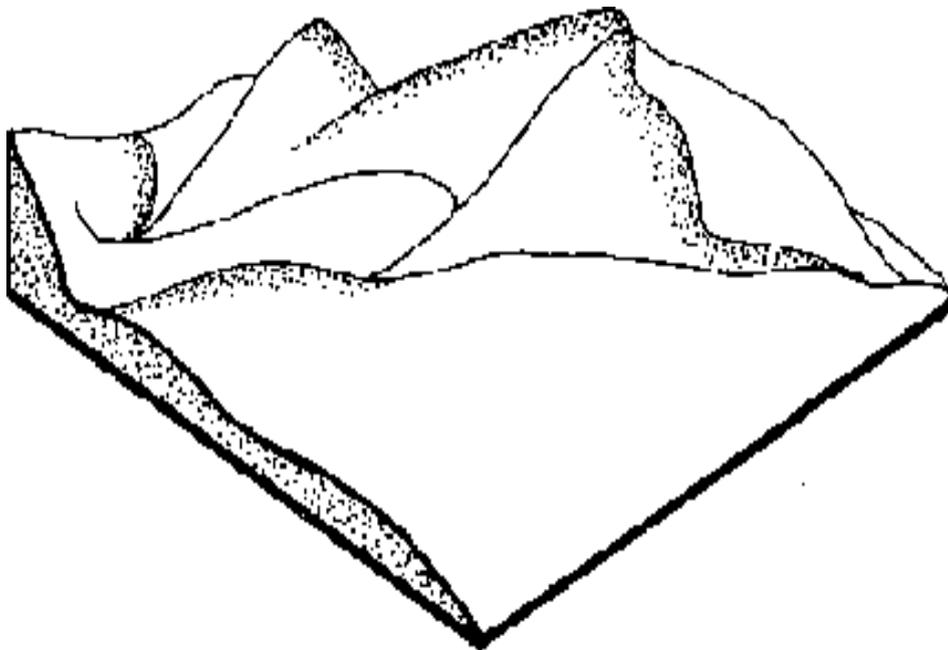


Figure 7-Dune pyramidale: "ghourd" ou "stardune"

Source : Yaping, 2008

g-Aklé:

Dense assemblage de dunes qui se tassent et tendent à grimper l'une sur le dos de la précédente (figure 8).

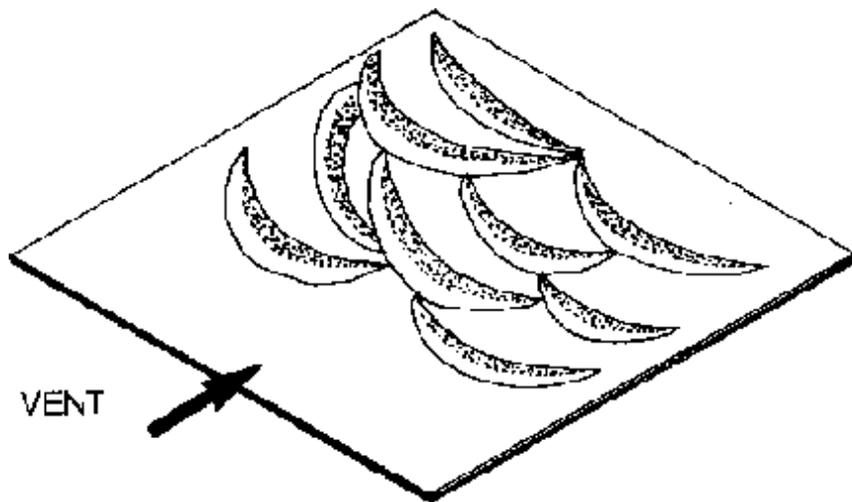


Figure 8–Aklé

Source : Yaping, 2008

h-Dune parabolique:

C'est une dune dissymétrique en forme de fer à cheval à concavité au vent souvent plus ou moins fixée par la végétation (figure 9 a). Sa disposition par rapport à la direction du vent est inverse de celle de la barkhane. (figure 9 b). La dune parabolique est peu mobile et généralement ne migre guère une fois qu'elle est formée.

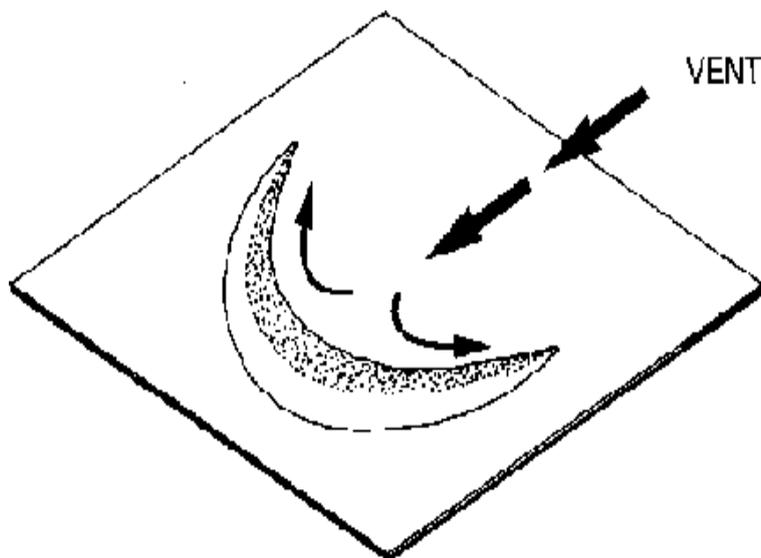


Figure9a –Dune parabolique

Source : megherbi wahiba

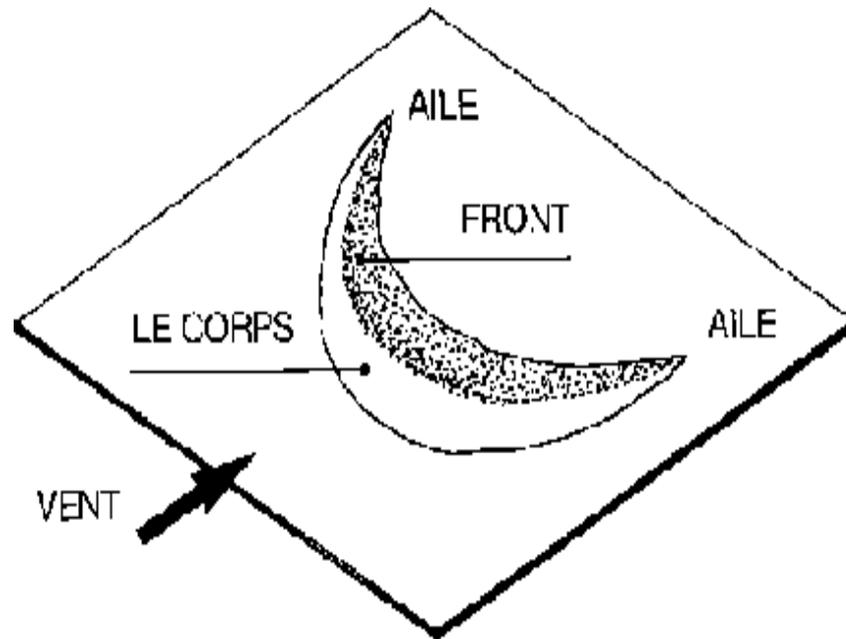


Figure 10b–Barkhane

Source : megherbi wahiba 2015

i- Cordons longitudinaux: Sandridge:

Les cordons allongés (figure 10) ou "sandridges" sont de larges édifices sableux longitudinaux, séparés par des couloirs de déflation. Leur masse globale est immobile. Ces cordons longitudinaux sont différents des dunes linéaires. Ils s'alignent dans la direction des vents dominants contrairement aux sifs qui sont obliques par rapport à la direction résultante annuelle. Les dunes linéaires sont façonnées par un dépôt de sable qui arrive obliquement sur la dune tandis que des sandridges existent par suite d'un départ de sable.

Les sandridges sont les plus longs édifices éoliens terrestres. Ils ont une toute autre dimension que les dunes linéaires. Leur base est large.

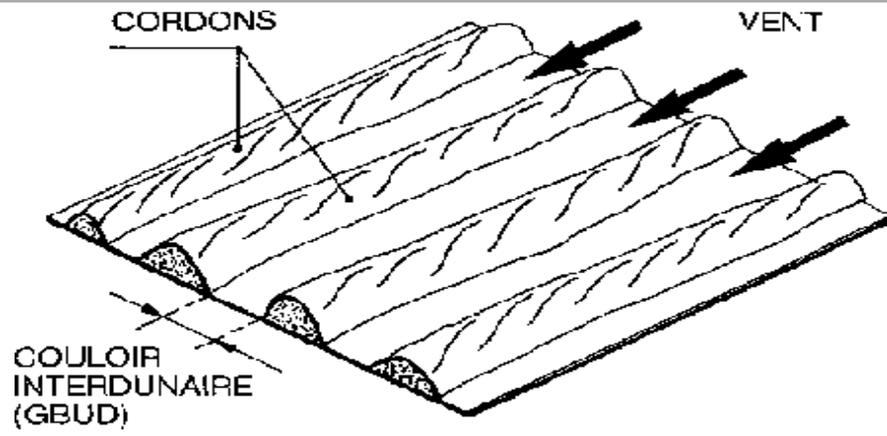


Figure 11-Dunes longitudinales: "Sandridge"

Source : Yaping, 2008

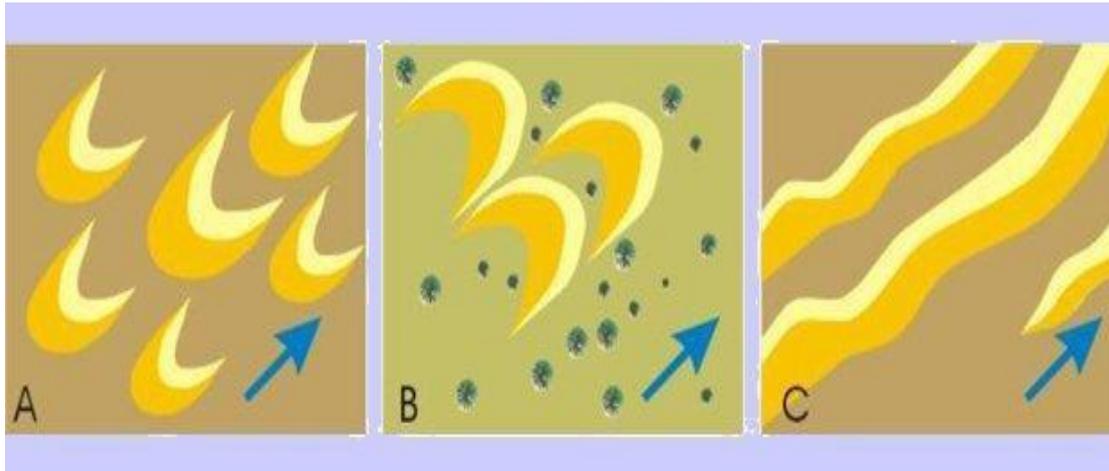


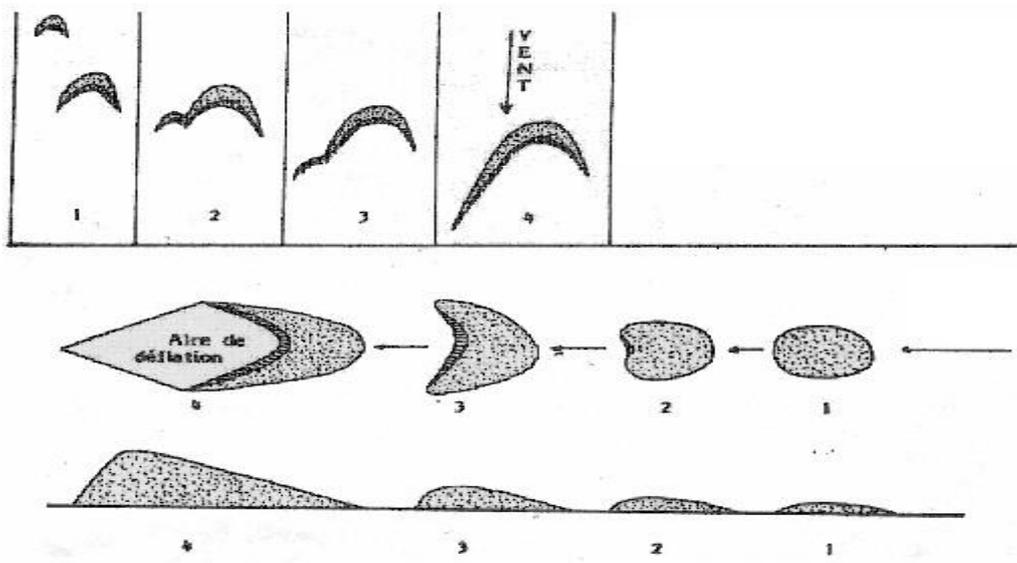
Figure 12: Types de dunes
Source :megherbi wahiba 2015

A: barchanes B: dunes paraboliques; C: dunes longitudinales

La flèche bleue indique la direction du vent dominant.

f-Bouclier:

Le bouclier est une forme dunaire embryonnaire de taille variable. Selon BENALLA M. *et al*(2003) cette forme se localise dans des espaces où le bilan sédimentaire entre l'apport et le départ des sables reste stable.



Source:(CALLOTY.,1987).

Figure 13:Évolution du bouclier à la barchane vraie

11-Conclusion du chapitre:

Dans ce chapitre nous avons basé sur une étude bibliographique à partir des différentes lectures, on a essayé de caractériser le phénomène de l'ensablement et de comprendre ses origines et ses typologies .

CHAPITRE II

les caractéristiques physiques et les conditions du processus d'ensablement.



CHAPITRE II LES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET LES CONDITIONS DU PROCESSUS D'ENSEMBLEMENT.

1-Introduction du chapitre:

Les caractéristiques physique et les facteurs que nous allons présenter et analyser dans ce chapitre ont joué un rôle très important et efficace à faciliter et accélérer le processus d'ensablement .

2-Présentation générale de la wilaya de Mostaganem:

La wilaya de Mostaganem est située sur le littoral Ouest du pays, elle dispose d'une façade maritime de 124 km. Le Chef lieu de la wilaya est située à 365 km à l'Ouest de la capitale, Alger.

La Wilaya de Mostaganem compte à fin 2016 une population de 849 000 Habitants avec une densité de 374 Hab/Km².

SUPERFICIE: Elle est située à l'ouest de la capitale, et couvre une superficie de 2269 Km².

Elle est limitée :

- A l'Est par les Wilaya de Chlef et Relizane
- Au Sud par les Wilaya de Mascara et Relizane
- A l'Ouest par les Wilaya d'Oran et Mascara
- Au Nord par la Mer Méditerranée

CLIMAT: Le climat de Mostaganem se caractérise par un climat semi aride à hiver tempéré et une pluviométrie qui varie entre 350 et 500 mm/Année.

1



Figure14:Situation géographique de la wilaya de Mostaganem

¹¹Urbor –mostaganem

3- La Géomorphologie et les reliefs de la wilaya:

La région de Mostaganem se situe dans une portion particulièrement instable du bassin miocène nord tellien. La géomorphologie de la zone côtière a été déterminée par le retrait de la mer durant le Pliocène, l'actuel relief ne s'est formé qu'une fois les mouvements tectoniques estompés vers la fin du Tertiaire.

Formations dunaires:

La dune est une colline de sable édiflée par le vent sur les reliefs littoraux et dans les déserts. Dans notre zone d'étude on distingue des dunes mobiles et des dunes en voie de fixation recouverte plus ou moins par une végétation caractéristique des zones littorales.

Les dunes mobiles : ce sont celles dont les matériaux font l'objet d'un transport par le vent pour être déposés à des distances variables selon la vitesse du vent, le poids des éléments transportés et les obstacles naturels.

Les dunes en voie de fixation : ce sont celles recouvertes plus ou moins par une végétation qui les protège contre l'érosion éolienne et même hydrique.

Falaises : Il s'agit d'escarpements situés sur les côtes et qui sont dus à l'érosion maritime, ils sont soit directement en contact avec la mer, soit séparés de celles-ci par une bande étroite de sable. Dans la forêt des dunes de la Stidia, ils présentent un dénivelé de 15 à 25m environ et sont en contact direct avec la mer.

RELIEF:

La région de Mostaganem appartient à la partie Ouest de l'Atlas tellien. A l'exception de la région du Dahra, le territoire de la Wilaya est relativement plat, favorisant ainsi l'activité agricole et la réalisation des projets de développement avec un coût réduit, comparaison faite avec d'autres wilayas. Sa topographie permet d'identifier 06 unités naturelles:

- **Le cordon littoral :** D'une longueur de 124 Km et s'étalant sur huit communes ; le cordon littoral couvre une superficie de 27.043 hectares. Il constitue la frange sahélienne de la wilaya, composée de formations de sables et de dunes.

- **La plaine des Bordjias :** La plaine des Bordjias couvre une superficie d'environ 25.000 hectares. Située dans la partie Sud-Ouest de la wilaya, dont elle constitue la limite ; elle fait partie de la grande plaine sublittoral d'ElHabra. Elle se distingue par une topographie relativement plane (pentes généralement inférieures à 3%) et une altitude avoisinant les 40 à 50 mètres.

- **Le plateau de Mostaganem:** Le plateau de Mostaganem s'étend sur une superficie de 56.198 hectares. Il présente un relief relativement ondulé s'abaissant sur la plaine d'El Habraet le golfe d'Arzew. L'exposition générale est orientée vers le nord. Son altitude oscille entre 200 et 250 mètres dans la partie Nord, entre 150 et 200 mètres dans la partie Ouest et entre 300 et 350 mètres à l'est.

- **La vallée du Cheliff :** La vallée du Chélif, qui fait partie de la plaine du Chélif, occupe une superficie de 15.647 hectares. Elle correspond à de larges terrasses dans la partie amont et centrale, puis se rétrécit progressivement jusqu'à l'embouchure de l'oued.

- **Les collines sub-littorales :** Les collines sub-littorales qui constituent dans la partie Ouest le prolongement des piémonts des monts de Dahra, s'étendent sur une superficie de 14.268 hectares. Leur altitude oscille entre 150

Et 200 mètres et pente est modérée (3 à 12%).

- **Les monts de Dahra :** Les monts du Dahra couvrent une superficie de 78.550 hectares. Ils se présentent sous la forme de petits massifs d'aspect collinaire.

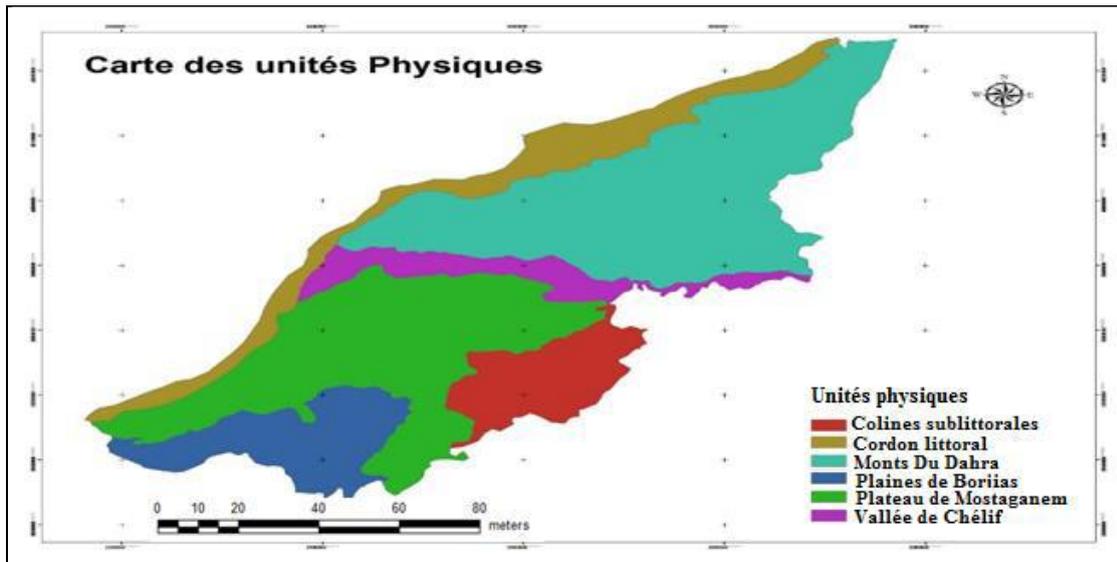
Le relief est très accidenté dans l'ensemble de cette zone; il est entaillé par un réseau hydrographique très chevelu.

Les versants présentent des pentes appartenant dans l'ensemble à la classe des 12-25%.

Les pentes les plus accusées (> 25%) caractérisent les versants de la partie Est.

Il est à préciser que le méridien de Greenwich traverse la Wilaya à partir du nord à travers le territoire de la commune côtière de Stidia, à une dizaine de kilomètres à l'ouest du chef-lieu de Wilaya.⁵

⁵ Zaoui Mohamed 2015



Source : ZAOUI Mohamed 2015

Figure 15: Unités physiques de la région d'étude

4- Données générales géologiques

La région d'étude fait partie du bassin versant du Chélif codifié 01 et Dahra codifié 03 par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques qui sont jalonnés par une succession de plaines et de plateaux peu élevés. Ce dernier s'allonge d'Est en Ouest, il comprend trois types de classes d'altitude que l'on peut schématiquement définir par leurs caractères hypsométriques. Les collines représentant une altitude moyenne de 500 à 700 m, les plateaux s'étageant entre 100 et 200 m, et les plaines s'étalant entre 0 et 200 m. Les trois ensembles que l'on peut observer concernent la région d'étude sont :

4.1 Les collines «les monts du Dahra»

Elles résultent du plissement des dépôts du Néogène du bassin du bas-Chélif au cours du pléistocène, cette orogénèse tardive a permis, malgré la grande plasticité du matériel Néogène, la formation des reliefs. Cette Zone montagneuse particulièrement développée à l'Est vient s'accoler au massif crétacé du Dahra pour former un même ensemble orographique dont l'altitude ne dépasse guère les 664m (BNEDER, 1996).

4.2 Les plateaux «le plateau de Achaâcha et le plateau de Mostaganem»

La transgression calabrienne, en mordant plus ou moins profondément sur le bassin du bas Chélif a déposé des formations gréseuses qui forment une succession de grands entablements parmi lesquels on peut individualiser le plateau de Mostaganem.

