

# Actes

Des Journées d'Etude  
et de Sensibilisation sur la  
Quantification du Sable  
en Transit Eolien et  
sur la

## Lutte Contre l'Ensamblement

*Organisées à Ouargla, les 21 et 22 Janvier 2007, sous le patronage  
de Madame la Ministre Déléguée à la Recherche scientifique  
auprès du Ministère de l'Enseignement et de la Recherche  
Scientifique et de Monsieur le Wali de Ouargla par  
le Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions  
Arides, l'Université Kasdi Merbah de Ouargla et l'ANVREDET*



## Avertissement

Les Editeurs n'entendent donner aucune approbation, ni improbation aux idées exprimées dans le présent ouvrage.

Celles-ci relèvent de la stricte responsabilité de leurs auteurs et n'engagent en aucune manière les institutions organisatrices de la présente rencontre scientifique et technique.

Toutefois les résultats scientifiques, dument validés, sont à verser au fonds cognitif commun.

Pour le

Centre de Recherches Scientifiques et techniques sur les

Régions Arides (CRSTRA) de Biskra

l'Université Kasdi Merbah de Ouargla,

et l'ANVREDET/Alger

Les éditeurs scientifiques :

Fayçal Ababsa Smati & Fattoum Lakhdari

## Les Objectifs

Le sable en transit éolien pose un problème sérieux dans de nombreuses régions du monde ; il est encore plus accentué dans les régions arides et semi-arides.

Le vent de sable détruit la partie la plus fertile du sol, cause des accidents de circulation, endommage des installations et met en danger la santé humaine et animale.

La tenue de journées d'étude sur la quantification du sable en transit éolien et sur les méthodes de lutte contre les problèmes liés à l'ensablement permettra :

- ➔ Un échange des connaissances et un resserrement des liens entre les différents acteurs intervenant dans ce domaine,
- ➔ Une collaboration entre scientifiques et opérateurs sur le terrain pour :
  - identifier les menaces présentes et futures du phénomène d'ensablement ;
  - évaluer l'efficacité des différentes techniques de quantification du sable en transit éolien et de lutte contre l'ensablement ;
  - proposer un programme global de lutte contre l'ensablement et les modalités de sa mise en œuvre ;
  - créer un réseau d'associations et de structures locales pour la lutte contre l'ensablement ;
  - assurer une orientation à la recherche et au développement dans ce domaine.

## Les Ateliers

**Atelier I :** Les infrastructures routières et ferroviaires.

**Atelier II :** L'environnement, les installations industrielles et les aménagements urbains.

**Atelier III :** Les aménagements hydriques et agricoles.

Président du Comité scientifique : **M. Oldache El Hadi** (INA)  
 Tél. 050 56 71 44 Fax. 021 52 27 29. E-mail : [oldachelhadi@hotmail.com](mailto:oldachelhadi@hotmail.com)

Comité scientifique	
M. Benmoussa Laid	(DGF)
M. Djahlat Brahim	(SNTF)
M. Djidjeli Zahir	(MTP)
Mme Medjkane Nabila	(HSE)
M. Haddouche Ali	(MDN)
M. Hamdi Aissa Belhadj	(UKM)
Mme Kasbadji Merzouk Nachida	(CDER)
M. Khelifa Abdelkader	(DGF)
M. Kriker Abdelouahed	(UKM)
M. Latrous Hamid	(ONM)
M. Makhlouf Laid	(INRF)
M. Medjahed Nouredine	(LTP)
M. Messen Nacer	(COMENA)
Mme Morsli Samia	(SNTF)
M. Mostefaoui Tewfik	(CRSTRA)
Mme Youcef Ettoumi Fatiha	(USTHB)
Comité d'organisation	
M. Assami Tarek	(CRSTRA)
M. Benaouda Med Lahbibe	(ONM)
M. Benmansour Slimane	(MEM)
M. Chaabna Ahmed	(UKM)
M. Chabi Med Fawzi	(Dr-Tr)
Mme Chalabi Khadidja	(CRSTRA)
M. Dokkar Ahmed	(Dr-Culture)
Mme Faci Hessnia	(MTP)
M. Farés Abdelhamid	(DSMV-Anvredet)
Melle Hanafi Asma	(CRSTRA)
M. Kebaili Mustapha	(UKM)
M. Kechida Nacer-El.Dinne	(Cons. Forêts)
M. Mourad Kaddour	(SNTF)
M. Touil Youcef	(UKM)
M. Yahia Abdelkader	(Dr-TP)

Editeurs scientifiques : *Fayçal Ababsa Smati & Lakhdari Fattoum*



## SOMMAIRE

## Avertissement

*Les objectifs de la Rencontre & Les Ateliers*

*Le Comité scientifique & Le Comité d'organisation*

## Préface

Les Conférences plénières

- 1 - Une nouvelle approche dans la lutte contre l'ensablement : Le Système d'Action Hydro-Eolien (S.A.H.E). **Oldache E.H.**
- 2 - Les procédés de lutte mécanique et biologique des formations éoliennes. [Résumé]. **Makhlouf L.**
- 3 - Implantation et exploitation d'un quantificateur multidirectionnel du sable en transit éolien à la station expérimentale de Benhar/W. Djelfa. **Messen N.**
- 4 - L'ensablement et la stratégie de lutte contre la désertification. **Kadik B.**

Les Ateliers

## Atelier I : Les infrastructures routières et ferroviaires

- 5 - La lutte contre l'ensablement : Bilan des activités DTP d'El Oued. [Résumé]. **Bekakra.**
- 6 - Protection des routes contre l'ensablement : cas des RN 53, de la RN 53A et de la RN 16. **Moudjahed N.**
- 7 - Contribution à la protection contre l'ensablement des routes sahariennes : Etude en modèle réduit physique des Drâas. [Résumé]. **Djeha L. & Bakri-Taïbi L.**
- 8 - Vent et transport de sable. [Résumé]. **Matari A.**