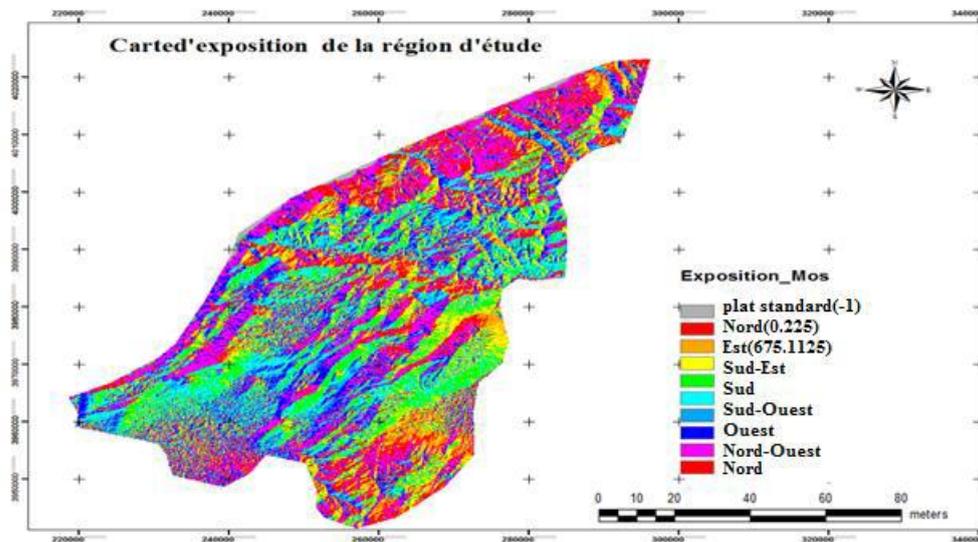
4.3 Les plaines «plaine de Bordjias et plaine de Chélif»

4.3.1 La plaine des Bordjias:

Constitue la partie Nord-Est de la zone d'effondrement de la Mactaâ, elle est limitée au Nord par le plateau de Mostaganem qui la surplombe topographiquement, au Nord-Ouest par les collines de Fornaka et les forêts de la Mactaâ qui la séparent de la plaine du golfe d'Arzew, au sud par le cantalien qui forme la limite entre la plaine et les terres marécageuses et salées de l'Habra. La zone des Bordjias est menacée par le phénomène d'hydromorphie.

4.3.2 La vallée du Chélif

La vallée du Chélif fait partie de la plaine du Chélif qui constitue dans sa partie orientale une étroite bande d'une dizaine de kilomètres de largeur que draine le Chélif depuis la wilaya de Chlef jusqu'à son confluent avec l'oued Mina. Toute cette plaine est drainée par l'oued Chélif et ses affluents. Il semble que dans certains épisodes du comblement récent, les plaines du bas Chélif étaient un vaste marécage où se sont déposées les argiles fines. Cette esquisse se situe approximativement les grandes unités géographiques de la région d'étude dont nous allons maintenant résumer la géologie. Nous ajouterons une unité qui est le cordon littoral. Les cinq unités sont respectivement, le plateau de Mostaganem, la vallée du Chélif, la plaine du Bordjias, les monts du Dahra et le cordon littoral.

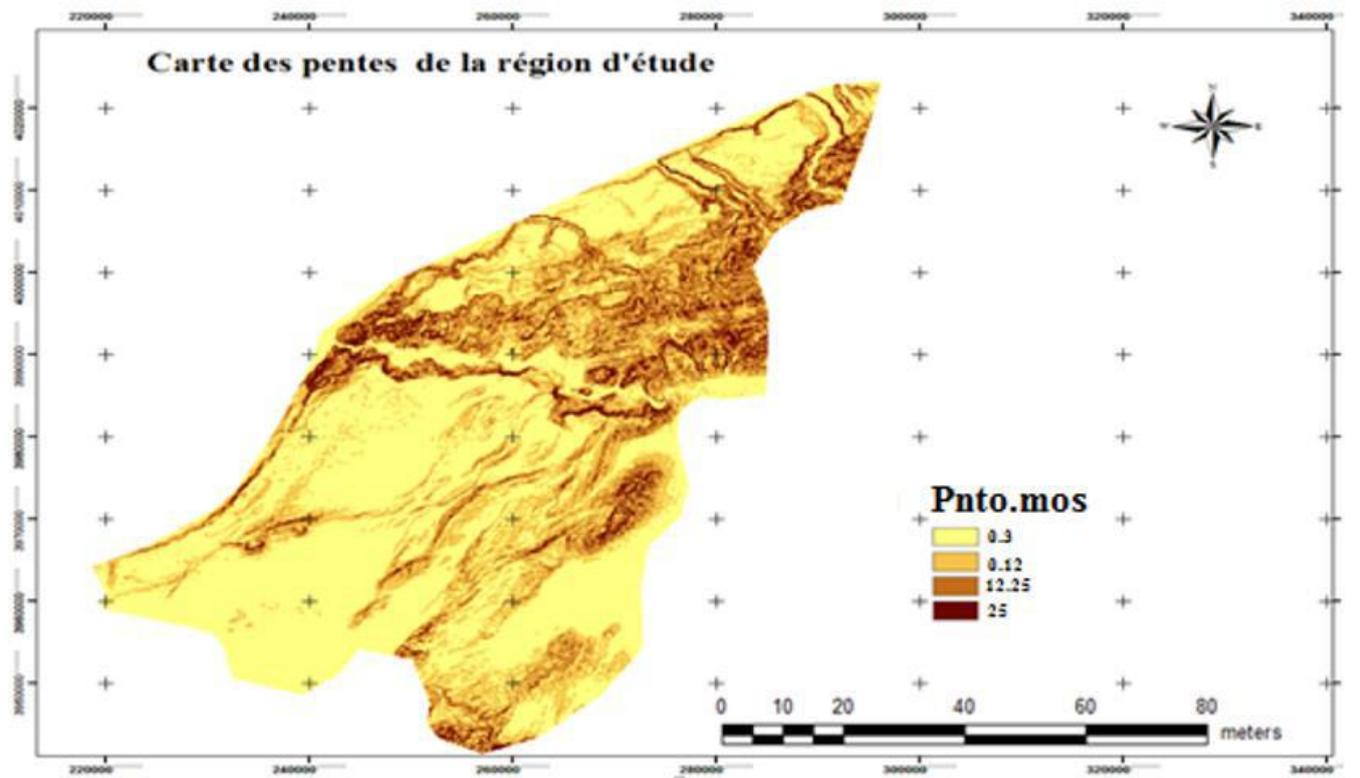


Source : ZAOUI Mohamed 2015

Figure 16: Carte Géologique de la région

1.2 Les Pentes

Les différentes classes de pentes illustrent bien la topographie générale de la région de Mostaganem. Pour une caractérisation du territoire couvrant la région d'étude quatre classes de pentes ont été sélectionnées et montrées sur la figure suivante



Source: ZAOUI Mohamed 2015

Figure 17: Carte des pentes de la région d'étude

5-L'Occupation du sol:

L'analyse globale a révélé que la côte étudiée est fortement urbanisée au niveau de certains secteurs, principalement dans sa partie centre (ville de Mostaganem). L'activité agricole, quant à elle, est très présente, particulièrement dans le secteur ouest. En raison de l'impact de ces actions anthropiques et suite à la suppression du tissu végétal et aux empiètements, les cordons dunaires, qui sont considérés comme barrière naturelle protectrice, connaissent un taux de diminution de plus de 2,0 km² (Senouci&Taibi, 2019). Ces mêmes types d'occupation du sol, responsables de la destruction de l'écosystème dunaire, se trouvent sans protection et directement exposés à l'action de la mer.

CHAPITRE II LES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET LES CONDITIONS DU PROCESSUS D'ENSABLEMENT.

En effet, ils sont considérés à la fois comme enjeux socio-économiques à protéger et facteurs anthropiques accentuant la vulnérabilité côtière, la raison pour laquelle une valeur pondérée de 5 leur a été attribuée.

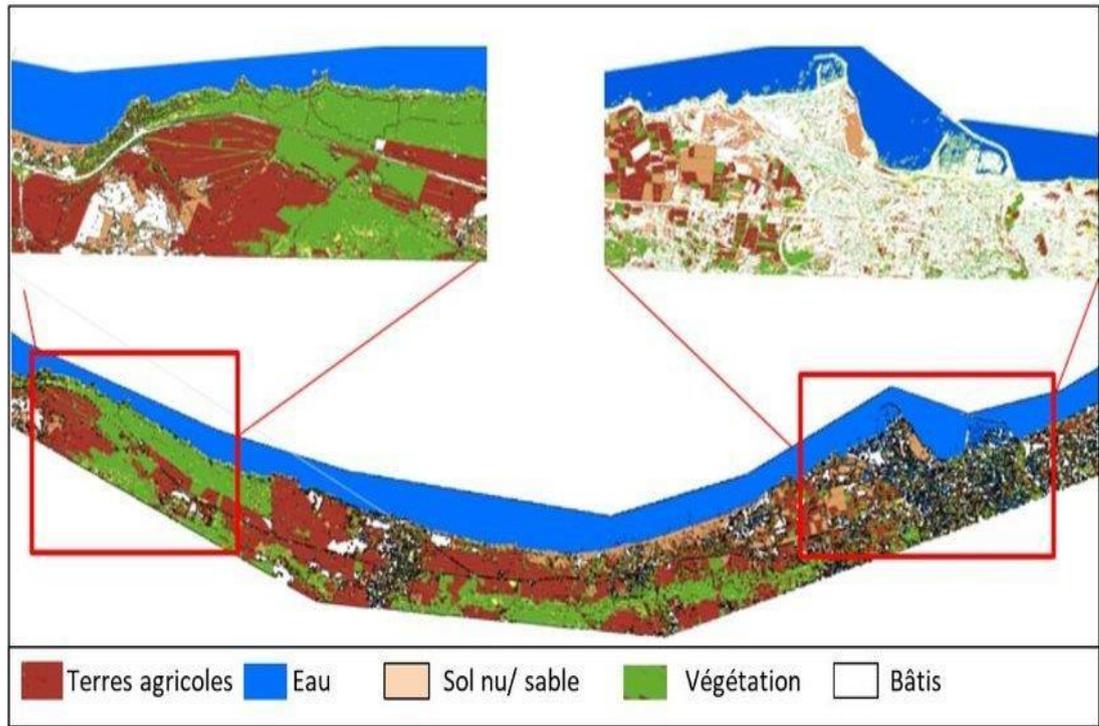
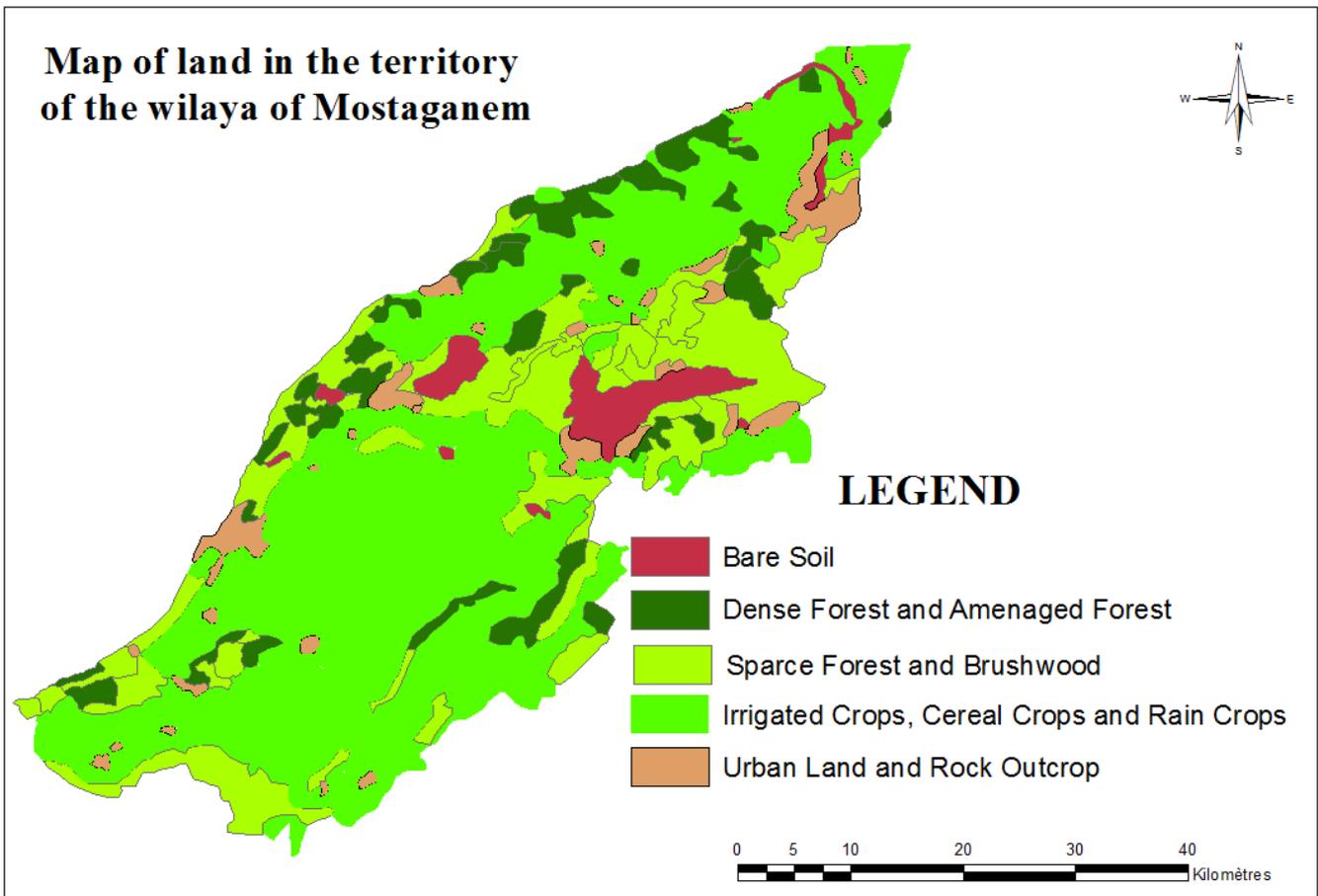


Figure 18: Carte d'occupation du sol de la frange côtière de Mostaganem

Source : Urbor



Source: ZAOUI Mohamed 2015

Figure 19: Carte d'occupation du sol de la wilaya de Mostaganem

6-HYDROGEOLOGIE:

6.1 Inventaire des ressources en eau:

Selon (BENEDER, 2007) L'inventaire détaillé de tous les points d'eau situés dans la wilaya s'est avéré difficile, il n'est cité que les puits importants destinés à l'alimentation en eau et quelques puits destinés à l'irrigation, les forages en exploitation et les barrages.

a) Les puits:

Les puits sont destinés soit à l'alimentation en eau potable des populations ce sont des puits communaux qui bénéficient d'un abri et gardés, soit à l'irrigation et sont creusés, généralement au milieu des périmètres agricoles, sans margelles et équipés de pompes le tableau illustre les puits recensés.

Les puits destinés à l'irrigation ont un diamètre variant entre 1,40 à 1,60 mètres. Ils sont creusés jusqu'à environ 20 mètres, le débit varie de 1/2 et 3 litres par secondes.

b) Les sources:

Les sources se trouvent en majorité dans la partie Nord Est de la Wilaya principalement dans les Monts du Dahra, les plus importantes sont captées et destinées à l'alimentation des populations avoisinantes.

c) Les forages:

Les Forages sont localisés en majorité au niveau du plateau les débits varient de 2 à plus de 30 l/s, ce sont les principales sources d'alimentation en eau potable de la population de la Wilaya le tableau I.27 illustre les forages.

d) Les petits barrages:

La Wilaya de Mostaganem dispose de deux petits barrages destinés à l'irrigation, ils ont une capacité totale de 528032 m³, présentés dans le tableau

Tableau1: Liste des petits barrages dans la Wilaya en 2007

N°	Nom de l'ouvrage	Localisation		Capacité (m ³)
		X	Y	
1	Sidi moussa	290,43	318,21	325050
2	2 Seddaoua	299,75	319,98	203270

Source: Direction de l'Hydraulique de la wilaya de Mostaganem

CHAPITRE II LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET LES CONDITIONS DU PROCESSUS D'ENSABLEMENT.

Ces petits barrages vont servir irriguer une superficie d'environ 112ha, 31ha pour le barrage Seddaoua et 81ha pour Sidi moussa. Le tableau I.27 ci-après récapitule les principales sources de l'irrigation de la région d'étude.

Tableau 2: Liste des sources d'irrigation en 2007

Source d'irrigation	Nombre	Volumehm ³
Barrages	02	1/218
Forages	07	0.6
Puites	8562	1.31
Sources	28	539,4

Source : Direction de l'Hydraulique de la wilaya de Mostaganem

6.2 La piézométrie :

Il n'existe qu'une seule carte piézométrique réalisée pour le plateau de Mostaganem Novembre 1997. Ce plateau constitue la principale source hydrique de la wilaya, et elle a permis de mettre en évidence plusieurs axes d'écoulement. Les lignes de partage des eaux nous ont permis d'individualiser les bassins hydrologiques du plateau, c'est-à-dire des drains. Les uns se dirigent du Nord vers le Sud, les autres de l'Est à l'ouest, les axes de drainage empruntent des directions différentes.

L'étude hydrogéologique menée par (BNEDER, 1996) a montré que dans son ensemble, la zone d'étude comporte un substratum marneux imperméable surmonté de grès à passées sableuses ou argileuses, qui contiennent l'aquifère principal. La puissance de la nappe diminue d'Est en Ouest, elle peut atteindre 100 à 200 mètres dans les dépressions topographiques et seulement 20 à 30 m sur les bombements du socle. La nappe de l'aquifère principale est située essentiellement dans les grès du calibrant les sables qui constituent le principal réservoir. Au Nord le système est limité par l'affleurement des marnes bleues du Miocène supérieur dont la présence entraîne l'existence d'une ligne de sources au contact des sables du plateau. Au Sud, ces mêmes marnes du Plais ancien et du Miocène supérieur qui définissent les limites de l'aquifère.

7-Le phénomène d'ensablement a Mostaganem:

L'ensablement signifie toute accumulation d'origine éolienne du sable. Ce sable peut couper des routes ou isoler des agglomérations urbaines.

CHAPITRE II LES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET LES CONDITIONS DU PROCESSUS D'ENSABLEMENT.

L'ensablement présente un risque au secteur agricole à l'environnement le plus proche et à l'activité économique de la région touchée par ce phénomène

-En premier lieu, nous avons voulu connaître sur quelle base nous pouvons dire que telle zone est ensablée, nous avons posé cette question «quelle est la condition minimale pour considérer qu'une surface est ensablée»

Il est basé sur les critères suivants:

- Lorsque le sol est couvert d'une couche de sable minérale devient stérile.
- Lorsque les cultures disparaissent sous une couche de sable sur laquelle poussent des espèces végétales naturelles.
- Lorsque la bourse n'atteint plus le sol ou la partie sommitale des sols.
- Lorsque il y a un voile sablonneux sur les routes, et présente un danger pour l'homme (les conducteurs et passagers des véhicules).
- Lorsque les systèmes de lutte contre l'ensablement des terres productives ne sont plus efficaces (baisse de la production).
- Lorsque il y a des accumulations sableuses dans les zones urbaines et les axes routiers.
- Lorsque les secteurs touristiques sont menacés par la destruction du système dunaire, donc → perte de la faune et ensablement issus des processus érosifs.
- C'est à travers ces critères, nos recherches, nos visites sur place aux multiples sites nous considérons que Mostaganem et sa région limitrophe connaissent une dégradation importante due aux néfastes conséquences d'ensablement.

Le processus d'ensablement nécessite une approche globale qui intègre les éléments et composantes de milieu qui représentent des conditions hautement favorables au développement des actions de l'érosion éolienne, au déplacement des sables dunaires et à la migration des dunes de sable.

Nous allons faire dans la partie suivante des études et des analyses sur les différents éléments et caractéristiques physiques qui sont à l'origine de la dégradation du sol de ce milieu. (climat, l'aspect biotique, le réseau hydrographique, le sol... etc).

En fait, le phénomène d'ensablement ne dépend pas des caractéristiques physiques mais aussi des activités humaines qui ont un impact direct et indirect sur le développement et l'accélération de ce phénomène.

CHAPITRE II LES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET LES CONDITIONS DU PROCESSUS D'ENSABLEMENT.

Le processus d'ensablement nécessite une approche globale qui intègre les éléments et composantes de milieu qui représentent des conditions hautement favorables au développement des actions de l'érosion éolienne, au déplacement des sables dunaires et à la migration des dunes de sable.

Nous allons faire dans la partie suivante des études et des analyses sur les différents éléments et caractéristiques physiques qui sont à l'origine de la dégradation des sols de ce milieu. (climat, l'aspect biotique, le réseau hydrographique, le sol... etc).

En fait, le phénomène d'ensablement ne dépend pas des caractéristiques physiques mais aussi des activités humaines qui ont un impact direct et indirect sur le développement et l'accélération de ce phénomène.

8- Caractères climatique généraux:

Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques (les températures, les précipitations, la pression atmosphérique, les vents, l'évapotranspiration, l'humidité ...etc.) qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné. Il est déterminé par la situation géographique et par la circulation atmosphérique.

Le climat de l'Algérie est de type méditerranéen caractérisé par deux saisons bien distinctes, celle des pluies et celle de la sécheresse.

Le climat de la région de Mostaganem est bien entendu comme celui de l'ensemble des zones côtières algérienne de type méditerranéenne contraste avec une longue saison estivale sèche et chaude et une saison hivernale pluvieuse et froide. la valeur de précipitation est très faible et très variable d'une année à l'autre au point de vue de quantité et répartition .

Les régimes hydrique sont relative ment homogènes et traduisent un climat de type méditerranéen.

8-1-Précipitations:

La Pluviométrie en Algérie a été étudiée par plusieurs auteurs,(P.Seltzer:1946,1913-1938, H. Gaussen :1948, 1918-1947, G. Medinger, 1913-1953, M. Chaumont et C. Paquin :1971, 1913-1963).