## Atelier II : L'environnement, les installations industrielles et les aménagements urbains

- 9 - Formation et migration des méga-dunes. **Ould-Kaddour F.**
- 10 - Atlas Eolien des zones semi-arides des hauts plateaux Algériens. **Kasbadji Merzouk N., Merzouk M. et Messen N.**
- 11 - Etude Spatiotemporelle des Evénements de Sable sur la région sud - est : Méthode de Suivi et de Prévion. **Fekih A., Talbi N. et Sadaoui B.**
- 12 - Contribution à l'étude de l'efficacité des techniques de lutte contre l'ensablement et des différents procédés de fixation des dunes réalisés dans le cordon dunaire d'El Mesrane/W. Djelfa. **Benderrah Z., Zannouch O.**
- 13 - Système d'épuration du sable en transit éolien dans une installation de ventilation d'une zone semi aride. **Boudaoud Y., Messen N.**

## Atelier III : Les aménagements hydriques et agricoles

- 14 - Les accumulations sableuses récentes et leurs incidences sur les sols et la végétation. **Gaouar A.**
- 15 - Effet de l'érosion éolienne sur la formation des sols alluviaux en milieu saharien : Cas de la dhayâ d'El Amied. **Djili B., Hamdi-Aissa B.**
- 16 - Méthodologie de cartographie & de suivi de l'ensablement par l'utilisation de l'imagerie spatiale. « Cas du bassin versant d'El Hodna - Algérie ». [Résumé] **Mostephaoui T. & Dif A.**
- 17 - Approche méthodologique pour la cartographie du « Couloir Dunaire » en vue de la lutte contre la désertification. Steppe centrale d'Algérie. **Tolba K. et Chouial A.**
- 18 - Contraintes rencontrées lors de la mise en œuvre des techniques de fixation des édifices sableux. **Zaidi C., Messen N., Nadji A.**

Les PostersLes Recommandations

## PREFACE

L'évolution des travaux de recherche dans le domaine de la quantification du sable en transit éolien et la lutte contre les problèmes d'ensablement a été le fait de scientifiques relativement peu nombreux mais très motivés, qui ont acquis des compétences simultanées dans plusieurs disciplines impliquées : physique, agronomie, écologie, météorologie, aménagement, génie civil, géomorphologie, pédologie, etc.

De ce fait, leur transfert ne s'effectue que difficilement sur le terrain et les résultats obtenus, devant l'ampleur du problème, sont à plusieurs raisons modestes et très localisés.

Peut-on parler de développement durable alors que, paradoxalement, le phénomène d'ensablement s'est manifesté dernièrement avec plus d'acuité, et bien que certains affirment qu'il y a bien une situation de cause à effet entre la pression démographique, l'installation des infrastructures modernes, les pratiques culturelles agressives et la recrudescence des phénomènes d'ensablement et de désertification ?

Les scientifiques impliqués dans l'organisation de la rencontre JESSE'07, espèrent contribuer utilement à l'examen rationnel et objectif des différentes stratégies de lutte contre les phénomènes d'ensablement. En ce rapprochant des opérateurs, ces scientifiques abattent les cloisons qui emprisonnent la Connaissance et empêchent l'accès à des idées, des informations et des compétences spécialisées.

Les relations qui se sont instaurées entre les différents partenaires des institutions et organismes nationaux au cours de ces journées vont se développer davantage à l'avenir, pour prendre en charge les préoccupations des opérateurs sur le terrain et orienter les populations vers des solutions aux problèmes des terroirs.

Louons et remercions les collègues désintéressés qui ont mis en route une œuvre aussi considérable. Qu'un succès complet couronne leur entreprise. Notre satisfaction sera certainement plus grande quand les recommandations de ces journées seront prises en charge, et que des réponses seront données à des questions qui se sont posées déjà depuis le séminaire international sur les techniques de fixation des dunes à Taghit en 2001, à savoir :

- ➔ Quels mécanismes fonctionnels pourrait-on envisager pour lutter contre l'avancée du sable ?
- ➔ Quels dispositifs institutionnels dans le cadre d'une coopération intersectorielle étroite, tant sur le plan technique, scientifique que financier, faudrait-il adopter pour contribuer à la lutte contre les phénomènes d'ensablement ?

MESSIEN Nacer Chercheur associé au CRSTRA

# Conférences Plénières

Intitulés	Auteurs
<i>Une nouvelle approche dans la lutte contre l'ensablement : Le Système d'Action Hydro-Eolien (SAHE)</i>	<b>Oldache E.H.</b>
<i>Les procédés de lutte mécanique et biologique des formations éoliennes</i>	<b>Makhlouf L.</b>
<i>Implantation et exploitation d'un quantificateur multidirectionnel du sable en transit éolien à la station expérimentale de Benhar/W. Djelfa</i>	<b>Messen N.</b>
<i>L'ensablement et la stratégie de lutte contre la désertification</i>	<b>Kadik B.</b>

**UNE NOUVELLE APPROCHE DANS LA LUTTE CONTRE  
L'ENSABLEMENT :  
Le Système d'Action Hydro-Eolien (S.A.H.E)**

**Oldache E.H.\***

*Résumé*

La lutte contre l'ensablement est indispensable avant la réalisation de tout projet de développement en zone aride et semi-aride.

Néanmoins, à ce jour, les actions de lutte contre l'ensablement se limitaient au lieu d'impact, sans s'intéresser à la source.

Ce qui fait que la lutte contre ce fléau était perpétuelle.

L'objet de cette étude est le résultat d'une thèse de doctorat que nous avons soutenu à l'Université de Reims/France et qui a abouti à démontrer que le phénomène des actions éoliennes détermine des aires sources des aires de transit et de dépôt.

A chaque aire des actions spécifiques doivent être menées pour assurer une meilleure efficacité à la lutte contre l'ensablement de manière quasi-définitive.