Selon les données recueillies par Benabadji et Bouazza (2000) , les valeurs moyennes de précipitations saisonnier différent peu entre automne et l'hiver. la valeur pluviométrique moyenne durant le printemps est d'environ la moitié (87mm) de celle des deux saison précédentes , La tranche pluviométrique enregistrée durant l'été est la plus faible(14mm) de celle des autres saisons .Le régime de pluies est de type HAPA(hiver –automne-printemps-été).

CHAPITRE II LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET LES CONDITIONS DU PROCESSUS D'ENSABLEMENT.

Tableau 3: Précipitation moyenne mensuelle annuelle en (mm) et nombre des jours/année

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	juin	Juillet	août	sept	Oct	Nov	Dec	Totale
Précipitation moyenne mensuelle (mm)	47	29	35	21	31	7	1	6	22	31	79	69	377
Nombre du jour /année	9	7	7	6	5	3	1	1	4	6	9	10	68

(Source : ONM Mostaganem 1977-2003)

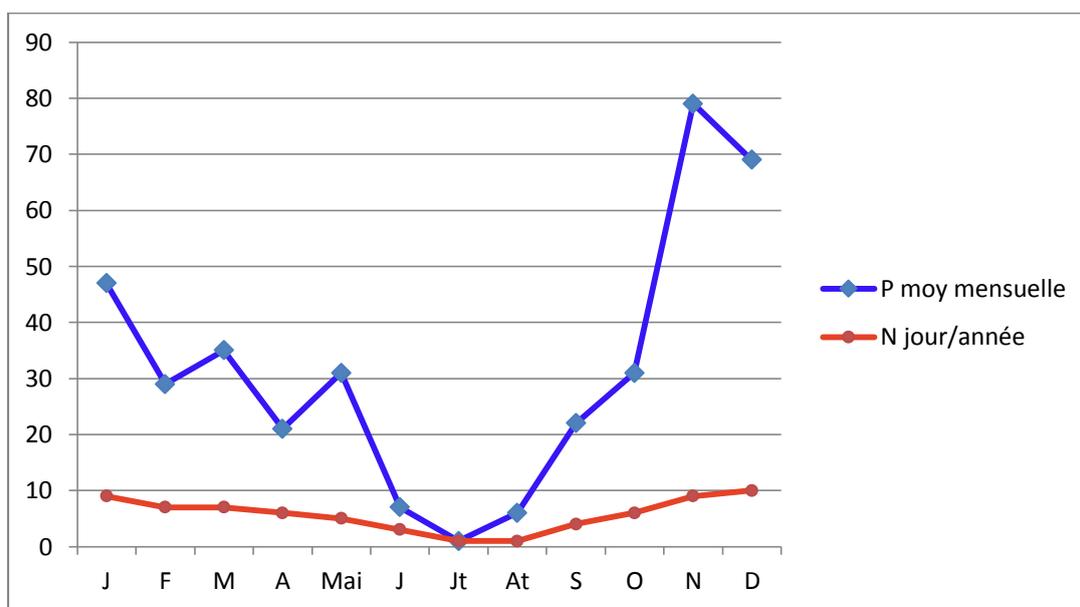


Figure 20 : Variation des Précipitation moyenne mensuelle annuelle en (mm) et nombre des jours/année

-la pluviométrie moyenne annuelle dans la zone d'étude est 377mm (tableau 01) mais la notion moyenne ne reflète guère la réalité dans ces régions à la cause de la très variabilité de la quantité de pluies.

Les pluies tombent environ 68 jours dans l'année réparties une période de 19 jours au cours de l'automne, de 18 jours de printemps alors que durant l'été la période de pluies ne dépasse guère la semaine.

CHAPITRE II LES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET LES CONDITIONS DU PROCESSUS D'ENSABLEMENT.

Il est important de noter qu'il y'a en moyenne un jour de pluies torrentielle par an , c'est-à-dire une tranche de 30mm au mois de pluies en 24 heures .

Généralement , ce sont ces pluies agressive qui provoque l'érosion et ont un rôle sur la migration assez important des sol solubles (Halitim,1988).

Variation inter annuelle des précipitations:

L'étude des variations interannuelles nous montre qu'il y a deux périodes avec une opposition bien tranchées à savoir :

- Période assez arrosée 1978 à 1986.
- Période moins arrosée 1987 à 1997.
- Période plus arrosée 1997 à 2013.

Variation inter -annuelle des précipitations de Mostaganem témoignent que la sécheresse a commence en 1977 , et sa présence ne peut que favoriser la dynamique éolienne , car les sables seront plus secs , donc facilement transportable par le vent, de plus la végétation fixatrice du milieu ne cessera de se dégrader (absence de source hydrique) .

Le régime saisonnier des pluies:

CHAPITRE II LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET LES CONDITIONS DU PROCESSUS D'ENSABLEMENT.

la connaissance des régime présente un intérêt biologique qui est en relation direct avec la dynamique éolienne , car la végétation se trouve directement influence par la répartition des pluies durant l'année . de même les sables secs sont plus facilement mobilisables par le vent que les sables « humectés ».

d'après les études de Dr.Smahi2001 que nous montre que :

durant la dernière décennie(1987-1988) à(1996-1997), les maxima des précipitations mensuelle au cours de l'année se situent au mois de novembre et mars.par contre , les valeurs les plus basses sont enregistrées en juillet et aout .

8-2-La température:

La température est le second facteur constitutif du climat, par leurs écarts thermiques provoquent la désagrégation des roches ayant pour conséquence le développement des sols. Elle augmente l'évaporation dans les sols et agit négativement sur le développement des plantes par la forte transpiration.

La valeur de températures moyenne maximale du mois le plus chaud (m) est de 28.4°C en aout et juillet (27.6°C) montrant aussi l'intensité de la saison estivale.

La saison hiémale connaît des valeurs relativement basses avec une température moyenne minimale du mois le plus froid (m) de l'ordre de 9°C.

L'amplitude thermique saisonnière entre les températures moyenne de l'été et celle d'hiver (tableau02) , montre l'importance de la chaleur estivale.

La correspondance entre les fortes températures et la faible pluviométrique indique le caractère méditerranéenne du climat.

Tableau 04 : Températures annuelles moyenne et moyenne mensuelles des maxima et minima en C °

T C° Mois	Températures annuelles moyenne et moyenne mensuelles des maxima et minima en C °												T.moy annuelle	
	J	F	M	A	M	J	JT	AT	ep	ct	Nov	Déc		
(°C)	5.9	6.8	8.1	9.9	1.9	5.1	7.6	8.4	6.8	3.8	19.		16.9	21.7
(°c)		0.7	0.7	2.4	5.2	8.2	0.6	1.4	9.5	6.4	12.		10	14.7
+m/22.	4.3	2.4	4	1.8	5.1	6.4	1.4	9	11	11	16.3		13.4	18.2

(source : ONM de Mostaganem (1977-2003)

8-4-Le vent :

D'après Seltzer (1946), le vent est considéré comme l'élément le plus caractéristique du climat méditerranéen, il contribue à la dégradation des sols et augmentation du stress hydrique des végétaux. Il est caractérisé par sa direction, sa force et sa fréquence.

Mostaganem est soumis au vent du sud, se cet chaud sur tout au printemps et en été.

La direction, la vitesse et la fréquence des vents sont très variables au cours de l'année cependant les vents du nord-ouest et de l'ouest sont dominants, sauf en été, ces vents sont relativement pluvieux puisqu'ils poussent les nuages provenant de l'Atlas tellien. Bien que dépendant de la circulation générale atmosphérique, les vents de l'Oranie littorale et sublittorale sont fortement influencés par la présence de la mer et des reliefs côtiers

CHAPITRE II LES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET LES CONDITIONS DU PROCESSUS D'ENSABLEMENT.

Tableau 5: Caractéristiques des vents selon les mois à Mostaganem.

Mois \ Vent	J	F	M	A	m	J	Ju	A	sep	octo	nov	dec	total
Calmes	441	519	529	490	660	646	754	892	732	81	05	84	935
%	27	38	35	34	41	43	48	53	49	2	3	0	2
1-4m/s	664	463	423	432	512	411	498	504	459	51	37	04	858
%	41	34	28	30	32	27	32	30	31	6	3	0	1
>5m/s	514	389	576	526	425	463	308	298	305	66	08	20	098
%	32	28	38	36	27	30	20	18	20	2	5	0	7
Total	1619	1371	1528	1450	1597	1520	1560	1694	1496	698	650	708	8891

Source : Smahi 2001

Ils soufflent à partir de trois directions principales ; une direction dépend de la circulation générale atmosphérique, il s'agit des vents Ouest. Les deux autres, une direction dépend de la circulation générale atmosphérique, il s'agit des vents Ouest. Les deux autres dépendent de la proximité de la mer, il s'agit du vent du Nord provoqués par la brise de mer, et les vents Sud provoqués par la brise terrestre (Aimé, 1991). Le sirocco souffle dans les diverses zones entre 10 et 25 jours pendant les mois de mai à octobre.

Caractéristiques des vents:

Le déplacement du sable ne peut s'effectuer qu'à une certaine vitesse dont dépend la forme du grain, le poids et sa position. Selon la vitesse et en tenant compte des seize directions internationales, nous pouvons dire qu'il ya deux types de régimes de vents, un régime journalier et un régime saisonnier, et pendant la journée nous avons un régime diurne et un régime nocturne. K. Remaoun (1991), H. Senhadji (1993), El. Smahi (2001), Megherbi (2015). D'après l'étude réalisée par El. Smahi. (2001) sur le vent ; l'année se divise en deux saisons :
 - Un régime de vent d'octobre à avril et un autre de mai à septembre. Le vent est présent sous forme calme, efficace et inefficace.

□ □ 1. Les vents calmes:

CHAPITRE II LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET LES CONDITIONS DU PROCESSUS D'ENSABLEMENT.

Les mois sont calmes par ordre de fréquence août (53%), octobre (52%), septembre (49%) et juillet (48%), et le minimum des calmes se situe en janvier (27%), mars (35%) et avril (34%), se sont les mois qui correspondent au mois les plus efficaces de l'année.

2. Les vents inefficaces:

Les vents inefficaces sont représentés par la classe des vitesses compris entre 1 et 4 m/s, c'est là où il n'y a pas de transport d'éléments sableux mais il y a un dessèchement des grains qui facilite son déplacement après, par le biais des vents efficaces.

3. Les vents efficaces:

Les vents efficaces jouent un rôle important dans le déplacement du sable. A l'échelle de la zone d'étude nous observons des édifices éoliens dont les nebkas qui sont les plus représentatives.

L'étude des types des vents dans la région de Mostaganem nous montre quel processus éolien est observé dans les vents efficaces où les fréquences sont très élevées. A noter que les jours sont venteux et les nuits sont calmes dans la région.

La connaissance de la direction, de la force et de la fréquence des vents est nécessaire pour voire non seulement son impact sur le milieu mais aussi pour la mise en valeur agricole d'un périmètre car elle nous permet de prendre des précaution lors en implantant des culture (Ex : Implantation correcte des vergers, de les protéger contre les vents efficaces). (Machai- 1972).

8-5- Les facteurs climatiques secondaires:

a- L'humidité relative de l'air : l'humidité joue un rôle important en matière d'apport hydrique, qui compense en partie les pertes exhaustives d'eau dues à l'évapotranspiration.

b- Le brouillard : Ce phénomène est observé durant toute l'année mais ne dépasse pas deux jours par mois, il est rebu à l'augmentation de l'humidité en général, son maximum est pendant la saison des pluies.

c- La rosée: c'est une autre forme de précipitation. la rosée est plus fréquente pendant la saison des pluies

Tableau 6: humidité relative moyenne mensuelle en/et nombre du jour de brouillard et de rosée

Mois	S	Oct	nov	Dec	J	f	M	A	Mai	J	jt	At	Année
Humidité	72	75	77	78	77	77	76	72	70	71	69	68	73.5
Ben jour	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	21
Renjour	4	6	9	12	11	8	7	4	3	2	-	1	67

Source: Smahi 2001

L'évapotranspiration:

1. ETP:

C'est la quantité d'eau susceptible d'être perdue sous forme de vapeur sous un climat donné par un couvert végétal.

Selon les résultats obtenus par de différents auteurs dont El.Smahi qui a travaillé sur une période de dix ans sur le bilan hydrique à l'échelle de la wilaya de Mostaganem (1988 à 1997), on constate que l'ETP est faible en saison fraîche, et humide, il atteint son maximum durant la saison sèche et chaude.

Le déficit en eau est important entre le début de mai et la fin d'octobre. L'ETP annuel est de 876.3mm. C'est un chiffre alarmant qui ne peut que favoriser la dynamique érosive.

2. ETR:

ETR annuelle est égale à la précipitation moyenne annuelle.

3. RU : La réserve utile est la quantité d'eau stockée dans le sol et qui peut être utilisée par les plantes.

Elle représente environ la moitié de la capacité du champ en eau lorsque cette dernière est en quantité suffisante. La réserve utile est estimée à 50 mm.

8-6-Le bilan hydrique à Mostaganem:

L'année hydrique se divise selon deux saisons de durée presque égale

a) La première qui coïncide avec la recharge du sol en eau qui commence en mois de novembre et se termine en mars, donc c'est la période où les précipitations sont utiles. (p- etp) positives

b) La deuxième est déficitaire, elle commence en avril et prend fin en mois d'octobre, dans cette période l'évapotranspiration potentielle mensuelle dépasse largement les précipitations mensuelles (719.9mm > 96.7mm).

9- Quel rôle pour le réseau hydrographique?

D'après Megherbi Wahiba 2015, Le réseau hydrographique est remarqué par sa rareté et par sa désorganisation, du fait de la topographie et de la lithologie de la région surtout du plateau, à l'exception de l'oued Aïn Sefra qui traverse la ville de Mostaganem.

Nous distinguons la présence de deux grands oueds qui bordent le Plateau à savoir:

□□ Le Chelif, l'oued le plus important de l'Algérie, d'une longueur de 700 km, il borde le plateau au nord avant de se terminer dans la mer par un estuaire resserré.

□□ La Mina est un confluent du Chelif. Elle a 248 km de long et suit la bordure est du plateau

CHAPITRE II LES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET LES CONDITIONS DU PROCESSUS D'ENSABLEMENT.

.Ces oueds sont à l'origine des accumulations dans les dépressions et le long des

Oueds avec les dépôts éoliens et forment les terres fertiles qui caractérisent la vocation principale de la région, qui est l'agriculture, aussi elles forment des Nebkas ou des dunes qui peuvent ensuite être mobilisés et transportés par les vents, vu le dépôt important du sable en terme de quantité transporté.

10- La couverture végétale:

La végétation est l'un des facteurs physiques qui a d'une part une influence directe sur le processus d'ensablement, l'utilité de connaître la couverture végétale est indispensable à la compréhension des manifestations du processus qui se produisent au niveau de la zone, elle protège contre l'érosion éolienne par son action à réduire la vitesse du vent à la surface du sol. En fait, la présence de la couverture végétale protège la zone contre plusieurs risques, c'est pour ça que ce facteur joue un rôle assez très important dans l'ensablement, par contre son absence provoque des risques comme celui de notre zone d'étude. et l'importance de ce facteur dans notre étude nous oblige naturellement à examiner et évaluer l'ensemble des éléments qui le composent la wilaya de Mostaganem consiste par deux types : permanente (naturelle et artificielle) et temporaire.

10-1 La couverture végétale permanente:

1.1 Le domaine forestier:

Il occupe une superficie de 30.767 Ha, soit 13,56 % de la superficie totale de la Wilaya, les forêts naturelles occupent 44 % du domaine forestier contre 56% pour les forêts artificielles.

Le taux de couverture forestière se diversifie d'une zone à une autre, multiples raisons expliquent cette variation en densité forestière (nature du sol, la pente, l'action anthropique).

Le taux de couverture permanente au niveau de la wilaya est estimé à 14% bien au-dessous de la moyenne d'une résistance efficace aux vents dominants au sol qui est au minimum de 30%.⁶

⁶ Megherbi Wahiba 2015

10-2 Les cultures pérennes

.1.L'arboriculture:

Cette spéculation occupe une superficie de 18803 hectares à l'échelle de la wilaya, localisée surtout dans le Plateau de Mostaganem avec une étendue de 1680 hectares, elle est dans la plupart du temps protégée par des haies contre les vents efficaces. Parmi les espèces rencontrées dans la région on trouve l'olivier, le figuier, les agrumes et autres arbres fruitiers.

2 La vigne :

Le vignoble occupe une superficie de 12766 hectares. On le rencontre dans les communes suivantes :

Sidi - Lakhdar, Hadjaj et Aïn Tedles , Sour, Stidia, pour des raisons écologiques aussi

économiques cette occupation a connu une petite évolution après les dégâts causés aux sols par son arrachement.

10-3 La couverture végétale temporaire:

1. Les cultures céréalières : Elle est très présente car c'est une culture vivrière pratiquée dans différentes zones de la wilaya dans les plaines et les dépressions, les collines et les piémonts des versants avec une superficie de 57502ha.

2. Les cultures maraîchères:

Cette culture est représentée dans des espaces agricoles assez

grands, on la retrouve dans le plateau de Mostaganem (Aïn Tedles, Ouled Ben Bachir, la région de

Hachem Thata, Mesra , ainsi que dans la vallée Ouest de Stidia et Hassi Mameche) et, en moindre importance dans les Monts de Dahra, avec une superficie estimée à 17822 hectares.

3 Les terrains nus : En général, ils englobent les zones ensablées, les terres à croûte calcaire ou à affleurements rocheux ainsi que des terrains caillouteux improductifs présentant un risque d'accélération du processus d'ensablement.

11- Etudes du sols:

L'étude des sols présente un double intérêt, d'abord elle nous permet d'apprécier leur sensibilité à l'érosion éolienne et d'autre part leur impact sur le développement du couvert végétal en relation avec les éléments du climat en général et le vent en particulier. Les changements climatiques ont certainement joué un rôle important dans la pédogenèse des sols. En effet l'ensablement et l'érosion des terres rendent le sol improductifs.

11-1- des sols sensibles à l'action éolienne:

Les sols de la zone en général ont des traits physiques qui les rendent très sensibles à l'érosion éolienne ainsi :

11-1-1- La texture est en général sableuse:

Partout, la prédominance sableuse et la faiblesse des teneurs en matière organique rendent les sols d'une grande fragilité par rapport à l'érosion éolienne.

Et d'après les études de Smahi 2001 et des plusieurs études qui étaient faites sur la nature des sols de la zone et qui nous montre clairement que les sols sont constitués essentiellement de sable car la plupart des profils présentent un taux très élevé en fraction sableuse et pauvre en matière organique.

11-1-2- la structure est peu ou pas développée:

la structure d'un sol désigne le mode d'assemblage de ces composantes elle est pas conséquent d'autant plus développée que ces dernières ont une grande capacité adhésive. Les teneurs en sables sont généralement comprises entre 60% et 70 % et le taux de matière organique est souvent compris entre 4 et 6 pour cent, ces deux caractéristiques fondamentales conditionnent un faible développement structural de ces sols. Ce faible développement prédispose ceux-ci au risque éolien.

11-2- les types du sols :

2-1- les sols peu évolués d'apport éoliens : elle est présente sur les dunes et les dépressions interdunaires, la texture est à dominance sableuse.

2-2- les sols d'érosion : Ce sont des sols pauvres en matière organique, formés généralement sur des pentes faibles.

2-3- les sols calcimagnésiques et les rendzines: Ces sols sont généralement formés sur roches mères calcaires.

2-4- Les sols ferrallitiques : ces sols caractérisent le climat méditerranéen à pluviométrie faible, à la saison sèche très marquée ou les températures moyennes oscillent entre 13°C et 20°C.

11-3- Des sols intensivement cultivés:

La position géographique, la nature géologique du substrat et des sols se prêtent bien aux cultures maraîchères et à la plantation d'agrumes. Ces types de cultures sont très largement pratiqués et ce depuis longtemps (époque romaine). Favorise en cela par la présence d'eau.

Actuellement les agriculteurs pratiquent les cultures spéculatives telles que celle de melons et de pastèques par exemple, culture qui ne restitue pas de matière organique au sol, vu leur faible feuillage au sol. À cela s'ajoutent certaines contraintes climatiques telles que la sécheresse qui sévit depuis 1976 et les vents fréquents puisque nous sommes sur littoral. tout cela rend ces sols facilement érodables.⁷

⁷ Smahi 2001

12- L'influence humaine:

Les causes de l'ensablement ne sont pas simplement dues qu'aux variations des conditions climatique ou physique , mais aussi a mettre sur le compte les activités humaines (les façons culturales, l'occupation agricole, le surpâturage),

En effet , L'urbanisation accélérée, la croissance démographique, la densité de population et les changements de modes de consommation ont engendré une dégradation constante du cadre de vie (pollutions des ressources en eau ,dégradation du sol ,pollutions de l'air, déchets solides ,etc.), exposant l'environnement à des risques , parmi lesquels l'ensablement qui présent un phénomène très complexe et qu'il a des impact sur l'environnement ,l'écosystème Par conséquent , l'action humaine provoque le phénomène de manière directe et indirecte, Et on résume quelques actions avec des exemples qui sont remarquables dans notre zone d'étude.

- Différents modes de cultures qui fragilisent le sol et favorisent l'action éolienne
- Le surpâturage en terrains fertiles
- L'apparition d'une extension urbaine et rurale sur des sites inappropriés à la Construction.
- Extension urbains sur le cordon dunaire
- Des construction menacé par le glissement terrain
- Plusieurs espaces vierge qui peuvent augmenter l'action du vent et du sable

13- Conclusion du chapitre:

Le phénomène d'ensablement a créé un environnement dunaire hostile à toute vie humaine, animale et végétale, ce phénomène a un fort impact sur l'écosystème nous avons évoqué dans ce chapitre les éléments et les conditions principale qui provoquent ce phénomène.

L'ensablement menace la stabilité des zones urbaines du secteur de Kharouba, qui ont longtemps souffert des effets de ce phénomène, et nous allons aborder ce problème dans le chapitre suivant.