Le recours à l'imagerie satellitaire multi source est actuellement le moyen le plus efficace afin d'appréhender le phénomène et de pouvoir déterminer les différentes aires.

A cet effet, dans cette étude nous avons utilisé à l'échelle synoptique les Images METEOSAT, images qui nous donnent une vue d'ensemble, les images Landsat MSS et TM permettent d'expliquer le fonctionnement du phénomène à une échelle régionale, alors que les images SPOT et photographies aériennes permettent d'affiner la lecture à une échelle locale.

Enfin l'analyse microscopique (morphoscopie) nous donne des indications sur l'origine du stock éolien et le mode de transport qu'il avait subit.

Toutes ces informations nous ont permis de proposer des moyens de lutte adaptés à chaque cas.

---

\* INA, El-Harrach.

## Introduction

Une des entraves au développement des régions arides et semi-arides est le fléau de l'ensablement et des vents de sable.

La lutte contre l'ensablement constitue l'une des actions majeures au niveau de ces régions. A cet effet, les habitants des oasis mènent une lutte perpétuelle contre ce phénomène.

Pour pallier au problème d'ensablement, les actions qui sont menés à ce jour ne se font qu'au niveau du lieu d'impact, ou plus particulièrement les sites socio-économiques touchés, car en raison de l'ampleur du phénomène, il n'est pas possible de mener une lutte systématique.

Le travail que nous avons mené et qui a aboutit à une soutenance de thèse de Doctorat à l'Université de Reims, a porté sur la dynamique éolienne en ayant recours aux techniques modernes de l'étude de la surface de la terre : le satellite, qui par son aperçu synoptique, sa répétitivité et les différentes échelles de perception qu'il procure, permet une nouvelle approche du phénomène éolien. A ce sujet de nombreuses études ayant recours à cet outil ont été menées à travers le monde.

En utilisant cet outil, l'un d'entre nous (*M. Mainguet, 1992*), a émis le concept de Système Global d'action Eolienne : le SGAE, qui explique la répartition des *Erg* et autres accumulations dunaires dans les territoires désertiques.

Les observations sur les images satellites, ainsi que sur les photographies aériennes ne permet pas d'appréhender le dynamisme et le processus global du fonctionnement des ergs, tout au moins à petite échelle couramment utilisée.

Le vent est-il le seul moyen de transport de sable ?

Si beaucoup d'auteurs privilégient ce moyen de circulation, d'autres, par contre accordent une importance primordiale à l'eau, en raison de sa compétence plus élevée dans le transport des matériaux.

Quelle est la part de chacun de ces deux agents dans le transport des sédiments ?

A partir de ce concept, cet auteur définit des aires sources, qui peuvent être les Ergs eux-mêmes et des aires de dépôts.

Dans cette communication nous essayerons de montrer comment intervient celui-ci, ce qui nous permettra d'élargir le concept formulé par ce que nous avons appelé le Système d'Action Hydro-Eolien (SAHE) (*Oldache E.H., 2002*), et qui permet d'expliquer la dynamique, ainsi que tout le processus de formation des accumulations sableuses.

En deuxième lieu et en accord avec le concept énoncé, nous proposerons les actions à mener.

## 1. Le Système d'Action Hydro-Eolienne (SAHE)

Dès 1943, Capot-Rey signale la relation qui existerait entre les ergs et les oueds de la *hamada*.

En effet, les différents oueds de la région, en raison de la quantité considérable de particules détritiques qui s'y accumulent, et en raison de leur écoulement torrentiel, en relation même avec leur périodicité, même si leur écoulement est spasmodique, constituent des sources d'approvisionnement non négligeables en produits éolisables.

Durant la période estivale, lors de l'assèchement des oueds, il y a une reprise des particules qui rentrent dans la compétence du vent qui les remanie sur une distance plus ou moins grande, selon les dimensions de celle-ci et en fonction de sa vitesse propre.

L'analyse des Images Satellites permet de déceler la relation entre le réseau hydrographique et l'accumulation sableuse.

Pour ce faire nous avons eu recours à différents niveaux de perception, à commencer par :

- ✓ L'image Meteosat, dont la résolution spatiale est certes faible, mais qui permet d'avoir une vue synoptique à l'échelle continentale.
- ✓ A l'échelle régionale l'image LANDSAT a été utilisée.
- ✓ Mais ce sont les images SPOT, ou les photographies aériennes qui permettent de déceler les objets avec une plus grande précision et qui permettent de déterminer le système d'action hydro-éolienne (SAHE), qui nous permet d'appréhender la source, ou plutôt les sources d'origine du sable.

Ce qui rendra certainement la lutte plus efficace.

A la lumière des techniques modernes, télédétection à différentes échelles, photographie aérienne et analyse du grain de sable au microscope optique, nous avons pu déterminer :

- Les **aires sources**.
- Les **zones de transit**.
- Et les **aires de dépôt**.

Les actions de lutte à mener doivent être spécifiques au niveau de chacun de ces sites.

### 1.1 Les Aires sources

*Coudé-Gaussen, Rognon & Toureng* (1984), considèrent l'Erg Oriental comme étant la source des matériaux éoliens au sud de la

Tunisie, alors que pour *Ballais* et *Balland* (1983), *Ballais* (1984, 1986, 1994), et *Balais & Ben Ouezouz* (1992), ce sont les chotts algéro-tunisiens qui en sont la source.

Les différentes images satellitaires que nous avons observées, les photographies aériennes, ainsi que l'étude morphoscopique, confirment que les différents Chotts algéro-tunisiens en sont la source.

L'Erg Oriental serait plutôt une aire de dépôt comme nous allons le voir plus loin.

Deux sources principales de sable sont à considérer :

Les dépressions fermées ainsi que les cours d'eau asséchés, que nous considérons comme étant les sources primaires et les nappes alluviales ainsi que les dunes de sables qui étaient fixées et qui sont redynamisées.

### **1.1.1 Les aires sources primaires**

Le sable dunaire a pour origine la désagrégation des roches gréseuses et autres qui, sous l'effet des agents érosifs naturels, s'effrite selon les actions décrites par les géomorphologues : cryoclastie, thermoclastie, bioclastie.

Les particules ainsi désagrégées s'accumulent en bas du torrent ; l'eau les prendra en charge et les drainera au vers des dépressions endoréiques ; le vent, qui est un agent d'érosion secondaire, triera par la suite les particules selon leur dimension.

Ce sont ces dépressions qui constituent les aires sources primaires du matériau éolien.

En effet, c'est au niveau des dépressions endoréiques et des cours d'eau que s'accumulent les matériaux charriés par les cours d'eau en crue.

Durant la période sèche, les vents efficaces remanient le sable qui sera entraîné selon les trois modes de transport connus : saltation pour les matériaux, suspension et reptation.

Les innombrables oueds, en s'asséchant durant la période estivale, constituent une source non négligeable de matériaux éolisables. Néanmoins la plus grande quantité de matériaux s'est accumulée durant les différentes périodes géologiques liées aux régressions et aux transgressions marines.

L'indigence des pluies dans ces régions n'exclue tout de même pas leur manifestation : elles sont plutôt réputées pour leur sporadicité, et leur violence ; de plus, la sécheresse du sol, pendant de nombreux mois

de l'année, les rend ainsi très sensibles à la fois à l'érosion hydrique et éolienne.

L'aspect aride des régions désertiques fait souvent reléguer en arrière plan toute idée de façonnement hydrique de ces paysages.

Néanmoins l'intervention de l'eau se manifeste au moins par deux aspects importants :

⇒ L'observation d'une partie de l'image NOAA (Encarta 1997), en raison de son échelle nettement plus grande que METEOSAT, tout en conservant la vue synoptique, permet de confirmer la relation existante entre flux hydrique et flux éolien.

Les images LANDSAT (1/200000 environ) révèlent la forme en cuvette de la plaine des *Zahrez*.

Les fonds topographiques par la différence d'altitude, donnaient déjà cet aperçu, néanmoins celle-ci est plus apparente sur Image satellite.

⇒ L'observation attentive sur image LANDSAT, ainsi que l'analyse des cartes topographiques suggèrent que ces dépressions fermées, constituées par les deux *Zahrez*, *Chott Chergui* et *Chott El Hodna*, sont des reliques d'une ancienne mer intérieure, ou tout au moins d'un immense lac, actuellement partiellement desséché.

En effet, la situation géographique des deux *Zahrez*, ainsi que celle du *Chott El Hodna*, suggèrent qu'à une époque géologique relativement récente, ceux-ci étaient reliés et constituaient un immense lac ; c'est l'aridification du climat qui aurait entraîné progressivement leur dessèchement, ayant abouti à la séparation de ces trois points d'eau.

Les *Sebkh*a, improprement appelées *Chott El Gharbi* et *Chott Ec Chergui*, ainsi que les *Zahrez*, marquent les parties basses des principales dépressions fermées et drainent la plus grande partie du ruissellement du Bassin versant considéré (*Durant*, 1988).

De même, au sud de l'Atlas saharien, de Ain Guettara, dont l'altitude moyenne est de : 762 m sur le plateau du *Tademait*, à *Chott Melghir*, dont l'altitude est de : - 31 m, la dénivelée est de : 793 m.

### 1.1.2 Les aires sources secondaires

Les plaines alluviales et les dunes fixées, peuvent constituer une source d'approvisionnement en sable, une fois la couverture végétale



disparue, sous l'effet du surpâturage et de l'éradication des espèces ligneuses.

### **a) Les plaines alluviales**

Les plaines des régions steppiques sont probablement le fond d'anciennes cuvettes qui ont été desséchées suite à des changements climatiques d'ordre géologique, ou d'anciennes accumulations sableuses : une végétation steppique s'est installée par la suite et a permis la fixation du sable la stabilisation des dunes.

De nos jours, sous l'action humaine, le surpâturage et le défrichement redynamisent ce sable et transforment ces sites en des **aires sources**.

En Algérie, les hautes plaines constituent le prolongement vers l'est de la plaine de *Taoulet*.

Elles forment une gouttière orientée OSO - ENE, dont le fond est d'environ à : 1000 m, à la frontière marocaine et, à : 400 m dans la zone du *Hodna*.

### **b) Les dunes paraboliques**

Les dunes paraboliques seraient d'anciennes dunes barkhaniques ou autres (*Mc Kee* et *Bigarella*, 1979 ; *Mainguet*, 1983a ; *Lankaster*, 1994) et qui ont été fixées par la végétation et un paléosol.

Actuellement, elles sont redynamisées par endroit, suite à la destruction de la végétation qui les protégeait et au piétinement.

Le surpâturage ayant entraîné la disparition de la couverture végétale est la cause de la redynamisation du sable à ce niveau.

Bien qu'il apparaisse déjà sur les photographies LANDSAT, en particulier (TM), cet ensemble dunaire est mieux appréhendé avec les Images Spot, ainsi que sur photographies aériennes.

Sa position plus au sud par rapport aux barkhanes, s'explique par le fait que les différentes Sebkhass - *Chott Ec Chergui*, les deux *Zahrez* et le *Hodna* avaient une surface inondable beaucoup plus importante que de nos jours.

Des études plus poussées du fonctionnement et de la dynamique de ces dépressions fermées sont nécessaires.

## **1.2 Les aires de transit**

Nous avons appelé zones de transit les endroits où il y a passage de sable sans qu'il n'y ait accumulation.

Trois types d'aires de transit sont à distinguer :

- ✓ les voiles sableux,
- ✓ les plateaux rocaillieux et,
- ✓ les couloirs orographiques étroits

Le premier type d'aire de transit que sont les voiles sableux, constitue à la fois des aires de tri et de transit.