Chapitre III

L'urbanisation accélérée et le processus d'ensablement entre menace et impact



1-Introduction:

L'urbanisation anarchique et l'érosion continue des dunes de sable ont causé d'énormes dégâts sur le littoral occidental de l'Algérie en général et le long de la côte de la willaya de Mostaganem, en particulier. L'érosion éolienne et les dégradations des dunes de sable fragilisent le milieu au niveau de sa morphologie et ses caractéristiques physiques et surtout son impact sur le milieu urbain " les zones et les agglomération urbaines "

Les causes de l'ensablement ne sont pas simplement dues qu'aux variations du climat, et des conditions physiques de milieu, mais aussi à mettre sur le compte les activités humaines et l'urbanisation accélère non étudiée ,l'ensablement est un risque naturel qui affecte aussi bien les milieux urbains(agglomération et leurs infrastructures routières)

la morphologie des infrastructures ainsi que leur implantation dans le cordon dunaire perpendiculaire aux vent dominants sont des facteur insidieux pouvant engendrer des dégâts intéressant "glissement terrain ,inondations,...etc ,"c'est le cas de kharouba qui le rend vulnérable et face aux risques qui ont des conséquences néfastes pour l'environnement.

2-Evolution de l'indice urbain de la wilaya :

L'Algérie a connu une croissance démographique importante . mieux encore 95%de cette croissance s'opèrentdans les villes(ons 2008) ,par conséquent , l'assiette urbaine connait des transformations spatiale rapide .

Mostaganem comme les autres villes d'Algérie se densifie et s'étale sur les zones préurbains. La maitrise de cette croissance urbaine est indispensable car elle conditionne la qualité de vie mais aussi le développement économique.

Le bon fonctionnement d'agglomération urbaine dépend de la qualité des infrastructures et de leur organisations .dans les pays développés , le phénomène urbain est un enjeux majeur de développement , c'est pourquoi il est nécessaire de quantifier et mesurer cet étalement.

La croissance urbaine: est l'extension de la ville liée le plus souvent à l'augmentation de la population urbain c'est-à-dire aux phénomènes d'urbanisations

La wilaya de Mostaganem:

Tableau 7: Evolution de l'indice urbain de la wilaya entre 1987 et 2008

w.	Croissance urbaine		Taux d'urbanisation			Rythme d'urbanisation	
	1987/1998	1998/2008	1987	1998	2008	1987/1998	1998/2008
mostaganem	55352	6000	32.39	34.96	38.11	0.82	1.41

Source:megherbi.wahiba2015

Le taux d'urbanisation a augmenté de 32.93 en 1998 à 38.11 en 2008, Le rythme d'urbanisation de la wilaya est considéré comme un rythme relativement lent.

2-La ville de mostaganem et ses extensions:

Mostaganem est située à 104m d'altitude sur le rebord d'un plateau côtière.

La ville s'ouvre à l'ouest sur le large baie d'Arzew qui se ferme par le djebel Orousse .capitale de Dahra elle est assisesur les rives de l'Ain Sefra dont à plusieurs reprises et notamment en 1927 elle a eu redouter les Crues .

Elle se compose d'une périphérie nouvelle et très étendue , qui s'étire à l'ouest vers la salamandre (logements social , cité administrative....)et à l'est vers kharouba notre zone d'étude (programmes logement , équipements , universitaire , sanitaires ..) . quant à la vielle ville (tjidit et tebana) , plus compacte , particulière mentprécaire . située de part et d'autre d'un profond ravin creusé par l'oued Ain sefra, qui a pendant de longues année s'assuré l'irrigation de ses jardins maraichers.

CHAPITRE III :LURBANISATION ACCELERE ET LE PROCESSUS DENSEMENT ENTRE MENACE ET IMPACT

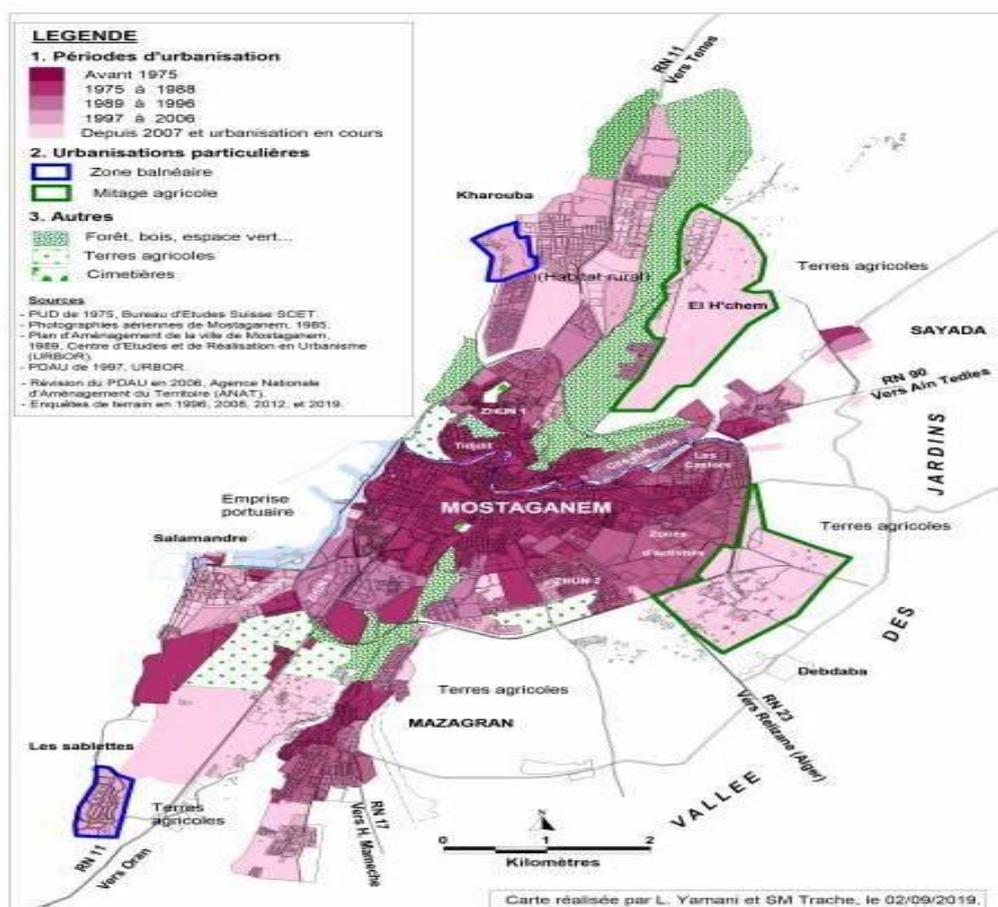
Dans les années 1970 , Mostaganem a bénéficié d'un programme de planification urbain qui a tracé les grandes orientations de son développement urbain .

L'observation de la périphérie actuelle montre que cette extension a été facilitée par l'existence de terrains plats le long des axes routiers modifiant ainsi la forme radioconcentrique de Mostaganem en un étalement linéaire qui diverge dans trois directions.

1-La salamandre, station balnéaire au sud-ouest de centre ville est devenue un quartier d'agglomération .

2- au sud l'extension urbaine assure la jonction avec mazagran une des communes qui surplombe la ville .

3-Au nord-est vers kharouba de grands projets structurants ont vu le jour tels le nouveau pôle universitaire , les cités universitaires et le nouvel hôpital.



Source:L.Yamani et SM trache

Figure21: Différents extension urbaine et occupation dusolde Mostaganem.

4-Présentation du cadre d'étude:

Le secteur urbain de Kharouba est situé au nord-est de la ville de Mostaganem, à 04 km du centre-ville. Il occupe une superficie de 270 ha. Il est accessible par la RN11 Alger-Oran par Ténès et est localisée dans la commune et la daïra de Mostaganem.

l'origine du nom remonte à ces dernières années, grâce à l'arrêt de bus que les premiers habitants prenaient près de l'immense caroubier, et petit à petit le nom s'est répandu dans tout le quartier.

La zone d'étude construite en 1990 par l'ANAT« Agence nationale de l'Aménagement du territoire » dans le but de l'extension de la ville de Mostaganem, vers le Nord, Nord-est, L'urbanisation de cette zone opérésur un sol dunaire qui était protégé auparavant par une végétation dense et une agriculture très important²

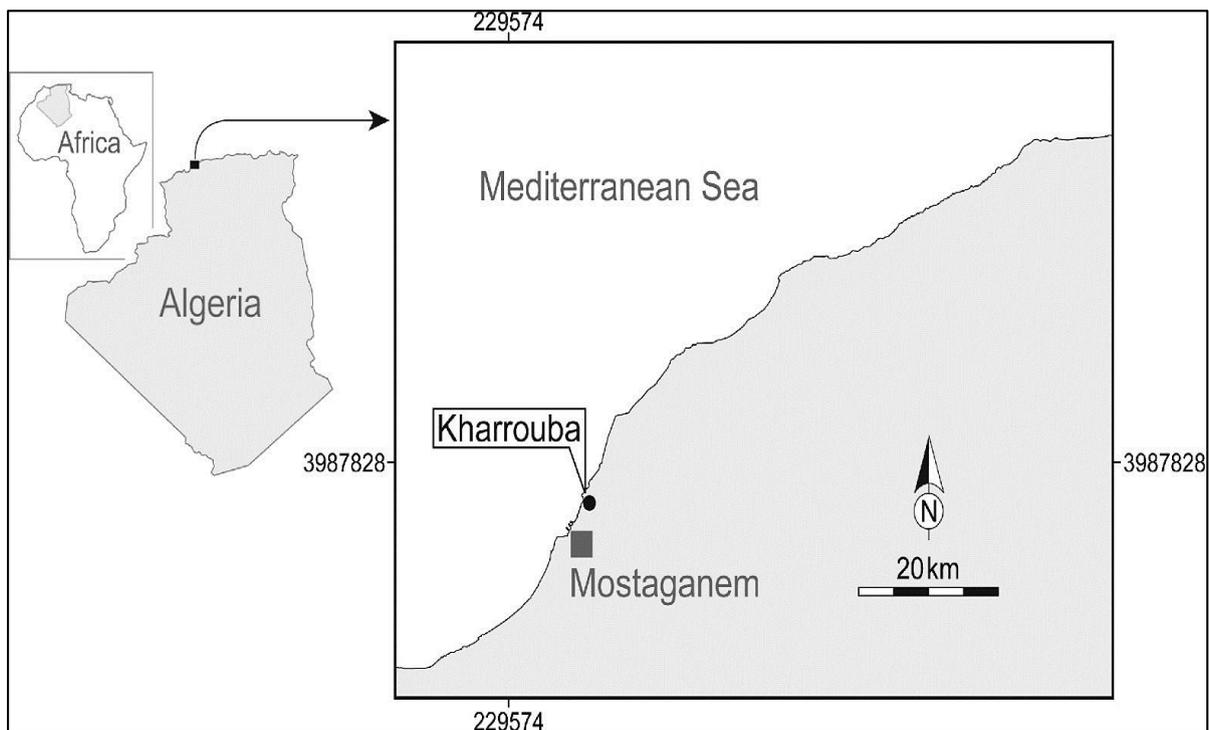


Figure22:Situation géographique de la zone d'étude

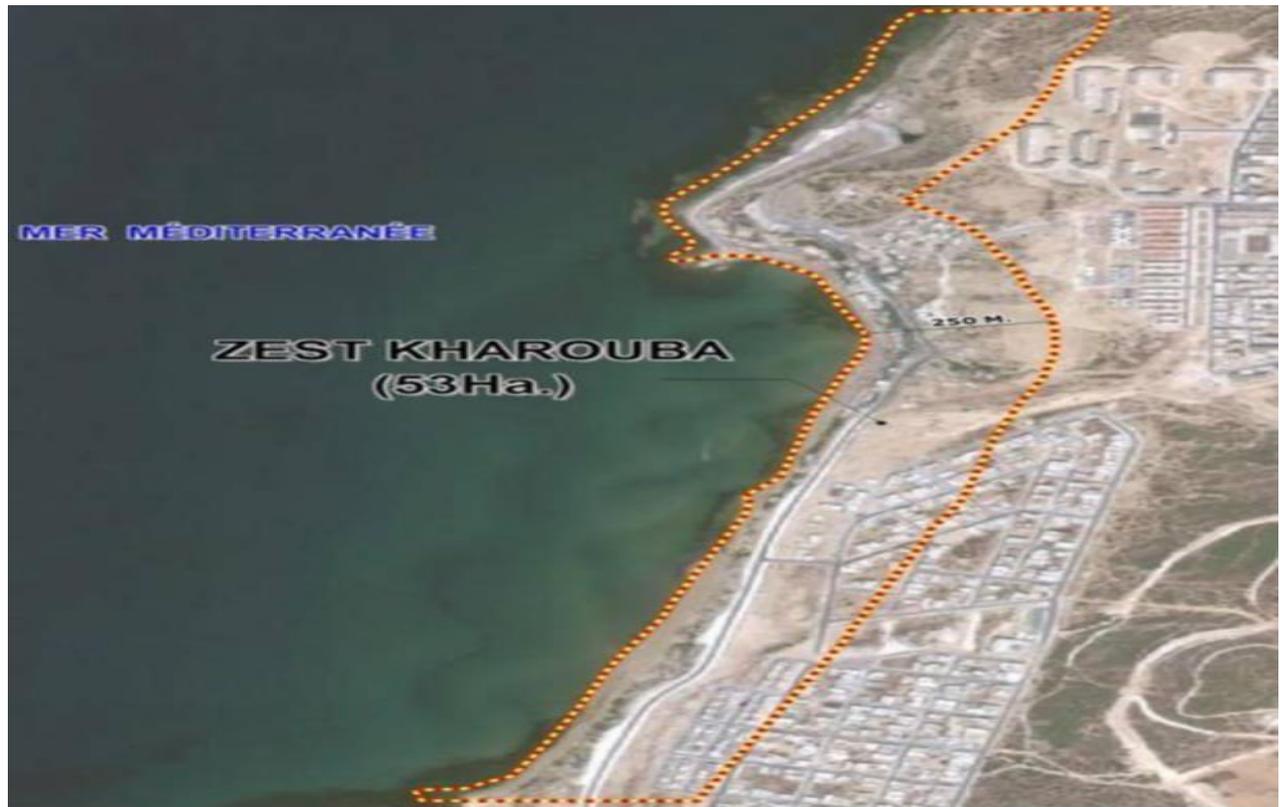
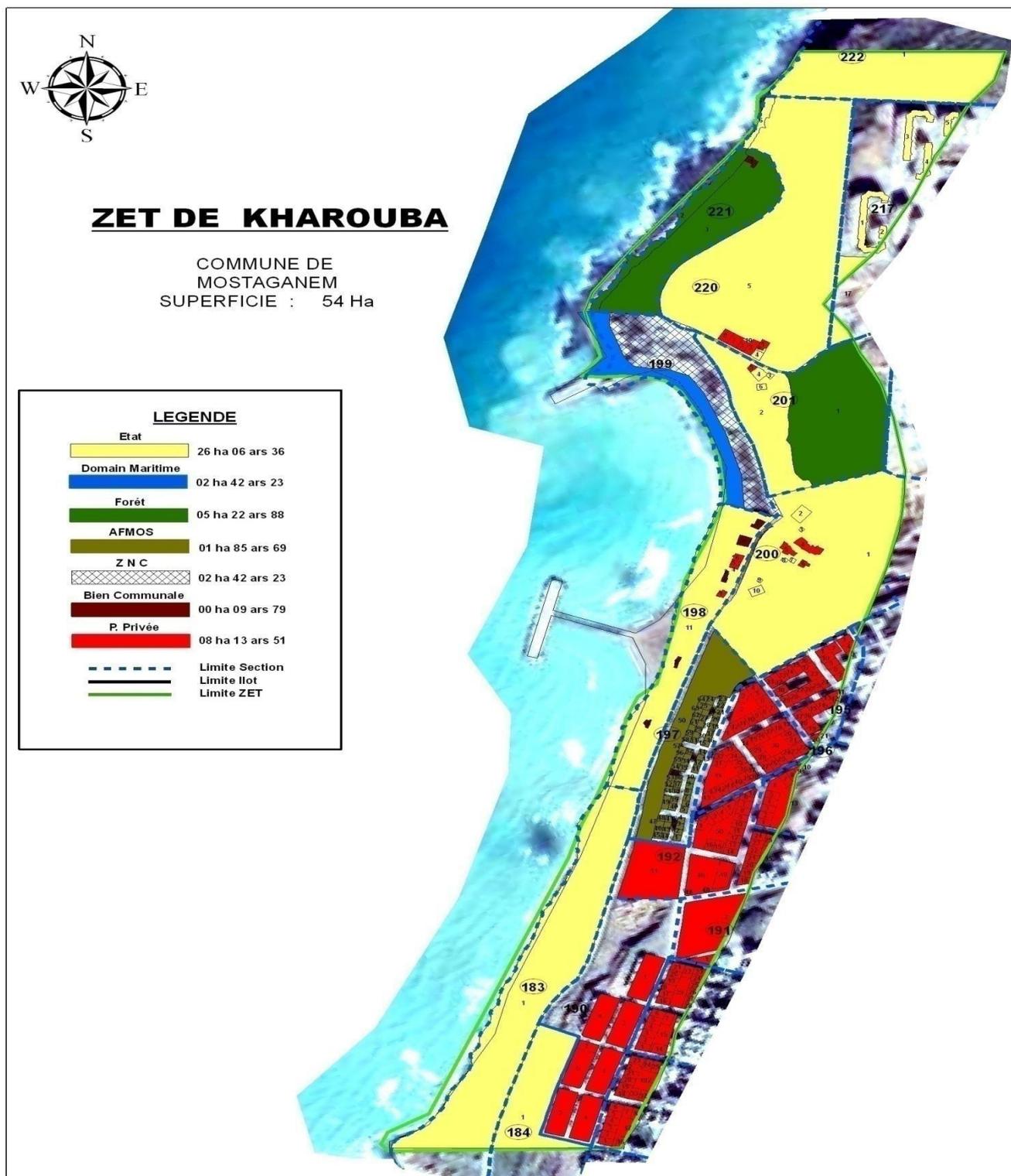


Figure 23 :zet de kharouba Google earth³

³Zet: zone d'étude touristique



Source: URBOR_Mostaganem

Figure24:Plan de zet de kharouba

5- La Topographie et la morphologie de la zoned'étude:

a-La plage:

kharouba-plage (connue sous le nom de Sidi Medjdoub) se situe sur la rive orientale du golf d'Arzew plus exactement à 5 km au Nord-est de la Wilaya de Mostaganem .Le type de pêche pratiquée au niveau de cette plage est une « pêche de plaisance » qui ne porte que le nom de plaisance car en réalité c'est une pêche essentiellement à but commercial.

La plage de Sidi Medjdoub se retrouve dans un tissu urbain de plus en plus dense caractérisé par la disparition ou la raréfaction des milieux naturels, ayant pour conséquence une grande perte de la biodiversité floristique et faunistique ou/et une disparition de nombreuses espèces végétales et animales.

la plage subit l'influence des éléments naturels et des ouvrages réalisés pour dompter ceux-ci. Le phénomène d'érosion marine qui érodait constamment la plage de sable constituant le rivage a pratiquement été stoppé par les travaux suscités. Nous notons même un engraissement conséquent de sable au niveau du brise lame ainsi qu'un stabilisation aux abords de l'épi. Toutefois, une interrogation subsiste quant à l'efficacité du dispositif au centre de la plage.



Photo 01 :la plage vue du mausolée de Sidi Medjdoub
Source : rapport final BEAXM

b- Le versant:

Le talus est la zone charnière entre le plateau et la mer ; il subit la triple action de l'érosion marine, hydrique et anthropique. Avec sa forte déclivité qui dépasse les 45 degrés par endroit, une altitude moyenne de 20 mètres et son aspect verdoyant de par sa flore typique, il constitue l'élément marquant du paysage notamment vers l'extrémité nord-est où il forme une couronne proéminente. Ce petit promontoire est la pointe orientale du golfe d'Arzew et ce n'est pas un hasard s'il a été choisi pour abriter le mausolée de Sidi Medjdoub dont le lieu tire son toponyme.

Le versant est ceint par une voie de circulation mécanique qui se déploie le long de sa base pour remonter et suivre sa ligne de crête pour rejoindre la ville de Mostaganem ; elle dessert les constructions implantées en son sein. Cette voie sépare le talus de la plage par son soubassement en pierre. Elle forme une digue d'une hauteur moyenne de 2 m. L'implantation de cette route ainsi que son maintien en l'état à l'encontre de l'action des éléments naturels empêche l'évolution du versant vers sa situation d'équilibre naturel. Sujet au ruissellement et parfois au déferlement des eaux pluviales il porte en lui les stigmates de réponses souvent inappropriées menées dans l'urgence au détriment du manteau végétal. Bétonnage, confortement en gradin et autres murs de soutènement et gabionnage altèrent l'aspect naturel du site.



Photo 02: Versant de la pointe Sud de la plage.

Source : Bouchikhi Manel



Photo 03 :le versant ou talus bordant la plage

source : urbor

c-Le plateau dunaire :

Constitué par la dune de sable, le plateau dunaire occupe la plus grande partie de notre zone d'étude, prolongement du massif montagneux jadis, il est désormais coupé par la RN11 et l'extension de la ville de Mostaganem. Cela a pour conséquence la perturbation du réseau hydrique naturel : talwegs, ruisseaux et autres écoulements ont été déviés, obstrués ou réduits d'où l'apparition de torrents dévastateurs déferlant les jours de grandes précipitations, emportant d'importantes quantités de sable et modifiant constamment la topographie.