En effet au nord des ergs occidentaux (E. Occidental, E. *Chech*, E. *Raoui*, E. *Atchane*), il y a une remontée de sable, et elle est canalisée entre les massifs montagneux de l'Atlas saharien au sud, et un chapelet de sebkhas au nord, et constitue le "cordon dunaire" qui est la courroie de transmission entre ces ergs et l'Erg Oriental.

#### **a) Voiles sableux**

Nous considérons les sites de voiles sableux comme zones de transit, car les matériaux remaniés par le vent sont emportés plus loin et iront s'accumuler sous forme dunaire ; la fraction fine par contre alimentera les vents de poussières qui enrichiront les sols loessiques.

Différents auteurs indiquent, comme nous l'avons soulevé, que les voiles sableux constituent une forme dynamique.

L'observation des images satellites et des photographies aériennes montre que les conditions orographiques particulières ne permettent pas une accumulation sous forme dunaire ; néanmoins dans d'autres endroits très venteux, des dunes barkhaniques apparaissent sur des surfaces complètement dégagées.

L'absence même de relief de ces édifices ne permet pas de distinguer le sens de leur déplacement.

Les voiles sableux semblent constituer une forme dynamique. L'absence d'obstacles orographiques (surface plane étendue) ne permet pas une accumulation sous forme dunaire.

C'est ce qu'affirment plusieurs auteurs qui ont traité ce sujet.

L'analyse des résultats de l'étude morphoscopique, l'analyse granulométrique, ainsi que l'étude morphoscopique permettent de le confirmer.

#### **b) Les couloirs orographiques**

En raison de l'effet « *Venturi* », les courants éoliens sont accélérés au niveau des étroits couloirs orographiques.

Ce qui ne permet pas d'éventuelles accumulations sableuses, au delà de ces couloirs et une fois qu'il y a décélération : le sable s'accumule.

C'est au niveau de ces sites que la probabilité de vent de sable et la plus propice, en raison de l'effet tourbillonnaire causé par des vents fréquents et des vents forts.

De plus c'est à ce niveau que des accumulations dunaires, sous forme de « *sif* », ont le plus de chance de se former, en raison toujours de la présence de deux vents efficaces.

### ***c) les plateaux rocailloux***

Les plateaux rocailloux, ne permettent pas d'accumulation sableuse, en raison de la nature des vents assez forts au niveau de ces sites qui les entraîneront plus loin.

Au niveau du plateau de *Tademaït*, par exemple, le sable ne s'accumule pas en raison de la nature rocailleuse du substrat.

Il constitue ce que nous appelons une « Zone de Transit » ; et c'est à notre avis ce site qui constitue le lien entre le Grand Erg Oriental et le Grand Erg Occidental.

## **1.3 Les aires de dépôt**

L'observation des Images METEOSAT, donnant un aperçu à l'échelle synoptique, révèlent que pratiquement à toutes les aires d'accumulation sableuses plus ou moins importantes vient se juxtaposer un réseau hydrographique actif ou fossile.

Nous essayerons de cerner avec plus de précision cet aspect à partir de documents photographiques plus précis : MSS, SPOT et photographies aériennes.

Cette première approche permet de distinguer des sites d'accumulation relative.

Les ergs qui apparaissent sous forme de tâches de forte réflectance au centre, et plutôt grisâtre en périphérie.

*Mainguet* et *Jaqueminet* (1984) parlent de bilan sédimentaire excédentaire, car l'apport est supérieur au stock de départ.

Pour notre cas au niveau de ces sites, c'est toute la zone sud occidentale, constituée par le Grand Erg Occidental et l'Erg Chech, bien que le bilan sédimentaire soit globalement positif au centre, comme l'a montré *Mainguet* (1983, 1992, 1994), les périphéries dont la réflectance est moindre sont caractérisées par des départs de sable ; la direction de départ à partir de ces ergs est à la fois du sud-ouest vers le nord-est au niveau de la partie septentrionale et du nord est vers le sud ouest dans la partie méridionale, alimentant ainsi les ergs mauritaniens.

### 1.3.1 Formes d'accumulation actuelles

Le « cordon dunaire » n'est pas un ensemble de dunes longitudinales comme son nom pourrait le suggérer. Il est formé de différents édifices : dunes barkhaniques, *siouf* et voiles sableux.

L'observation des images SPOT et des photographies aériennes permet de déceler plusieurs types d'accumulations sableuses majeures :

Les *barkhanes* et les *siouf* dans la partie nord du cordon.

Plus au Nord, les dunes barkhaniques et les voiles sableux constituent actuellement les principales formes d'accumulation.

Ce dernier type de sédiment était considéré comme une forme très dynamique.

Qu'en est-il exactement ?

L'orientation d'ensemble de ces dunes est SO - NE.

En amont des ouvertures orographiques (aire de transit) la convergence de deux courants éoliens, un courant dominant de direction SO - NE et un autre courant de direction S - N, le bras gauche des barkhanes s'allonge pour donner des barkhanes senestres SO-NE qui évolueront par la suite en *Siouf*.

#### a) Les *Barkhanes*

Les barkhanes, une des formes les plus dynamiques, seraient à la fois des aires d'accumulation et des moyens de transport de sable.

Les nombreux auteurs qui ont étudié la morphodynamique des dunes l'attribuent à l'existence de vents monodirectionnels ; les bras de la barkhane s'allongeant dans le sens du vent (*Capot-Rey, 1948 ; Bagnold, 1941, 1971 ; Mainguet, 1983 ; Lankaster, 1994 ; Lankaster et Nickling, 1994*).

Leurs dimensions varient entre 12 et 16 m d'envergure, sur 8 à 10 m de large et 6 à 8 m de haut.

Leur orientation est du sud-ouest vers le nord-est.

La conjonction d'un deuxième vent perpendiculaire au premier entraîne l'allongement d'un des deux bras de la barkhane qui évolue par la suite en *sif*.