Photo 04:le plateau dunaire

Source : site facebook

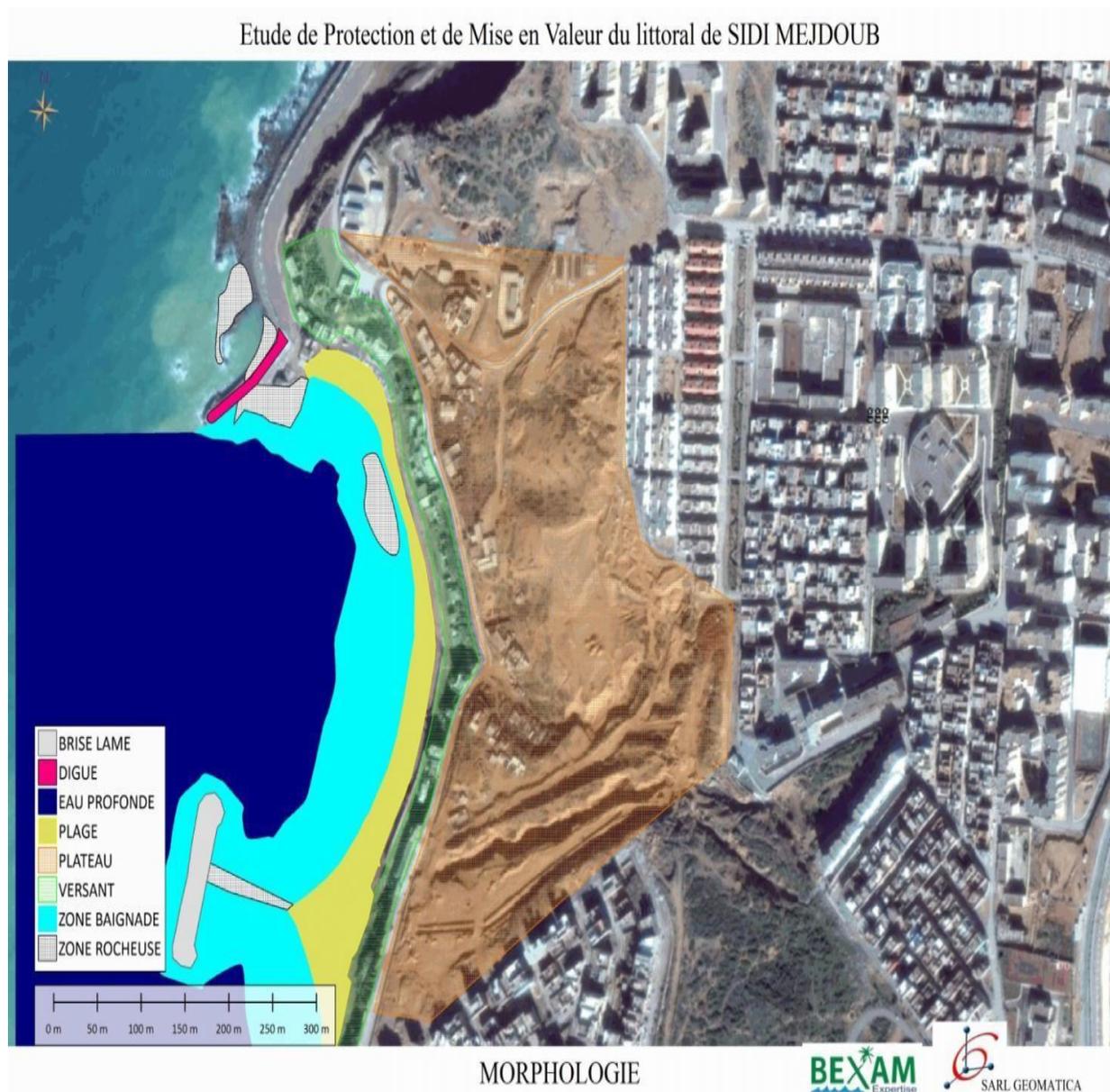


Figure 25: Les éléments morphologiques de site

Source: BEXAM⁴

6-L'aspect biotique:

6-1 La flore:

La région Kharouba - Sidi Medjdoub est actuellement le principal pôle de développement urbain de la ville de Mostaganem, et de ce fait elle est considérée comme une zone périurbaine. Le développement et les aménagements urbains se sont fait au détriment des espaces naturels : les habitats naturels ont quasiment disparus. Cette flore naturelle se structure sous forme de formations végétales : forêts, matorrals, maquis, garrigues basses,

⁴ BEXAM: Bureau d'Etudes, Expertise, Conseils en Environnement, Aqua culture et Aménagements Côtiers

CHAPITRE III :L'URBANISATION ACCELERE ET LE PROCESSUS DENSABLEMENT ENTRE MENACE ET IMPACT

pelouses et broussailles épineuses. Les principales espèces constituant ces maquis sont : - Retama monosperma (Rtem) qui se présente sous forme d'arbuste; c'est une espèce caractéristique des dunes de sables côtières ; - Lycium intricatum, arbuste épineux caractéristique des sols sableux en zone semi-aride ; - Salsola vermiculata, arbuste caractéristique des zones semi-arides méditerranéennes halo-nitrophiles.



Figure26 :Les différentes composantes de la couverture végétale

Source : Melle NAHAR Ibtissem/Melle BENHADJOU DJA wahiba:ESPACERECREATIF URBAINA «SIDI ELMEJDOUB-MOSTAGANEM» (AMENAGEMENT DE LAZET)-



Photo 05: La dégradation de la couverture végétale

- Source : MelleNAHAR Ibtissem/Melle BENHADJOUJJA wahiba:ESPACE RECREATIF URBAINA«SIDI ELMEJDOUB-MOSTAGANEM»(AMENAGEMENT DELAZET)-



**Photo06 :Les plantes de falaises
Source : urbor**



**Photo 07 :plante de trèfle
Source : urbor**



Photo 08:plante de retma

Source : urbor

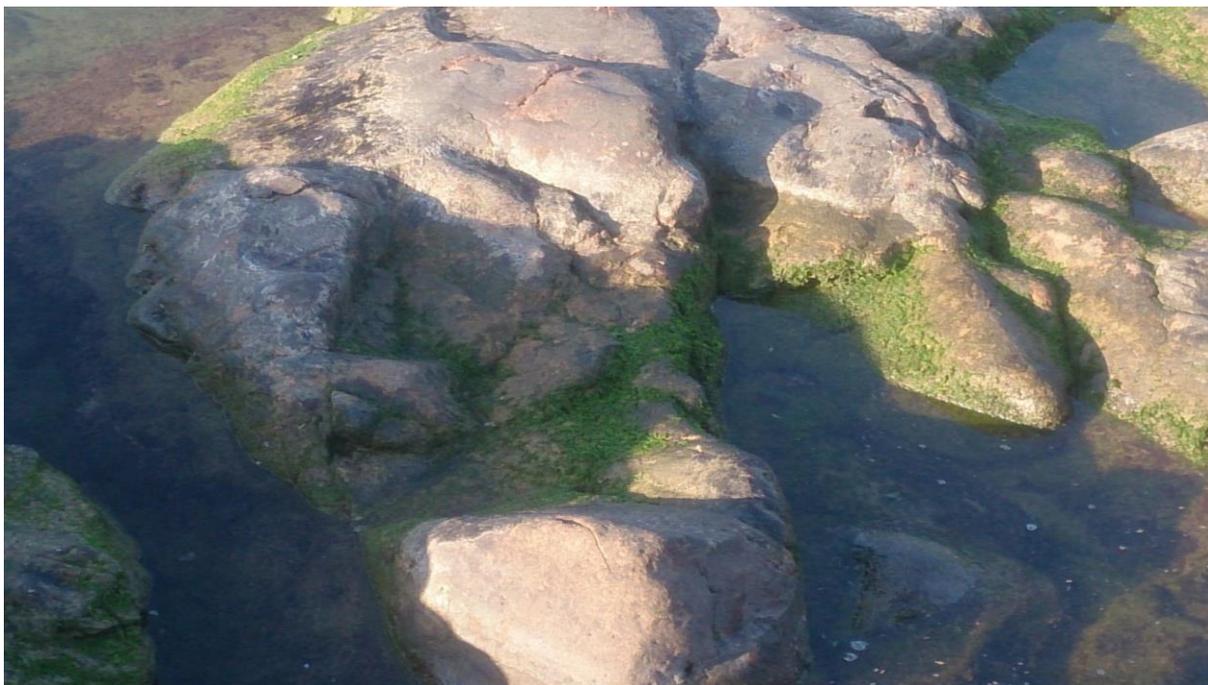


Photo 09 :plante de la mer les algues

Source : urbor

6-2 Lafaune:

En raison de la forte urbanisation, dans le secteur de Kharouba et Sidi Medjdoub les habitats naturels sont soit inexistants (disparition), soit très fortement dégradés ou altérés, ou alors très fragmentés et réduits à l'extrême.

De ce fait la faune terrestre originelle a été très impactée au point où certaines espèces ,comme les Mammifères, ont disparues.

CHAPITRE III :L'URBANISATION ACCELERE ET LE PROCESSUS DENSABLEMENT ENTRE MENACE ET IMPACT

La faune terrestre potentielle de la région dans laquelle s'intègre notre zone d'étude de Sidi Medjdoub est représentée essentiellement par 3 groupes zoologiques :les Oiseaux, les Reptiles et les Mammifères , la faune aquatique représente une diversité importante.



Photo10:la faune terrestre et aquatique existe

- **Source : Melle NAHARIBtisssem/MelleBENHADJOUJAwahiba: ESPACERECREATIF URBAINA«SIDI ELMEJDOUB-MOSTAGANEM»**

Nos remarques:

La flore et la faune terrestres originelles de ces habitats naturels ont été fortement impactée au point que nombre d'espèces floristiques ou/et faunistiques ont disparues, et certaines sont menacées ou devenues très vulnérables.

Les formations végétales comme les forêts et des matorrals ont totalement disparues, ou comme les maquis ont été fortement altérés et régressés considérablement. Dans la zone étudiée, les maquis sont actuellement la principale formation végétale mais dans un état très dégradé.

La faune autochtone et originelle est progressivement remplacée par une faune plus adaptée aux nouveaux milieux

1- Le cadre hydrologique:

L'ensablement a un impact sur le bon fonctionnement du système hydraulique de la zone touchée et L'importance des ressources sous terraines dans le sujet traitées incontournable afin de prendre conscience sur le rôle de la réserve en eau dans l'approvisionnement du sol.

Si l'hydrographie générale du groupe ment reste très modeste en dehors de l'oued Ain Sefra en raison de nombreux facteurs défavorables tels qu'une pluviométrie moyenne variant de 400 mm a 500 mm et une infiltration d'eau pluviale très élevée, favorisée par la lithologie du terrain très perméable, et des pentes très faibles, la friabilité des sols conjuguée par moment a la violence des précipitations peut être a l'origine d'importants dégâts dus aux inondations et transports d'importantes quantités de matériaux meubles, phénomène est particulièrement perceptible dans les zones situées en aval du talus (kharouba-. Des travaux de canalisation de ces Chaabets sont prévus par les services de l'hydraulique en vue de réduire leurs effets et d'éviter des ruptures urbaines liées aux servitudes.

Dans la zone d'étude, il a été identifié environ sept sources d'eau douce dont certaines sont actuellement utilisées par la population locale et les estivants.

L'écoulement naturel vers la mer traverse la zone par deux cours d'eau souterrain dont on devine l'existence par la trace de ruissellement sur la plage. C'est le long de ces deux lits que se manifeste le phénomène de déferlement violent des eaux. Le long de ces couloirs, il est bien entendu de proscrire toute construction. Notons que des travaux initiés par les services de l'Hydrauliques ont en cours pour en diguer ce phénomène. Le plateau est exposé pleinouest, il offre un panorama imprenable sur la baie ; c'est à bon escient qu'il fait partie de la ZET de Kharouba. Malgré les contraintes du sol, il serait recommandé de mettre à profit sa proximité urbaine et utiliser au maximum ces potentialités touristiques pour réaliser en partie les objectifs du plan de développement régional.⁹

⁹ **Urbor-mostaganem**

2-Cadre géologique de la zone d'étude:

La morphologie comprenait des falaises ,des plages et une dunette due quire présentent une caractéristique importante du paysage. Géologiquement, Kharouba a montré deux formations distinctes, des falaises rocheuses du Crétacé supérieur au nord-est et des plages de sable quaternaire, des dunes et des alluvions au sud-ouest. La zone côtière est constituée de dunes mobiles proches de la plage et de dunes consolidées dans la zone supra littorale.

-l'urbanisation accéléré et le presseuse d'ensablement :

3-Le secteur de Kharouba:

La planification urbaine (PDAU et POS) a mis en œuvre la construction Kharouba en construisant deux grandes zones urbaines linéaires qui se croisent avec la route nationale 11 , L'une, en direction d'un massif forestier, abrite de grands équipements de différentes catégories (cités universitaires ,université,sû reté urbaine ,école de la protection civile et

hôpital) et des logements sociaux participatifs semi collectifs .L'autre, parallèle à la plage de Sidi El Medjdoub, développe son programme d'habitat le long du littoral. Dans l'état actuel des faits un ensemble de logements individuels offre le spectacle de vastes chantiers de bâtisses en construction. Créées sur des terrains libres, elles constituent un territoire urbain en devenir où se reflète une importante dynamique en totale rupture morphologique avec la conception des quartiers centraux.

L'expansion urbaine de la ville vers Kharouba fait l'objet de notre étude car cette zone et ses zones urbaines et agglomérations connaissent le phénomène d'ensablement dû à sa mauvaise localisation, qui est bâtie sur un codon de dunes de sable.

L'influence urbaine chaotique et la morphologie des bâtiments détruisent et perturbent également le système dunaire .

* Raser les dunes de sable « auto-construction et élimination du sable sur site et/ou carrières de sable légales ou illégales ».

* Des implantations denses le long du littoral, sur des dunes stables " tournent le couloir dunaire et se décalent sous forme de voiles à proximité immédiate ". C'est le cas de Kharouba et de Sidi Medjdoub .

4- Genèse et évolution de kharouba:

1.Période de 1989 –2004 :

L'enquête de terrain a montré que la côte sablonneuse de Kharrouba est principalement occupée par des dunes récentes .En conséquence, cette classe présentait un couvert végétal sporadique, qui ont contribué à son identification .Comme alternative, nous avons utilisé, un image correspondante extraite de Google Earth Pro.Au cours de la période 1989-2004, la côte de Kharrouba inscrit un changement en faveur de la croissance de dune végétalisée. Cette caractéristique représentait 16 % du total en 1989 et est passé à 23,8 % en 2004. La drastique changement a été enregistré dans la zone bâtie ,ce qui augmenté de 71,3% entre 1989 et 2004 .

2-Période 2004-2012:

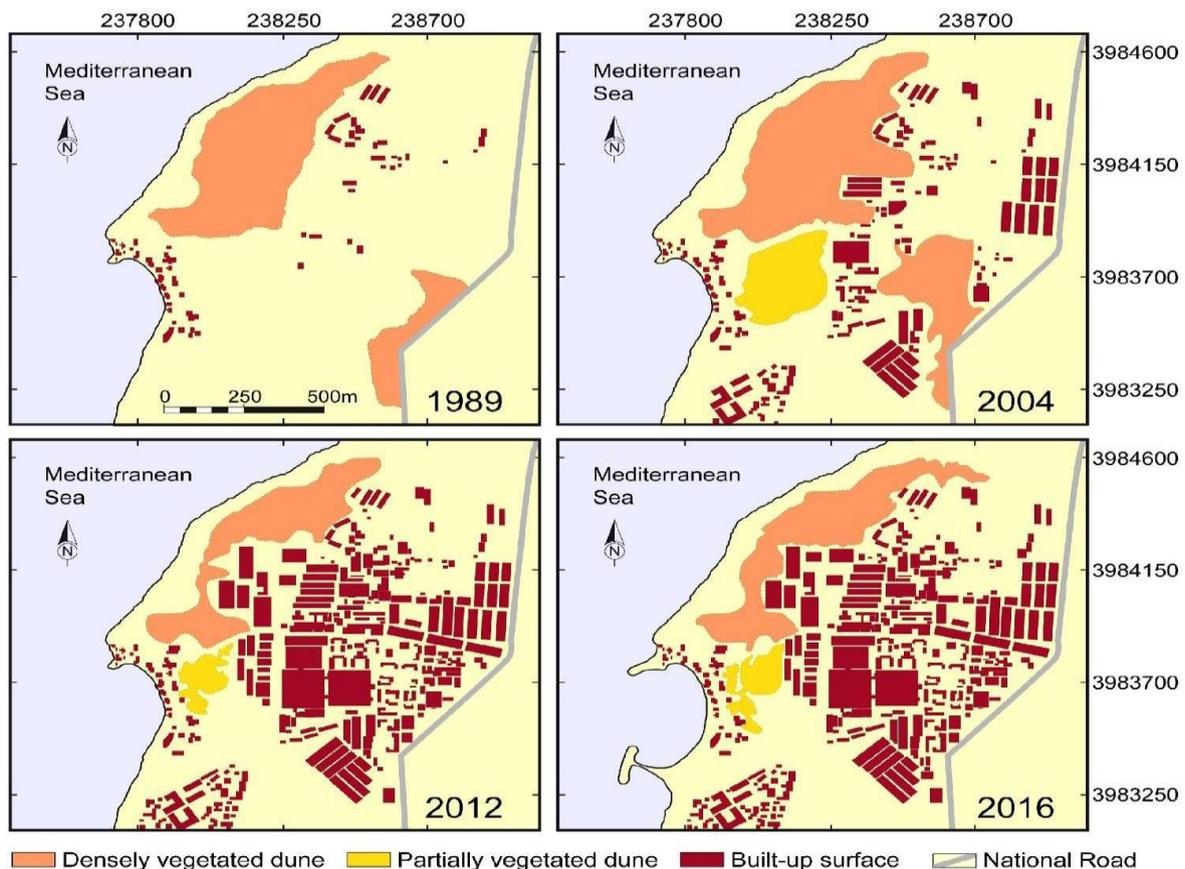
Au cours de la période 2004-2012, la côte de Kharouba a connu une transformation cruciale qui a conduit à l'urbanisation de 32% de la superficie totale en réponse à la forte demande d'appartements résidentiels, de commerces et de tourisme structures. Les motifs côtiers ont subi une importante modification dans cette période malgré la loi Littoral existante 02/2002, qui vise à protéger le patrimoine naturel côtier Ressources .En 2004,la perte de surface de la

dune à végétation dense était de 60% par rapport à la zone d'étude totale. Dans le même période, la dune partiellement végétalisée a ainsi subi activités de construction; cette classe a diminué d'environ 67,4 %de la surface totale En conséquence, la zone bâtie augmenté de 21 ,69% par rapport à sa surface initiale .

3.Période2012-2016:

Cette période a montré une transformation non pertinente parce que 2,2 % de la superficie totale de Kharrouba a connu des changements.

En conséquence, les dunes à végétation dense ont augmenté de 8,6 %; la dune partiellement végétalisée a enregistré un gain de 23,9 %, et la zone bâtie de 4,7 % ; les deux classes de dunes ont augmenté ensemble de 32,5 % par rapport à la superficie initiale des dunes. Selon les enquêtes de terrain ,la situation de Kharrouba reflète l'application de la loi Littoral02/2002 et la prise de conscience des autorités locales quant à l'impact environnemental de l'urbanisation sur le société.



Source:Journal of Sedimentary Environments

Figure 27: Changements d'occupation du sol sur la côte de Kharrouba au cours de la période 1989-2016.

CHAPITRE III :LURBANISATION ACCELERE ET LE PROCESSUS DENSABLEMENT ENTRE MENACE ET IMPACT

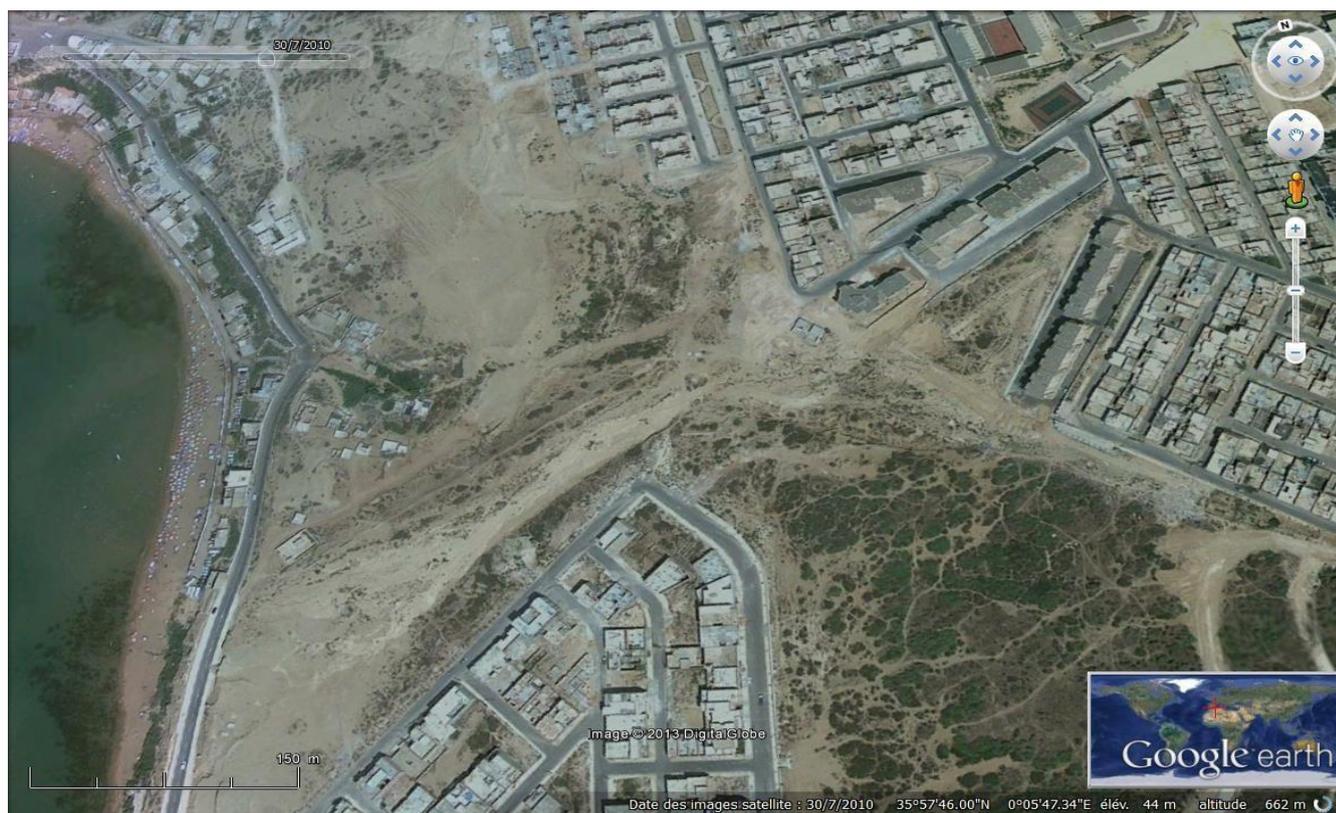


Figure28:imagedeGooglearthdekharouba2013



Figure29:images deGooglearthdekharouba2011

Aucoursdelapériode1989-2016.En 27 ans,la surface dunaire de Kharrouba a reculé de 39% en raison d'une urbanisation intense. En conséquence, il était nécessaire de satisfaire la forte demande sur les structures résidentielles pourla population locale, cependant, c'était la mauvaise décision de construire parmi la dune en raison de sa vulnérabilité. Malgré la loi algérienne du 01-03-2003 relative à la faisabilité environnementale de projets censés être réalisées dans un site naturel ou à proximité de celui-ci, des activités de remblayage se sont produites et ont impacté la côte sableuse. Le même problème s'est produit en référence à la loi algérienne sur le littoral 02-2002 visant à protéger la zone côtière contre toute activité portant atteinte à l'environnement. À cet égard, la réalité du terrain a démontré que le contrôle de la faisabilité de la construction n'était pas fiable dans la province de Mostaganem. En plus de l'impact environnemental, l'intense urbanisation réalisée à Kharrouba le terrain vulnérable a conduit à une instabilité du sol qui a produit glissements de terrain et affaissements de routes en 2012 et 2014 ; ces événements répétitifs ont montré à quel point il est difficile d'assurer la durabilité de la construction sur la dune.