#### b) Les *Siouf*

Les *siouf* (pluriel de *sif*) sont des dunes allongées. Elles se forment par l'élongation du bras d'une barkhane, sous l'influence d'un vent perpendiculaire au vent dominant.

On les observe au niveau des ouvertures orographiques qui permettent l'engouffrement des courants éoliens méridionaux ; ces vents se juxtaposant au vent dominant du sud-ouest, favorisent ainsi la formation de tourbillons, qui sont à l'origine des vents de sable.

### **1.3.2 Dynamique actuelle du cordon dunaire**

La migration du sable au niveau de ce cordon se fait globalement dans le sens sud-ouest vers le nord-est, au niveau du *Chott El Hodna*.

Les massifs montagneux de *Djebel Maadid* et ceux des *Aurès* constituent un obstacle.

Les courants éoliens seront déviés alors vers le sud-est en deux branches nettement distinctes :

⇒ l'une contournant les chotts *Melghir* et *El Djérid* par leur rive nord iront déposer les matériaux sableux transportés au niveau de l'erg oriental en territoire tunisien ;

⇒ la deuxième branche est déviée vers une direction carrément méridionale traverse la ville de Biskra et rejoindra l'*Erg Oriental* dans la région d'*El Oued*, les sables transportés s'accumulent au niveau de l'*Erg Oriental*.

Les vents des Alizés (Est) venant du golfe de Gabès reprennent le remaniement des matériaux sableux et contournant les massifs sud atlasique, les monts des *Ouled Naïl* et *Djebel Amour*, iront rejoindre les *Erg Occidentaux*.

Les contreforts des massifs marocains feront dévier ces courants éoliens vers le nord-est. Au nord de la ville de *Béchar*, un couloir orographique entre le *Haut* et le *Moyen Atlas*, permet à un courant océanique d'être canalisé et qui donne au courant éolien une résultante sud-ouest vers le nord-est.

Pour ce qui est de l'accumulation sableuse au niveau des ergs, la quantité considérable de sable milite en faveur d'un phénomène plurimillénaire.

Une bonne partie du matériau proviendrait des accumulations au fond d'une mer intérieure ou de grands lacs qui auraient dû exister durant les périodes plus humides.

Après son ou leur dessèchement, le vent a pris le relais pour remanier localement, ou à plus grande échelle, les matériaux ainsi accumulés.

Les poussières sont prises en charge par les vents ascendants, liés à la différence de température entre le sol et la température de l'air, entraînant des mouvements d'advection, qui seraient à l'origine de la formation des nuages (*Belkadi, 1979*).

## 2 Lutte contre l'ensablement

Les actions à mener en matière de lutte contre l'ensablement de lutte contre la désertification en général, doivent tenir compte du statut et de la dynamique de chacun des sites concernés.

### 2.1. Au niveau des aires sources

A proximité des aires sources les objectifs visés doivent empêcher, ou tout au moins limiter le départ des éléments fins.

Au niveau des aires sources, une simple mise en défens permettra de les stabiliser. Le développement d'une végétation naturelle permettra de fixer les sables.

Signalons que ces dunes étaient fixées par la végétation naturelle. Ce sont les riverains qui, en défrichant et par un surpâturage forcé, ont entraîné la redynamisation du sable des dunes qui étaient auparavant fixées.

*Rognon (1989)*, signale à ce propos, que le déplacement des limites des déserts n'est pas lié aux seules variations climatiques, c'est-à-dire : l'aridité naturelle, les dégradations dues aux activités humaines jouent un rôle certain dans la définition des limites du désert.

En effet, nous pouvons constater de nos jours mêmes, que lors des périodes humides, l'homme empiète sur les terrains occupés par la végétation naturelle, pour étendre ses cultures.

D'autre part les périodes fastes permettent un agrandissement du cheptel. Il faut dire que quelque fois, même en période de disette, un cheptel en nombre pléthorique est maintenu sur pied dans les régions touchées par la sécheresse et cela par un apport en fourrage ou en aliments concentrés.

Ce qui aura pour effet d'augmenter la charge pendant la période de reprise de la végétation.

La redynamisation des dunes fixées par la végétation et par un paléosol est à l'origine de la manifestation de dunes paraboliques, témoins de cette action anthropique.

### 2. 2 Au niveau des aires de transit

Si au niveau des voiles sableux, il est possible d'installer des brise-vent dont l'objectif est de maintenir les matériaux sur place, et de tarir ainsi, une des sources qui va alimenter les dunes sableuse, sur les plateaux rocailloux par contre aucune action n'est à envisager.

### 2.3 Au niveau des aires d'accumulation

Au niveau des dunes de sable, la principale opération à mener, c'est la fixation de ces édifices ; néanmoins le type de fixation à entreprendre doit dépendre de la dynamique, donc de la forme de dune.

#### Conclusion

L'analyse des images satellite et des photographies aériennes de la région des *Zahrez*, ainsi que celles des Ergs occidentaux et de l'Erg Oriental permettent d'appréhender l'organisation des géosystèmes selon différents niveaux de perception :

1°) Au niveau synoptique, les images METEOSAT montrent la relation qui existerait entre les différents ergs et cela à une échelle continentale.

2°) Les images LANDSAT mettent en lumière la relation entre ergs-couloirs éoliens-"cordon dunaire"-cours d'eau.

3°) A une échelle plus locale, les images SPOT ainsi que les photographies aériennes donnent des détails de morphologie des dunes, ainsi que leur dynamique (surtout pour les barkhanes).

Les résultats de ces observations nous permettent de définir ce que nous avons appelé : Un système d'action hydro-éolien : **SAHE**.

Enfin la lutte que nous avons préconisé contre l'ensablement en particulier et la lutte contre la désertification en général, doivent tenir compte à la fois de la dynamique éolienne, et avoir lieu dans différents sites (aire source, aire de transit ou aire d'accumulation). Dans tous les cas une action spécifique doit être menée.

## LES PROCÉDES DE LUTTE MÉCANIQUE ET BIOLOGIQUE DES FORMATIONS ÉOLIENNES

**Makhlouf L.\***

### *Résumé*

Edifié au cours du Quaternaire, le cordon dunaire se présente comme un élément topographique majeur au niveau du bassin versant des *Zahrez* (*Gharbi* et *Chergui/Djelfa*) et constitue une menace quasi permanente pour le développement durable des espaces steppiques.

Sous l'effet de la dynamique éolienne, les sables libres colonisent les zones limitrophes (terres de culture, de parcours et infrastructures socio-économiques).

Considérées comme l'une des manifestations les plus visibles de la désertification, les dunes, par leur vulnérabilité et leur mobilité, engendrent des répercussions économiques et sociales considérables.

En matière de moyens de lutte, l'INRF a focalisé ses travaux de recherche sur les techniques de stabilisation des accumulations sableuses en y testant plusieurs procédés de lutte (mécanique et biologique), sur les dunes du cordon dunaire d'*El Mesrane*.

Les principaux résultats de recherche acquis durant plus de 10 ans peuvent servir de modèle pour les futurs projets de fixations des dunes continentales et maritimes.

**Mots clés :** *Djelfa, Cordon dunaire, Désertification, Dunes, Fixation mécanique, Fixation biologique, Sable, Zahrez.*

---

\* MR, chercheur à l'INRF.



**IMPLANTATION ET EXPLOITATION D'UN QUANTIFICATEUR  
MULTIDIRECTIONNEL DU SABLE EN TRANSIT EOLIEN A LA  
STATION EXPERIMENTALE DE *BENHAR/W. DJELFA***

**Messen N.\***

***Résumé***

L'étude dynamique des vents de sable est une donnée naturelle indispensable pour corriger toute erreur d'observation sur le terrain et pour bien orienter tous travaux de lutte contre l'ensablement.

A ce jour, cette étude se heurte à une sérieuse difficulté, provenant d'une absence de station de quantification du sable en transit éolien.

Ceci est dû au fait que les orientations de l'Organisme Mondial de la Météorologie (OMM) ne prennent pas en considération ce paramètre dans son réseau conventionnel [1].

On se propose de présenter un quantificateur dont la conception et l'étude ont été assurées en collaboration avec le bureau d'étude du CRNB/*Birine* et réalisé par les ateliers de Poval/*Berouaghia*.

Afin que les résultats de mesure obtenus par cet instrument puissent s'appliquer d'une manière générale à toutes les disciplines qui prennent en charge les programmes de lutte contre l'ensablement, une description de son installation et de son exploitation fait l'objet de notre présentation.

***Mots clés :*** *Quantificateur, Exploitation, Dynamiques des vents, Programmes, Ensablement.*

---

\* Centre de Recherche Nucléaire de Birine, Chercheur associé au CRSTRA. E-mail : [n\\_messen@hotmail.com](mailto:n_messen@hotmail.com).

## 1. Présentation du quantificateur modèle algérien : le Qumusate

Le mélange d'air et de poussière pénètre par un orifice d'admission fixe.

Le couvercle solidaire au gouvernail ne laisse le sable pénétrer que par les ouvertures face au vent.

Dans le corps du piège à sable, un dépôt des particules s'effectue dans l'un des tiroirs correspondant aux différents secteurs géographiques (voir fig. 1).

Une cheminée d'évacuation fixée dans le corps du piège à sable est destinée à limiter la perte en particules par effet de gravité.

## 2. Implantation du quantificateur des vents de sable

La quantification des vents de sable doit, pour être valable, se trouver en tous points comparables entre eux.

Il importe donc que l'implantation et l'exploitation des appareils soit soumises à quelques règles communes [2, 3].

Le choix du site de l'implantation du quantificateur associé à un ensemble anémométrique, est fait en général en terrain découvert, représentatif de la zone de transport ou de dépôt de sable.

### Figure 1 -Quantificateur des vents de sable modèle algérien : Le Qumusate

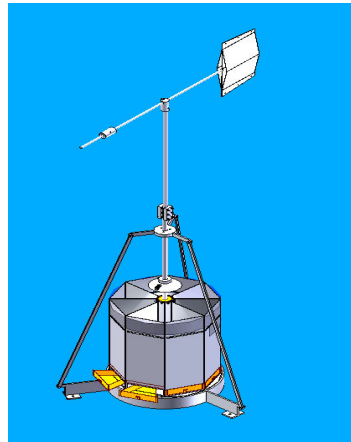
Un terrain découvert est défini comme étant un terrain où la distance entre l'appareil et tout obstacle est au moins égale à 10 fois la hauteur de cet obstacle.

La surface de dégagement doit être limitée à un rayon de 300 m [4].

Dans le choix du lieu d'implantation, l'accessibilité est à prendre en considération du fait des prélèvements périodiques des échantillons.

Au cours de l'opération d'installation du quantificateur, il faut s'assurer que :

- Les axes des ouvertures du dispositif sont bien orientés selon les différents secteurs géographiques.
- La plate forme en dalle en béton pour fixer le dispositif ne forme pas un obstacle pour l'écoulement de l'air.



### 3. Exploitation du quantificateur des vents de sable

L'exploitation du quantificateur ne nécessite ni alimentation électrique ni consommable.

C'est un appareil robuste, bien adapté aux conditions d'exploitation dans une zone aride.

Dans le cas d'un réseau spécifique, après une tempête de sable, on relève la quantité de sable contenue dans chaque godet ou tiroir.

Dans le cas d'un réseau conventionnel, on effectue des prélèvements mensuels, chaque dernier jour du mois.

Les prélèvements s'effectuent à l'aide d'un pinceau assez fin dans une boîte sur laquelle est indiqué le secteur géographique correspondant (fig. 2).

Cette opération doit s'effectuer à l'abri du vent qui risque d'emporter les grains de sable collectés.