Les données d'étude acquises peuvent servir la partie prenante et les décideurs à gérer adéquatement en termes de gestion du territoire et utilisation rationnelle du littoral Ressources. Le développement de la côte de Kharrouba devrait tenir compte de la vulnérabilité des dunes pour sécuriser les activités économiques à long terme et la sécurité des populations a l'avenir, il est recommandé de programmer construction au-delà de la distance de 300 m du littoral tel que stipulé par la loi littorale algérienne 02/2002¹⁰.

5- L'urbanisation vers kharouba a créé un environnement fragile:

La fin des années 90, l'ANAT Agence nationale de l'aménagement du territoire, avait présenté une étude pour l'extension de la ville de Mostaganem, vers le nord ,nord est, à partir des 300 logements de kharouba .La zone de kharouba est de formation dunaire et qui sont témoins de différentes régressions et transgressions marines de la mer Méditerranée durant des millions d'années, et de ce fait géologique, une urbanisation de la zone est difficile, par ce que le sol est sablonneux en profondeur, en outre cet ensemble naturel était parfaitement protégé il y a de cela quelques années, par une végétation dense et une agriculture très importante et que toute intervention humaine risquerait d'entraîner la rupture de l'écosystème déjà très fragile .Cette fragilité est d'autant plus importante du fait que la zone de Kharouba est une zone basse située sur un immense périmètre naturel délimité par le sauteur

¹⁰Journal of Sedimentary Environments

CHAPITRE III :LURBANISATION ACCELERE ET LE PROCESSUS DENSABLEMENT ENTRE MENACE ET IMPACT

d'El Arsa situés sur des dunes fossiles à cette époque avant son urbanisation. C'était aussi une zone d'infiltration des eaux de pluie qui alimentaient la nappe phréatique.

L'urbanisation de cette zone a transformé cette infiltration aujourd'hui en eaux de ruissellement et tout le monde sait que cela entraîne l'érosion. L'on sait que lorsque le sol est sablonneux, l'érosion ne peut être intense, c'est pour cela que l'on assiste et ce depuis 2006 à de multiples inondations à Sidi El Medjdoub et surtout au réveil d'Ouest dormant. Ce sont ces phénomènes, qui sont à l'origine de la catastrophe du 21 novembre 2011, il faut savoir que cette dernière ne s'est pas limitée à un torrent de boue qui a envahi la localité de Sidi El Medjdoub causant des dégâts importants à la route détruisant en même temps le plupart des ouvrages d'art. Il s'agit en fait de deux ravins, le premier prend naissance à partir de la RN11 à hauteur du parc de loisirs de Tijditt, qui s'est ouvert brutalement de cet endroit pour se déverser à Sidi El Medjdoub. Hors ce premier oued contenait l'ensemble des réseaux d'assainissement de la zone et de tronçons de conduites D'AEP alimentant Mostaganem et Oran.

En s'ouvrant, l'Oued n'a fait que vomir les divers réseaux qui étaient enfouis et c'est ainsi que ces derniers ont été pratiquement détruits alors que les conduites d'AEP sont restées plus ou moins suspendus, donc dans une situation de rupture et si l'on n'intervient pas tout de suite, cela risque de s'aggraver. Le deuxième Oued a éclaté au niveau de la cité des 108 logements du quartier Hai Essalam et a également vomi les divers réseaux qu'il contenait et en plus d'un affouillement de la chaussée tout près d'immeuble d'habitations depuis le 21 novembre 2011 et jusqu'au 10 janvier 2012 et malgré l'absence depuis le 21 novembre 2011 et jusqu'au 10 janvier 2012 et malgré l'absence de pluie ces affouillements ont progressé augmentant le risque d'effondrement de ces habitations. Nous avons souhaité qu'il n'yait pas de pluie, car la moindre goutte comme on dit ne peut qu'aggraver la situation. Les dégâts de la pluie du mois de novembre ont également touché les caniveaux, les regards et autres ouvrages d'art tout le long de la route de contournement et le sont à ce jour en l'état là aussi le souhait est qu'il ne pleuve pas.⁵

⁵**M.Bourahla.A** :Catastrophe de Sidi Mejdoub Article de presse,journal Réflexion sur Mostaganem.

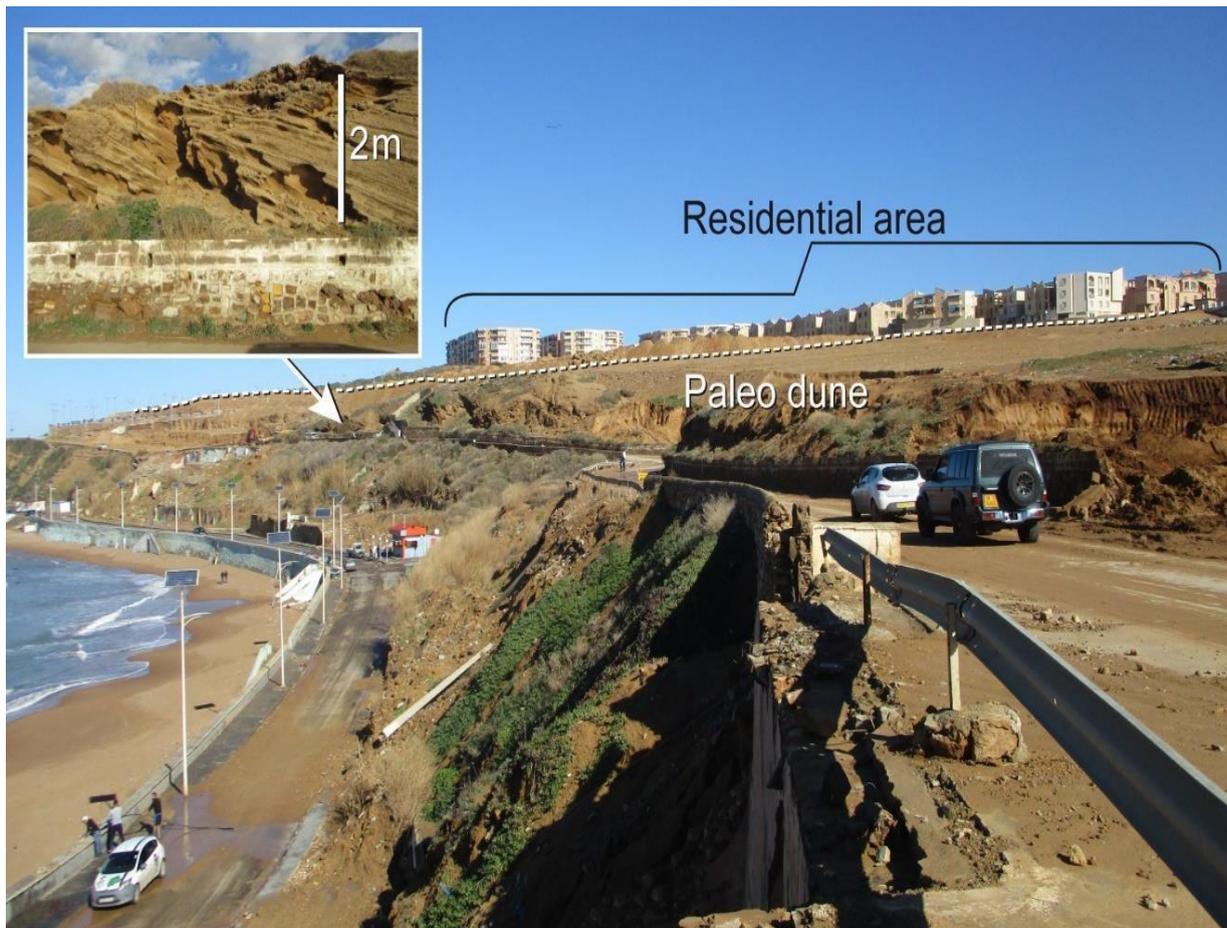
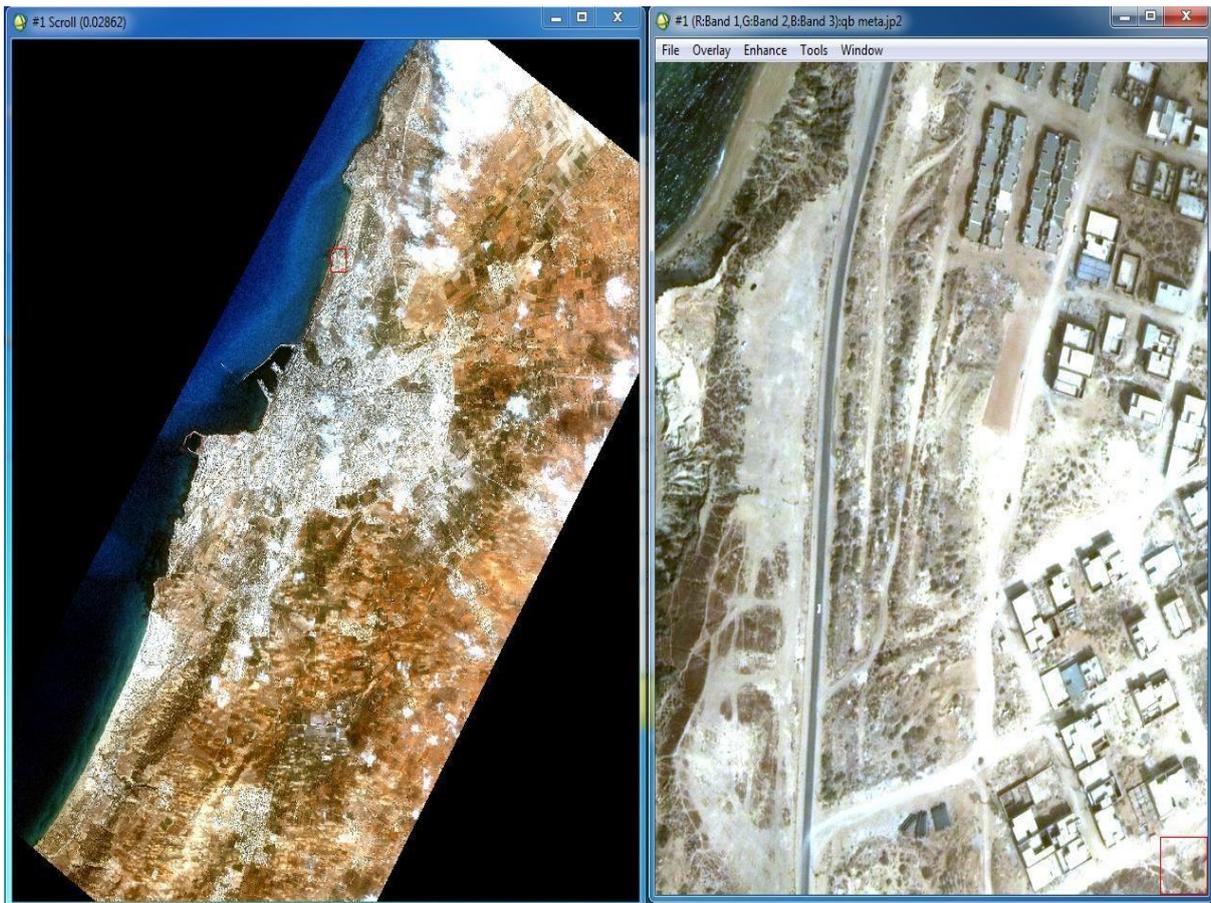


Photo 11:le Site de kharouba

Source : Journal of Sedimentary Environments

6- Urbanisation ,croissance urbain et ensablement Quelle relation?:

La croissance urbaine accélère le processus de diffusion et d'allocation de l'espace bâti qui a un impact sur le processus d'ensablement et sa propagation , la croissance urbaine a crée une tension sur les espaces fragiles (terrain agricole et cordon dunaire), a mené à de vrais problèmes liés à une urbanisation précipitée vers les milieux sensibles, là où le phénomène d'ensablement est très actif du fait de l'impact de l'érosion éolienne sur le géo système dunaire en pleine destruction (Par constructions ou bien parpillage de sable), à des pertes de plus en plus de sols fertiles (dilapidation des terres agricolespar le bâti et/ou par un voile sablonneux).Il ya une relation étroite entre croissance urbaine, dégradation du cordon dunaire et ensablement des terres agricoles et infrastructures routières, c'est toute une boucle .Vu l'étendue du bâti et son influence sur l'ensemble de la région. Cette évolution de l'espace construit a conduit à une fragilité face aux risques d'ensablement et de perte en sols productifs.



Source W.megharebi2015

Figure30 :Ensablement de proximité ,cas de la zone de Kharouba



Photo 12: Système dunaire en plein de struction,

Source : megherbi wahiba 2015



Photo 13:Ensablement d'origine hydrique éolienne(janvier-2015),

Source : W.MEGHERBI



Photo14:le sable sur la route de sisi mejdoub juin 2022

Source : Bouchikhi Manel

15- l'impact d'ensablement et vulnérabilité de site:

Lors de notre visite et des recherches qu'on a mené on constate que kharouba a connu un phénomène d'ensablement très élevé et une urbanisation accélérée qui a conduit à de graves conséquences sur l'environnement:

- ensablement de bâti et des agglomérations urbaines
- ensablement des réseaux routiers qui cause des accidents quotidiennement et parfois
- mortelle. envahissement des terres agricoles par le sable .

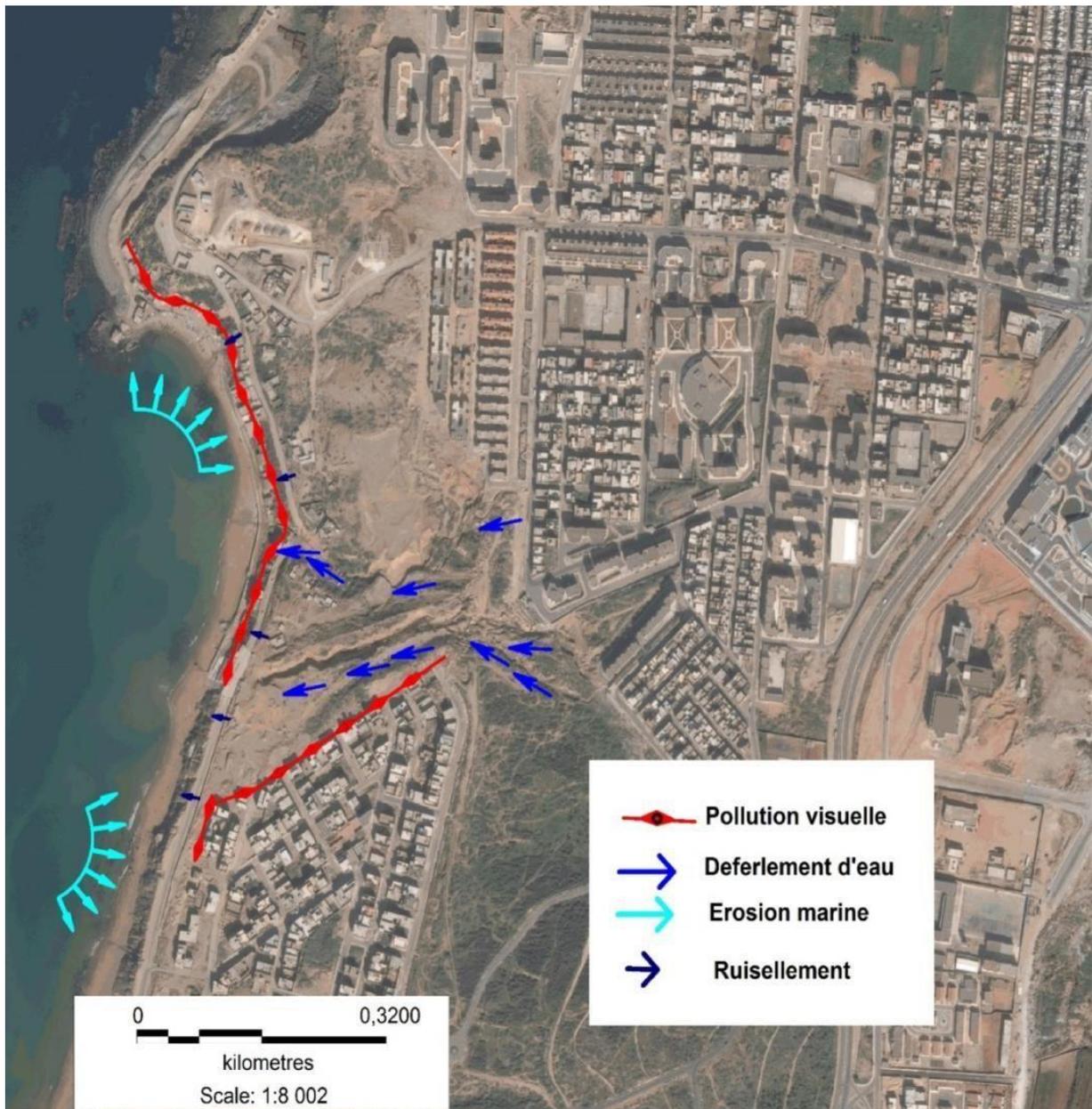
Les caractéristiques environnementales et l'urbanisation anarchique fragile du secteur de Kharouba posent de sérieux risques.

-L'inondation qui a été à l'origine de l'imperméabilité du sol résultat du rasage des dunes qui jouaient le rôle de protecteur (effet d'infiltration) contre les transgressions marines et les pluies torrentielles. (Ex : inondation du 21 Novembre 2011 kharouba)

-Un glissement de terrain et effondrement des routes (Ex:Sidi ElMedjdoub 21 Novembre 2012)

-L'envasement des réseaux d'assainissement par le sable a favorisé l'écoulement des eaux dans les oueds ce qui a mené à leur débordements

-Un affouillement de la chaussée tout près d'immeubles d'habitations depuis le 21 novembre 2011 et jusqu'au 10 janvier 2012, malgré l'absence de pluie ces affouillements ont progressé augmentant le risque d'effondrement de ces habitations (la cité des 108 logements du quartier Hai Essalam).



source:BEXAM–Mostaganem

Figure 31 :différents type d'érosions dans la zone d'étude



Photo15:l'effondrement de habitations (la cité des 108 logements du quartier Hai Essalam) Source : site internet



Photo 16: Un glissement de terrain à Kharrouba en 2012(DPW,2012)

Source : Journal of Sedimentary Environments



Photo 17:Affaissement de la route par glissement de terrain

Source : (Photo prise le 17 avril 2014 par N.Taibi)

16-Morphologie urbaine, climat urbain , microclimat et leur effets sur la direction des vents :

La morphologie urbaine: est un élément modificateur, elle modifie les paramètres climatiques de façon significative et joue un rôle majeur dans la demande énergétique.

Le climat urbain : signifie le climat spécifique aux villes, c'est un ensemble de conditions atmosphériques et paramètres climatiques caractérisant la ville, ils sont souvent différents de ceux de la campagne. Ce climat urbain est généré par le processus d'urbanisation qui engendre des modifications radicales des bilans énergétiques ; radiatifs, thermiques et aérodynamiques, créant une singularité climatique à l'échelle du microclimat dans chaque canopée urbaine.

La définition de microclimat : Généralement, le microclimat correspond aux conditions climatiques qui caractérisent une région géographique très restreinte, significativement différente du climat général de la zone où se situe cette région.²⁸ D'après, Reiter, Sigrid (2007), le microclimat peut varier sur quelques mètres d'un espace de petites dimensions telles qu'un terrain ,une rue ou une place...etc. En effet ,il est influencé par le volume des

Constructions voisines et aussi par l'orientation et l'inclinaison des surfaces ,la présence d'arbres...etc. Chaque site est donc caractérisé par son microclimat.

- Les éléments qui déterminent le microclimat d'un site :

Le microclimat est influencée par :

- 1- La structure urbaine (hauteur des bâtiments et l'espacement entre ces derniers, la largeur des rues et leurs espacements... etc.)
- 2- Le type de recouvrement de la surface urbaine «les matériaux des surfaces»:sol naturel ou pavage, surface d'eau, végétation... etc.
- 3- Le métabolisme urbain (chaleur, vapeur d'eau et pollution produites par les activités urbaines).

L'espaces urbain «rue, place... etc.» au sein d'une même ville se caractérise par sa propre identité microclimatique [Reiter, Sigrid.2007], cette dernière est le résultat de l'interaction entre les données climatiques d'un lieu avec les caractéristiques du site, c'est à dire au niveau micro les paramètres climatiques dépendent de:

La topographie ; relief (l'élévation ou l'altitude relative, la pente, les collines et les vallées,la nature de la surface... etc.) :

A -La couverture du sol.

B -Les surfaces d'eau.

C-la végétation.

D-les constructions(en zone urbaine).

Cette interaction entre les éléments du site et les données climatiques génère un microclimat urbain caractérisé par des paramètres microclimatiques : les radiations solaires, les températures, les vents locaux, les précipitations et l'humidité seront légèrement différents dans le site considéré par rapport à la région à laquelle il appartient. En outre, Reiter, Sigrid (2007) affirme que dès lors la conception des espaces publics doit prendre en considération non seulement les données climatiques mesurées à la station météorologique la plus proche, mais aussi les composantes de l'environnement construit et naturel du site étudié. Lors de la conception d'un bâtiment ou d'un espace public, il est donc important d'évaluer et de prévoir l'impact de l'environnement existant sur le microclimat du site, afin de profiter au mieux des possibilités offertes par le terrain et de se protéger dessein convenants ,et aussi évaluer

l'impact du nouveau projet sur ce microclimat, pour optimiser les avantages que le projet peut apporter au site et limiter les nuisances qu'il pourrait induire.

17- l'impact de tissu urbain et sa morphologie sur mouvements de l'air :

les villes modernes présentent de plus en plus souvent des constructions très élevée set des formes au décideuses qui peuvent entraîner des problèmes importants liés au vent autour de ces édifices.

L'action de l'urbanisation sur les vents est complexe, la ville modifie la vitesse des vents et leur direction par sa rugosité, par la canalisation des vents dans les rues, mais aussi par l'influence de l'îlot de chaleur urbain qui donne naissance à des vents thermiques. Les brises thermiques, dues à la convection de l'air qui apparaissent sur l'ensemble d'une ville ou d'un quartier, plus particulièrement quand les vents sont faibles. Ce phénomène s'accroît lorsque l'îlot de chaleur augmente.

En outre, Le Paige, M., Gratia, E et De Herder, A (1986) affirment que l'écoulement de l'air peut être modifié par la présence d'obstacles comme le bâti, la végétation, que l'air doit contourner. La face d'un obstacle exposée au vent subit une surpression tandis que la face opposée est soumise à une dépression. C'est pourquoi, outre la protection qu'ils offrent, les écrans peuvent également occasionner des effets secondaires tels que les courants d'air et les turbulences. La zone d'influence d'un bâtiment est environ quatre fois plus longue à l'arrière d'un bâtiment qu'à l'avant. Deux catégories d'obstacles doivent être étudiées en fonction de leurs impacts sur la vitesse locale du vent : les éléments étanches à l'air (ex.: les bâtiments)et les éléments poreux (ex. : les arbres). Signalons que les constructions forment des écrans permanents tandis que la végétation peut présenter des variations de porositéen fonction dela saison. Lorsque le vent rencontre une canopée urbaine, l'écoulement va se faire entre les porosités c'est-à-dire les rues (canyons urbains) et les vides séparant les bâtiments, puisque la rugosité est liée à la hauteur de ces éléments, elle dépend aussi du volume des porosités, en d'autres termes de la densité de rugosité .Dans les basses couches(0à300mètres),la rugosité du sol (végétation, construction...) induit des forces de frottement qui réduisent la vitesse moyenne du vent avec création d'une agitation importante qui est la turbulence (figureen dessous), par opposition à l'écoulement laminaire qui se produit au-dessus de la hauteur de rugosité etc' est là où le mouvement de l'air connaît un déplacement rectiligne

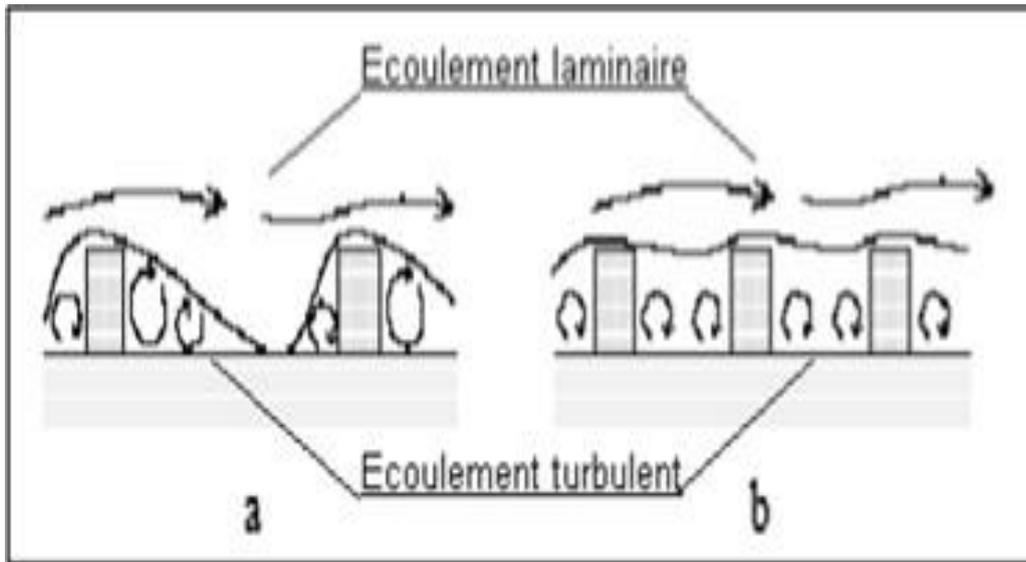


Figure32 :comportement du vent en fonction de l'espace entre les constructions

Source; Rafik Belarbi ,Emmanuel Bozonner et Francis Allard.2002

18- L'écoulement de l'air autour d'un bâtiment:

La présence d'un édifice contribue à perturber le mouvement de masses d'air, ce qui permet de trois zones de perturbation d'apparition : sur la façade au vent, on observe une **zone de suppression** et un **vortex turbulent** du à l'écoulement qui descend sur la face. Sur la façade sous le vent, on observe une **zone de dépression turbulente** qui s'étire dans la cavité de basse pression. Tandis que sur les arêtes du bâtiment et la partie supérieure, on observe un **décollement** et une **zone turbulente**. Plus précisément, la figure montre le contournement d'un bâtiment à un profil vertical de vitesse moyenne.

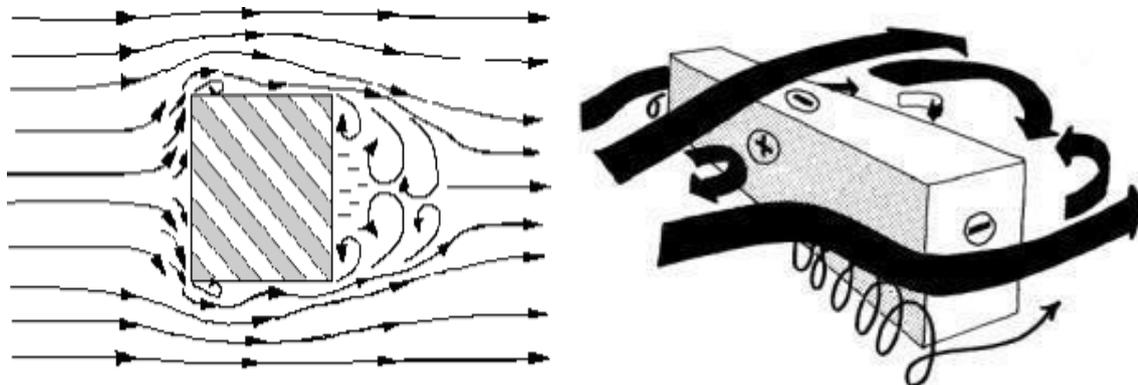


Figure 33:Schéma représentatif d'un écoulement d'air autour d'un bâtiment

Source : Gandemer, 1981.

Les effets aérodynamiques sur les bâtiments font bien un sujet délicat pour l'estimation du confort thermique à l'intérieur comme extérieur de la ville. Comme l'indique Gandemer la masse bâtie, freine la vitesse des vents comme elle sa direction en engendrant un micro climat propre à la structure urbaine intervenante.

19-Le système urbain entre sa morphologie et son climat :

La production de la chaleur ressentie à l'intérieur des villes et les agglomérations urbaines ,révèle bel et bien, l'impact de la masse physique et les activités anthropiques .

Dégradation du confort thermique extérieur marquée par les différences de températures ambiantes et autres enregistrées au sein des stations météorologiques est le résultat du rapport ville et climat urbain. Les îlots de chaleur urbains représentent le phénomène majeur relatif à la masse des villes et l'activité humaine, étouffant l'atmosphère qui englobe le monde urbain. L'îlot de chaleur urbain est un phénomène nocturne, il apparait généralement par temps à ciel clair ,nuancé par un nombre de facteurs tels ,la taille de la ville ,la morphologie urbaine ,la topographie, les espaces verts, la saison, et le rythme journalier .Une agglomération urbaine par sa rugosité ,sa morphologie ,et les contrastes thermiques qu'elle crée, modifie le milieu aérodynamique par l'altération des vents régionaux ou la création de brises appelées « brises thermiques».Les modifications aérodynamiques sont le résultat de la forme urbaine qui constitue la ville ,dans sa globalité détours, des barres, caractérisées par une faible densité urbaine ,et une moyenne compacité du cadre bâti. Dans ce cas les milieux arides ,font un modèle de l'adaptation envers les effets des vents chauds et chargés de poussière. Cela montre l'importance de la densification du cadre bâti non seulement pour la protection solaire mais aussi pour l'aérodynamique .L'étude du climat urbain et les phénomènes qu'il présente : îlots de chaleur ,effets aérodynamiques ,nécessite une bonne connaissance des caractéristiques naturelles et climatiques originales du milieu ,et les singularités locale set régionales de la Zone d'étude ;si l'on compte prendre des précautions pour le contrôle du climat urbain.

20-Le cadre de bâtiment de kharouba en face de l'action des vents dominants :

«La morphologie des tissus urbains et leurs positions et leurs orientations doivent tenir compte de la direction des vents dominants. »

Le processus d'ensablement dépend principalement de la direction des vents dominants. C'est un facteur essentiel pour tout déplacement des dunes de sable vers les routes, les agglomérations urbaines...etc,et ce facteur dont la fonction est liée au tissu urbain et sa

localisation, le phénomène peut s'amplifier et s'accélérer lorsque le bâtiment est situé dans le sens des vents dominants . en revanche, le phénomène peut être atténué si le bâtiment est placé contre la direction du vent.

La localisation du secteur de Kharouba est perpendiculaire aux vents dominants d'ouest, ce qui a conduit à l'amplification de la force du vent puis à la pénétration du sable dans les constructions urbaines.

Le projet de construction de Kharouba est situé dans un mauvais emplacement dans son ensemble, ce qui place la zone devant plusieurs risques, car la zone est en premier lieu un plateau de dunes .Et les rassemblements et le bâtiment ont été construits dans le sens des vents dominants et sur le cordon dunaire, ce qui rend le secteur de Kharouba vulnérable et surtout ensablée , et face aux risques graves tels que glissements de terrain, inondations ,tremblements de terre et autres.

En fait ,les risques climatiques, bien qu'importants pour la région ,se sont avérés moins graves que les erreurs de planification, comme nous le démontrons dans notre zone étude.

21-Impact d'ensablement et conséquences:

21-1 Impact Sur le milieu naturelle et l'écosystème:

Les conséquences d'ensablement sont sensibles sur tous les écosystèmes,

les terres agricoles , le pâturage , des infrastructures de communication , des logements , la dégradation des ressources naturelles «sols , eaux, faune et flore ,le tarissement des cours d'eau ...etc».

L'ensablement a des impacts négatives sur les différents éléments qui composent le milieu. Le premier impact et le plus important c'est la perte de la diversité biologique (génétique , spécifique et écosystème)

La pollution de l'air par des vents de sable .

L'assèchement des sources d'eau de surface.

Le refoulement en profondeur des eaux souterraines.

L'insécurité alimentaire suite à la perte de la productivité des terres et des pâturages.

La diminution des terres agricoles.

La dégradation de pâturage et de couverture végétale.

Une réduction importante de la production agricole et pastorale.

Un déficit alimentaire permanent , la pauvreté ..etc.

21-2 Impact Sur la vie humaine:

L'ensablement a des effets négatives sur le milieu humain , car il affecte directement et indirectement de nombreux aspects qui créent des problèmes pour le facteur humain , qu'il soit sanitaire , social , matériel...etc .

Ce phénomène pousse souvent les population à migrer vers des zone dotée d'un bon écosystème . Il affecte plusieurs sources économiques important telle que «l'agriculture , la pâturage ...etc » , ce qui affecte négativement l'économie et par conséquent les condition matérielle et de vie de la population, et peut provoquer une pénurie de touriste due à la détérioration des écosystèmes l'ensablement a un impact direct sur la sante humaine .

en effet , le présence du vents de sable provoque désagrément lorsque les grains de sable tombent dans les yeux, il n'est pas formellement établi que les grains de sable provoque des maladie respiratoire mais cela dérange également les personnes souffrant de ces maladies et d'asthme.

22-Lutter contre ensablement et les actions d'aménagement

La lutte contre l'ensablement vise à protéger le milieu vital de l'être humain ainsi que leurs infrastructures socio-économiques. Néanmoins, le choix de telle ou telle technique doit être précédé par des études à différentes échelles en tenant compte du facteur du milieu (climat, géomorphologie, topographie, sol et végétation) et le facteur économique (disponibilité et cout de matériaux, transport, cout de réalisation...etc.).

La lutte contre le phénomène de l'ensablement se fait par des procédés mécaniques et biologiques et La méthode aérodynamique

22-1- Les méthodes de lutte mécanique : ont pour objectif de fixer le sable mobilisable et d'empêcher les dépôts sableux sur les infrastructures : palissades, mulch et méthodes aérodynamiques. Ces techniques sont le préalable indispensable à la fixation des sables mobiles et des dunes à court et moyen termes.

22-1-1techniquedepalissade

En se référant à la FAO (1988), la palissade est un obstacle linéaire opposé au vent dominant pour en diminuer la vitesse et provoquer à son niveau l'accumulation de sable en mouvement. Selon l'objectif recherché, la palissade placée soit perpendiculairement par rapport à la direction du vent dominant en cas de palissade d'arrêt (stabilisation du sable apporté par le vent) ou bien soit disposée en biais en cas de palissade de diversion ou de défilement

(déviation). Dans ce dernier cas ,la palissade est inclinée de 120°à140°par rapportà la direction

dominante du vent. Pour qu'elle soit efficace, la palissade doit être caractérisée par :

- Une perméabilité de l'ordre de 30 à 40 % pour ralentir la vitesse du vent et permettre le dépôt du sable sans provoquer le phénomène tourbillonnaire.,
- Une hauteur de l'ordre de 1 m à 1,20 m ;
- Une profondeur de la fouille de 0,40 m et largeur de 0.30 m ;
- La distance entre la palissade et l'objet à protéger ne dépasse pas les 200 m.

La confection de la palissade se fait en utilisant différents matériaux qui sont : les palmes sèches du palmier les branches d'arbres, les plaques de fibrociment et le grillage plastique (la maille plastique).

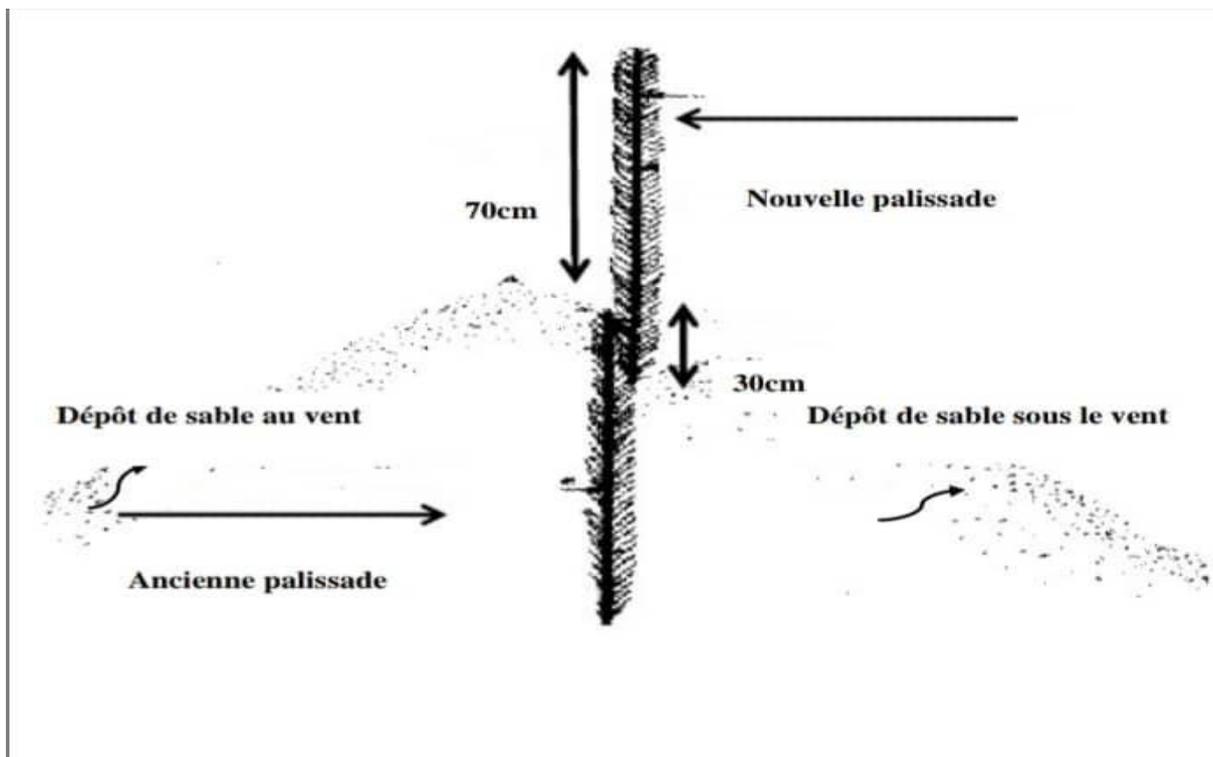


Figure 34: Rehaussement de la palissade après accumulation des dépôts de sables F AO 1988

2 Les méthodes de lutte biologique: consistent à développer une couverture végétale permanente : enherbement, brise-vent, barrières végétales, ceintures boisées, reboisement. Elles font suite aux techniques mécaniques de stabilisation et de fixation des sables et des dunes, coûteuses, parfois inesthétiques et dont les effets sont temporaires. La réussite de la mise en œuvre de ces technique simple que la présence d'eau dans le sol à une profondeur

Accessible aux végétaux ou l'arrosage des plants jusqu'à ce que leur système racinaire atteigne les nappes phréatiques.

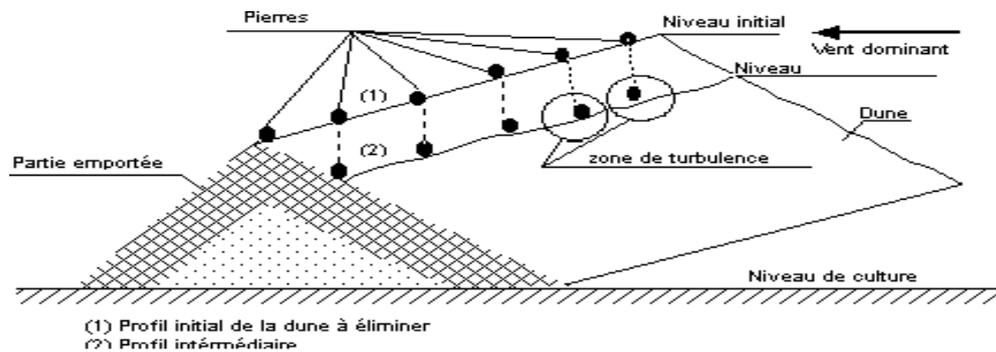
Cette lutte emmène généralement par trois procédés distincts ou complémentaires, savoir:

- Le reboisement
- Le semis
- La mise en défens.

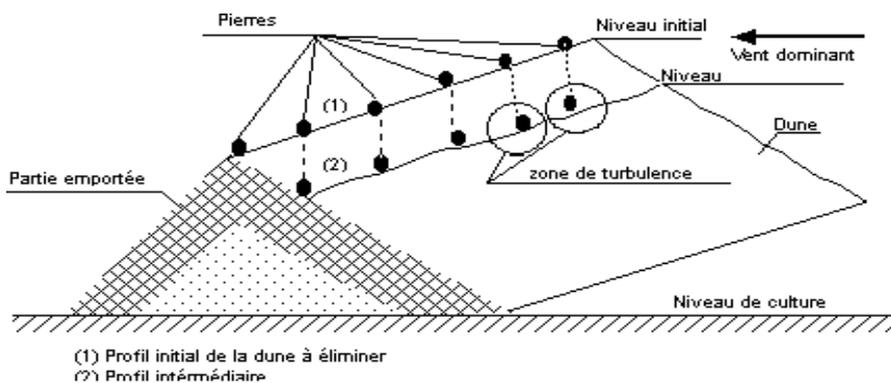
2-2La technique des pierres à turbulence:

Elle utilise le vent comme moyen de lutte contre l'ensablement mais elle est moins fréquente car l'exploitation du vent pour évacuer le sable n'est pas vraiment toujours bien réussie. Mais si cette technique est maîtrisable nous recommandons qu'elle soit applicable dans les dunes qui longent les axes routiers car elle entraîne l'évacuation du sable et freine toute accumulation. Le principe de cette technique consiste à disposer des pierres de 20 à 30 cm de diamètre le long de la crête de la dune à faire disparaître et sont séparées les unes des autres par une distance pouvant varier selon l'éloignement du lieu d'approvisionnement de 0,5 à 1 mètre. Lorsque le vent dynamique souffle, des turbulences se créent au niveau de chaque pierre et donc il y a déflation et creusement par la suite, le sable est remobilisé.

Pour une meilleure stabilisation du milieu dunaire, la combinaison des procédés de lutte mécanique et biologique est très recommandée. Toutefois, dans toute initiative ou tout programme de lutte contre l'ensablement, l'utilisation d'une approche participative est une condition clé pour assurer des résultats durables et des impacts positifs sur le long terme.



cas de petites dunes



cas de petites dunes

Figure 35:TECHNIQUE DE PIERRE A TURBULENCE

Source : smahi 2001

Utilisée dans le sud Marocain d'après B.BENSALEM,1983

3-La méthode aérodynamique

Selon FAO (1988), FAO (2010), plusieurs auteurs, cette méthode se base sur le vent lui-même pour désensabler et pour se protéger contre l'ensablement. Pour atteindre ce dernier objectif, divers procédés et dispositifs sont utilisés tels que :

- L'orientation systématique des rues parallèles à la direction du vent dominant avec surélévation et une orientation des portes et des fenêtres à l'opposé du principal courant éolien;
- La pose des blocs de pierres (20 à 50 centimètre de diamètre) sur les dunes pour faire en sorte que la vitesse du vent soit augmentée (création de turbulence), ce qui aboutit à la remise de sable en mouvement ainsi de le déplacer plus loin des dunes traitées ;
- La protection des routes contre l'ensablement en installant à leurs côtés des lignes de palissades espacées et en parallèle avec la direction dominante du vent. Il en résulte l'augmentation de vitesse du vent chargé en sable. De ce fait, le vent passe sur la route sans déposer sa charge éolienne ;
- L'installation des Drâas aux côtés des routes est un procédé de principe aérodynamique pour les protéger contre l'ensablement.

SURLAZONED'ÉTUDE(KHAROUBA)

Afin de protéger le milieu qui ne cesse de se détériorer et protéger les terrains agricoles et les habitations environnantes une action de lutte doit être menée.

1-Rideaux protecteur ou prise vent:

ils peuvent constituer des rideaux d'arbres, des claies et des murs en béton, outre leurs rôles de protection les protecteurs contribuent à créer un microclimat favorable et pour être efficace ces derniers doivent répondre à certaines normes techniques :

- être perpendiculaires à la direction du vent dangereux et dominant.
- être continus pour éviter l'effet venturi, La longueur est variable et en générale à environ dix (10) fois à sa hauteur.
- avoir une hauteur suffisante car, c'est celle-ci qui influence l'étendue de la zone à protéger. L'effet d'un brise-vent est sensible dans la zone << sous le vent >> jusqu'à une distance de dix (10) vingt (20) fois à hauteur.
- être perméables au vent à un taux de quarante (40-50 %) pour ne pas nuire aux cultures et plants que l'on prétend protéger.

Le mur a été construit pour protéger la zone des dangers des glissements de terrain et d'action éolienne , et pour réduire par contre il ne remplit pas les conditions précédentes. À cet effet nous demandons à tous les piétons et en particulier les véhicules de prendre des précautions et de se méfier de ce danger public, et nous appelons également les autorités concernées à prendre toutes les mesures pour protéger cette zone.



Photo18:le mur de béton en face de plage de sisi Medjdoub

2-Fixations des dunes par renforcement la végétation :

a-Reprise des vignobles.

b-L'augmentation des cultures pérennes qui peut réduire ce phénomène ,parmi eux:

Les banquettes:

Sur une pente où l'eau ruisselle, on doit, de distance en distance, couper le versant par des obstacles longitudinaux, à peu près horizontaux, des genres de fosses ou de levées de terre placés à une distance telle les uns des autres qu'entre deux de ces ouvrages, l'eau ruisselant n'arrive pas à avoir de l'énergie suffisante pour se concentrer et entamer le processus d'érosion en ravine, la seule vraiment Dangereuse



Photo 19:Les banquettes

Source :site internet

On propose le remplissage de talus de Sidi El Medjdoub par les banquettes pour la réduction des risques.



Photo20 :Retama reatam

Source : site internet

Retama raetam:est un arbuste qui peut avoir une taille de 1 à 2m.C'est la plante par excellence pour la fixation des dunes.

Aristida pungens : Graminée avec des tiges pouvant atteindre plus de 1.5 m. Cette espèce est une fixatrice de dunes continentales mais elle est peu appréciée par le bétail. Pour une meilleure efficacité contre l'ensablement, il est préférable d'injecter cette graminée dans les accumulations dunaires après une première stabilisation par d'autres espèces pionnières.



Photo 21:Aristida pungens

Source : site internet

Lyciumint ricatum : C'est un arbuste à feuilles charnues ayant de 1.5 à 2 m de hauteur. Ses racines peuvent avoir jusqu'à 20 m de longueur.

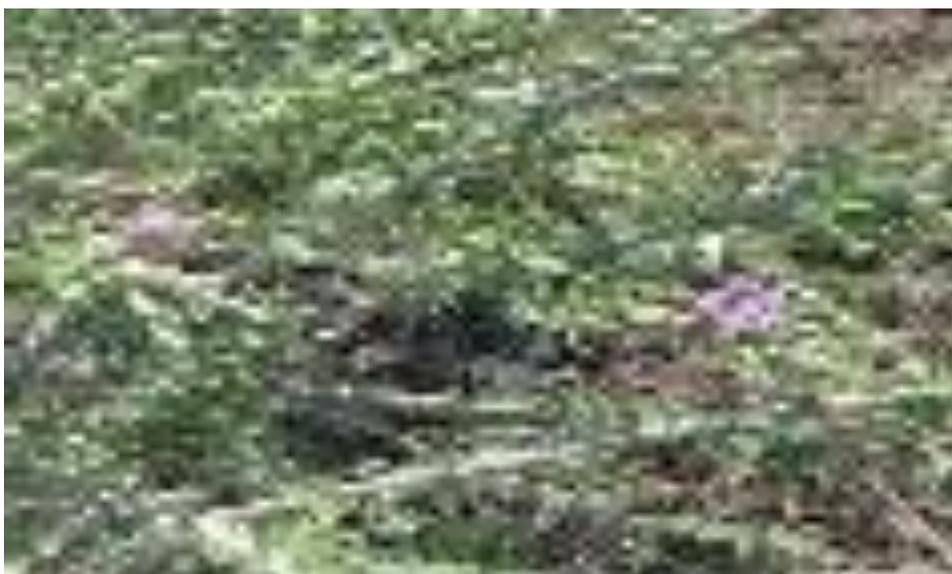


Photo 22 : Lyciumint ricatum

Source :site internet

Nitraria retusa: C'est un arbuste épineux à feuilles épaisses qui atteint de 1 à 1.5 m de hauteur. Son enracinement est puissant et pivotant. **Nitraria retusa**



Photo23:Nitraria retusa

Source :site internet

Dans certains pays ,ona recours à l'ensemencement par avion .Cependant, il est à signaler que c'est une méthode qui est assez coûteuse et nécessite de grandes quantités de semences, ainsi qu'une bonne connaissance des conditions météorologiques, notamment la direction des vents et leur vitesse.

2-La cessation immédiate de l'urbanisation:

la nécessité de remplir les espaces vierge afin de ne pas laisser de place à l'accumulation des dunes de sable .la fragilité du site ne permet pas de pour suivre l'urbanisation urbain.

Nous proposons de remplir tous les espaces vierge a fin de réduire le phénomène d'érosion et afin de profiter de ces lieu , mais il ne faut jamais les remplir avec des agglomération urbain , Ces espaces peuvent être des aires de promenade et d'accueil au public :

- Des aires de repos
- aires touristique et loisirs ,des jardins publics
- des aires de parcage pour les véhicules...etc.

Les sols sablonneux ,le vents ont des éléments qui constituent un risque lorsqu'ils sont exposés à une extension urbaine et à une morphologie inadaptée au milieu.

A cet effet ,nous proposons et nous citons ceux des K.Athamina-2012,Ganderman-1976 :

1-L'orientation des structures bâties permet de déterminer le régime de vent et de contrôler sa vitesse. Les rues doivent être conçues parallèlement à la direction des vents dominants.

2-Pour éviter tout type de comportement efficace du vent (vent tourbillonnaire qui accélère le déplacement de grains de sable vers le voisinage), éviter les formes poreuses au sein des tissus urbains.

3-Les façades d'habitation doivent tenir compte de l'ensoleillement et de la direction des vents de la région. (K.Athamina,2012).

Eviter les bâtiments à morphologie hétérogène. Les fortes hauteurs sont déconseillées dans un cordon dunaire. En effet, plus les bâtiments sont hauts, plus le vent est turbulent et plus la taille de la place est grande, plus l'intensité du vent augmente.

4-La forme compacte du tissu avec des ouvertures inférieures à 0.25 fois son périmètre est recommandé pour moins de risque d'ensablement et pour plus de confort pour les habitants (Ganderman, 1976), les formes urbaines isolées et dispersées des grands ensembles créent des perturbations et entraînent des

accélération d'air ainsi que de nombreux mouvements tourbillonnaires notamment aux pieds et à l'angle des immeubles.

Ces écoulements sont critiques pour le confort au niveau du piéton et ne sont guère favorables à la stabilité du risque d'ensablement.

5-L'implantation des écrans protecteurs de végétation aux alentours des édifices urbains est très utile dans les milieux sableux. (Raymond, 1985)

Conclusion de chapitre:

Dans ce chapitre, on s'est basée sur le processus d'ensablement sur le milieu urbain du secteur de kharouba qui souffre d'une urbanisation chaotique ,ses agglomérations mal maitrisé et la fragilité de son environnement expose le site à de nombreux risques.

Ce qui nous oblige de trouver des solutions du cadre de lutte contre l'ensablement .Il n'existe pas une méthode spécifique par laquelle nous pouvons complètement arrêter le problème d'ensablement , les méthodes disponibles dans le monde consiste principalement à éloigner ses sables , des installation à protégè ou à retarder leur arrives , les méthodes disponibles pour surmonter le sable rampant sont couteuses , car elles nécessitent une surveillance et un entretien périodique afin de jouer leur rôles dans la limitation et la réduction des problèmes de sable , et elles nécessite un soutien continu .

L'importance des efforts concertés entre les parties se plaignant du problème du sable et les institutions scientifiques spécialisées en la matière pour par venir aux solutions les plus appropriées, en tenant compte des tendances et de la vitesse du vent en général et de la qualité des sables mouvants en particulier

Conclusion



CONCLUSION

L'ensablement est parmi les risques naturels majeurs auxquels les régions arides et semiarides en Algérie sont sérieusement confrontées.

Par définition, il s'agit de l'accumulation des sables éoliens sur les structures artificielles et socioéconomiques, en raison de l'interférence de ces sédiments avec le régime des vents qui les transportent. Le phénomène d'ensablement est varié d'une zone à l'autre selon leur déclenchement, leurs facteurs, leur impacts et leur effets.

Le milieu naturel, en raison de ses contextes topographiques, géomorphologiques, climatiques et morphologiques, contient de grandes prédispositions au développement de l'érosion éolienne, du déplacement et de la migration du sable.

L'analyse approfondie de milieu physique de la wilaya de Mostaganem et kharouba montrent que ce milieu dans son ensemble est favorable à une dynamique éolienne, il est évident qu'un milieu fragile est toujours face aux aléas naturels, dès 1882 Pomél a qualifié le Plateau de Mostaganem comme étant « **Un petit désert égaré dans le tell** », et on constate que cela s'applique à la zone d'étude kharouba car elle possède un milieu notamment fragile mais aussi dunaire là où le phénomène d'ensablement prend une large extension.

L'accroissement de la pression humaine et les mauvaises pratiques de l'homme dans le temps, sont des facteurs importants dans les déséquilibres observés ces dernières décennies.

Les ressources naturelles des régions arides et semi-arides dégradent en raison des pressions des hommes sur leur milieu naturel et leurs activités à travers ces pratiques (le déboisement, les incendies, surpâturage, défrichage, éradication des espèces ligneuses). La pratique des cultures à grande échelle, l'utilisation de moyens mécaniques pour l'agriculture et l'urbanisation chaotique, toutes ces conditions causent la fragilité de la région.

Notre souci majeur dans cette recherche est l'impact de ce phénomène sur le milieu urbain dans la zone d'étude de kharouba qui reste toujours en risque grâce à son emplacement qui se situe sur une formation des dunes de sable.

En outre, le cadre bâti est exposé aux vents dominants qui accélèrent le processus d'ensablement.

Le secteur de kharouba connaît de nombreux risques "glissement terrain, les inondations...etc" et cela a des impacts et des conséquences néfastes sur tous les domaines.

La lutte contre ce phénomène apparaît donc comme une nécessité primordiale et doit être conçue comme une action globale et permanente qu'il faut mener avec des moyens à la mesure de la menace.

CONCLUSION

Lors de nos visites sur terrain , nos recherches ,nos conversation avec des directions public et des gens qui habitent dans le secteur de kharouba , nous finirons notre recherches avec ces lignes :

La zone de Kharrouba a été victime de mauvaises décisions et de l'absence de conscience professionnelle des responsables, et elle souffre encore à ce jour d'une grande négligence, car on ne voit pas de grands et d'importants efforts dans le cadre de la lutte contre le phénomène d'ensablement et d'autres dangers, car la zone fait face à de nombreux dommages graves, et les autorités doivent prendre des décisions strictes afin d'éviter ces dommages à long terme, et Nous espérons unir toutes les forces afin de réparer le reste et d'éviter toutes les pertes matérielles et humaines qui peuvent être infligées à la région à travers des plans stratégiques et des techniques . Espérons que cela sera activé par les décideurs et les responsables

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Abdelilah El GHANNOUCHI**: Dynamique éolienne dans la plaine de Souss: Approche Modélisatrice de la lutte contre l'ensablement - thèse de doctorat. **Université Mohamed V – Agdal faculté des sciences Rabat**.
- **Abdelkrim BENSALD**: Sig et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride dans le cas de la wilaya de Naâma - thèse de doctorat en géographie. **Université Joseph Fourier-Grenoble 1**.
- **AIME. S.** (1991): Etude écologique de la transition entre les bioclimats subhumides, semi-arides et arides dans l'étage thermo-méditerranéen du Tell oranais (Algérie occidentale). Thèse de doctorat, **Univ. De droit d'économie. Aix- Marseille III**, 300p.
- **AIME. S. et REMAOUN. KH.** (1989): Variabilité climatique et steppisation dans le bassin de la Tafna (oranie occidentale), Rev. Médit., 1, pp.42-51.
- **AIME.S**(1991): Etude écologique de la transition entre les bioclimats subhumide, semi-aride et aride dans l'étage thermo-méditerranéen du tell oranais (Algérie occidentale) Thèse de doctorat p189.
- **ALALI A., BENMOHAMMADIA** (2013) : L'ensablement dans la plaine de Tafilalet (Sud-Est du Maroc) - Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°16, Décembre 2013, pp. 53-75. **Université Ibn Tofail, Faculté des sciences, Kenitra, Maroc**.
- **ATHAMENA .K**(2012): modélisation et simulation des microclimats urbains : Étude de l'impact de la morphologie urbaine sur le confort dans les espaces extérieurs. Cas des éco-quartiers .Thèse de Doctorat **École centrale de Nantes Science pour l'ingénieur, géosciences, architecture**.
- **BELGAT. S.**(1984): Etude phytoécologique et propositions en vue de l'aménagement du cordon dunaire littoral de la région de Mostaganem. Thèse de doctorat d'ingénieur, 232p.
- **BELLAL.S.A**(1998): Les ressources en eau et leur utilisation dans le plateau de Mostaganem, Thèse de Magister. **Univ. Es.Senia -Oran**.
- **Belmahi M.N**: Ensablement et aménagement dans les milieux arides et semi-aride sur les marges Nord-ouest de l'Atlas Saharien Algérien - Thèse de Doctorat en Géographie et Aménagement du territoire 275 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Bengurai Abdelkader:** Évolution du phénomène de désertification dans le sud Oranais (Algérie)-Thèse de doctorat en science. **Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen.**
- **Boufara said:** le phénomène d'ensablement dans le sud-ouest d'Ain Safra conditions, facteurs et impacts sur l'environnement –mémoire de magister en science de l'environnement et climatologie. **Université d'Oran es-senia .**
- **BOURAHLA.M(2012):** Catastrophe de Sidi Mejdoub. Article de presse, journal Réflexion sur Mostaganem.
- **CALLOT. Y(1987):** Géomorphologie et paléo environnement de l'Atlas Saharien à l'Erg Occidental. Dynamique éolienne et paléolacs holocènes. Thèse doctorat d'état en géomorphologie, **Univ. Paris VI**, 412 p.
- **CALLOT. Y. et OULEHRI. T. (1996):** Géodynamique des sables éoliens dans le Nord-Ouest saharien : relations entre aérologie et géomorphologie, Géodynamica Acta (Paris), pp.1-13.
- **CFCD article de Combattrel'érosion éolienne:** Un volet de la lutte contre la désertification.
- **F.Kuhn:** Article sur Environnement d'un projet de transport dans l'agglomération de Mostaganem.
- **GANDERMAN.(1976):** les comportements du mouvement éolien. **Université de Montréal. Canada.**
- **HADJI Mohamed /ATTALAH Mohammed:** Impacts du couvert végétal sur l'érosion hydrique des sols agricoles dans les piémonts Nord Ouest du Dahra (W. Mostaganem)- Mémoire de master en agronomie. **Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.**
- **Hind Meddi/Mohamed Meddi:** Variabilité des précipitations annuelles du Nord-Ouest de l'Algérie. **Laboratoire de recherche eau, roche et plante Centre universitaire de Khemis Miliana.**
- **LAHOUEL.N(2014):** Caractérisation édapho-floristique dans les écosystèmes forestiers dans la région du littoral Mostaganémois (Oranie-Algérie) **Université de Mostaganem.**

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Matallah Mohamed Elhadi:** L'impact de la morphologie des tissus urbains sur le confort thermique extérieur - Cas d'étude ville de Tolga -Thèse de Magister en agriculture .**Université Mohamed Khider – Biskra.**
- **Meghrbi wahiba:** L'ensablement, un risque négligé en zone tellienne littorale Cas de la région Mostaganem -Thèse de magister En Géographie et Aménagement du territoire-**université oran 02 .**
- **Melle BENAMOR Kaoutar:** L'impact de la morphologie urbaine sur la demande énergétique dans les zones arides -Cas d'un tissu urbain éparse, cité 76 logements à Biskr-U -Thèse Magistère en Architecture-Université Mohamed Khider–Biskra.
- **Melle NAHAR Ibtissem /Melle BENHADJOUJJA wahiba:** ESPACERECREATIF URBAINA«SIDI ELMEJDOUB-MOSTAGANEM»(AMENAGEMENT DELAZET)-Mémoire de master–université de mostaganem.
- **MohamedMADANI:**L'agglomérationOranaisejeuxd'acteurserdynamiqueurbaine-Cahiers du cread N°115.
- **N.Bentekhici&Dj.Youcfi :**Analyse de l'étalement urbain de la ville de Mostaganem.
- **Nouar Boulghobra:** Recherche sur la dynamique éolienne dans la plaine du Tidikelt (Sahara méridional algérien), en vue de la protection de la ville d'In–Salah contre le risque d'ensablement –Thèse Doctorat en Science. Université Mostefa Ben Boulaïd Batna–2–
- **OMRANE Souhila& ZEMMAME Rachida:** Aménagements anti-érosif des terres agricoles des piémonts Nord-Ouest du Dahra (W. Mostaganem)–mémoire Master II en Sciences Agronomiques. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.
- **OULD SAFI Mohammed:** Etude du phénomène d'ensablement dans la région de Gourara, Wilaya d'Adrar, En utilisant l'outil télédétection et sig -Thèse de doctoraten Foresterie. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.
- **RachidaSenouciANDNasr-EddineTaibi:**Impactoftheurbanizationoncoastaldune: case of Kharouba, west of Algeria-Journal of Sedimentary Environments 90-98 p.
- Rapport final BEXAM: *Bureau d'Etudes ,Expertise ,Conseils en Environnement ,Aquaculture et Aménagements Côtiers*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Rapport Urban: centre d'étude et de réalisation en urbanisme
- **REMAOUN. KH.** (1981): Le littoral oranais d'Oran aux Andalouses : recherches géomorphologiques – Thèse de doctorat 3^o cycle, Lille, 303p.
- **SEBAIBI A. B., KAZI-TANI L. M.**: Évolution de climat et son impact sur l'environnement de la région de l'Oranie (nord-ouest de l'Algérie), 364-367 p.
- **SELTZER.P.** (1946): le climat de l'Algérie. Inst. Météoro. Et de phys. Duglobe. **Univ. Alger.** 219p.
- **SELTZER.P.** (1946): Le climat de l'Algérie. **Pub. Univ. d'Algérie.** 219p.
- **SENHADJI. H.** (1993): Conséquences des différentes actions érosives et perspectives d'aménagements sur le littoral de Béni-Saf. Mémoire d'ingénieur d'état, **IGAT Es-Sénia Oran**, 140p.
- **SMAHLEL.** (2000/2001): Etude du phénomène d'ensablements sur le plateau de Mostaganem et proposition d'aménagement, Thèse de Magister, **IGAT Es-Sénia, Oran.** p137.
- **SMAIL.H.** (1998): Dynamique agraire dans le plateau de Mostaganem. Thèse de Magister, **Univ. Es-Sénia Oran**, 218p.
- **SOUIAH. S.A.** (1996): Les Douars péri-urbains de l'Ouest algérien : l'habitat populaire non réglementé des périphéries urbaines Thèse de doctorat en Géographie, **Université de Pau.**
- **Soumia BENGOUFA, Simona NICULESCU , Mustapha Kamel MIHOUBI , Rabah BELKESSA , Katia ABBAD:** Cartographie de la vulnérabilité côtière par l'intégration des méthodes géo spatiales: Cas de Mostaganem (ouest Algérien)-SAGEO'2021 – La Rochelle, 5-7 mai 2021.
- **THOMAS.G.** (1976): Mise en évidence de décrochements de tress Est-Ouest d'âge quaternaire en Algérie nord- occidentale. C. R. Acad. Paris, **t. 283 n° 8**, 4 p.
- **Tidjani.B** (1999): The phenomenon of urbanization in Algeria-Fascicule N06.IGAT. Université d'Oran.
- **Tidjani.B** (2000): Impact of Urban Environment in Algeria N07.IGAT. Université d'Oran.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Zakaria SALTANI, Aicha BENMOHAMMADI et Mohamed BELABED:** Origine du phénomène d'ensablement déduite par combinaison entre télédétection et techniques sédiment logiques: application au bassincôtier de tarfaya, sud-ouest marocain ,**Université ibn Tofaïl, Kenitra, Maroc.**
- **ZAOUI Mohamed:** système d'information géographique et méthodologie multicritère pour le choix de sites de retenues collinaires application pour la wilaya de mostaganem Algérie - thèse de Doctorat en science-génie civil. **Université abdelhamid iben badis –mostaganem.**

ANNEXES



Photos présente la vulnérabilité de la région et les risques qui touchent le secteur



chute d'un gros rocher tombant du talus 2020
Source : page facebook de la wilaya de mostaganem





glissement de terrain à sidi mejdoub

Source : page facebook de la wilaya de mostaganem



crevasse au niveau de la route (descente des bâtiments michelere tigiditte)

Source : page facebook de la wilaya de mostaganem