**Figure 2 Prélèvement des échantillons**



On doit noter que dans les deux cas (réseau conventionnel ou spécifique) [5] :

→ On détermine la quantité (poids) de sable interceptée à la hauteur de l'orifice.

Cette quantité sera exprimée en  $g/cm^2$ .

Elle représente approximativement 20 % du flux total des grains de sable sur toute la hauteur au point d'observation.

→ On effectue les analyses physico-chimiques des grains de sable interceptés.

#### 4. L'observation des données météorologiques

Les données météorologiques doivent être enregistrées sur un support magnétique par une station automatique.

La description de l'ensemble anémométrique [7, 8] est résumée sur le tableau 1.

La collecte, la mise en forme et l'analyse des mesures effectuées par le quantificateur et l'ensemble anémométrique doit conduire à déterminer :

- Le régime saisonnier des vents efficaces.
- La distribution sectorielle des vents efficaces.
- La collecte sectorielle des grains de sable.
- La collecte mensuelle et annuelle des grains de sable.
- La répartition granulométrique et la définition morphoscopique des grains de sable.

**Tableau 1- Mesures anémométriques**

Capteurs	Paramètres enregistrés	Gamme de mesure	Résolution	Unité
Girouette	Direction moyenne sur 10 mn	18 directions en dizaines de degrés pairs de la rose de 36	10	Degrés
Anémomètre	→ Vitesse moyenne du vent sur 10 mn	- 0 à 60 m/s	1	m/s
	→ Vitesse maximal du vent pendant 6 mn	- 0 à 60 m/s	1	m/s

#### 5. L'analyse granulométrique

La répartition des dimensions des grains est celle établie par **Atterberg** et qui est adoptée par l'Association Internationale pour l'Etude du Sol (Tableau 2.)

**Tableau 2 Répartition d'Atterberg**

Diamètre des particules	Nom
$X < 0.002$	Argile
$0.002 < X < 0.02$	Limon
$0.02 < X < 0.2$	Sable fin
$0.2 < X < 2$	Sable grossier
$2 < X < 20$	Gravier

Découvrir les particularités de chaque grain de sable : la forme, la taille et le type, peuvent nous en dire long sur l'évolution de ces particules.

La granulométrie d'un sédiment renseigne évidemment sur la nature et la vitesse de l'agent de transport, par l'intermédiaire de la loi de *Stokes*.

Il faut cependant tenir compte d'un élément important : le stock sédimentaire disponible à la source.

Pour prendre un exemple, on pourrait observer un dépôt de sable très bien trié, dû non pas aux caractéristiques de l'agent de transport, mais tout simplement au fait que c'était le seul matériau disponible dans le bassin de sédimentation.

On peut donc dire que quelle que soit la compétence des courants (leur capacité de transport), ils ne pourront pas véhiculer de grains plus grossiers que ceux disponibles à la source.

D'autres facteurs que la granulométrie conditionnent le transport et le dépôt des grains : la densité (quartz par rapport aux minéraux lourds, par exemple) et la forme des grains (sphériques, anguleux, allongés ..., souvent directement liée à la minéralogie) ont une influence déterminante.

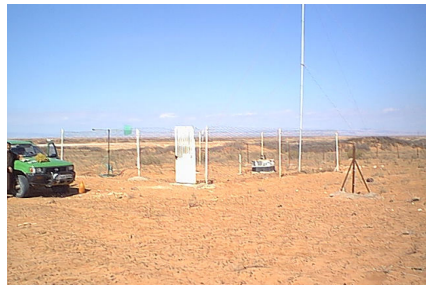
Dans la plus part des cas l'analyse morphoscopique vient compléter l'analyse granulométrique.

On peut étudier la forme des grains en envisageant le degré de sphéricité, le degré d'émoissé, ainsi que l'aspect des surfaces : grains impressionnés, grains non usés, ronds mats, émoissés luisants, etc.

Ces études cherchent à préciser la nature de l'agent de transport.

Il faut cependant faire la part des caractères déjà acquis par des grains qui peuvent être recyclés plusieurs fois [9].

La connaissance de l'ensemble de ces éléments complétée par l'étude de la dynamique des vents de sable, permet d'entreprendre des actions de lutte contre l'ensablement par des actions préventives et des actions curatives.



## Conclusion

En général, des données de bonne qualité ne sont pas nécessairement d'excellentes données.

Mais il faut absolument que leur qualité soit connue et qu'on puisse en faire la démonstration.

C'est au cours de l'implantation et de l'exploitation du quantificateur multidirectionnel du sable en transit éolien (le QUMUSATE) que la démonstration de cette qualité a pu être évaluée positivement.

## Références

1. **OMM** (1981) : « Manuel du système mondial d'observation, volume1- Aspects mondiaux ». OMM N° 544 – Genève.
2. **OMM** (1994) : « Rapport N° 57 de la série consacrée aux instruments et aux méthodes d'observations ». OMM/TD - N° 588- Genève.
3. **OMM** (1989) : « Guide du système mondial d'observations ». OMM n° 488 Genève.
4. **Hammouche R.** (1992) : « Atlas vent de l'Algérie ». 150 p.
5. **Leduc R.** (1998) : « Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique ». Ministère de l'environnement et de la faune - Québec.
6. **Messen N., Kasbadji Merzouk N., Zaidi C., et Brague A.** (2002) : « Contribution à l'étude du vent en rapport avec l'érosion éolienne dans les zones arides ». Rapport final du PNR N° 03/02/05/01/05/97 – CRSTRA. Biskra, Algérie, 110 p.
7. **C.T.M.** (1977) : « Notice relative à l'implantation et à l'aménagement des parcs météorologiques et aux règles d'implantation des instruments ». Document Technique - Météo France.
8. **Le Sourne M.** (1971) : « Système d'acquisition de données et de retraitement géré par un petit ordinateur ». Thèse Doctorat. Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble/France.
9. **Lévêque P. Ch.** (1983) : « Ecologie appliquée en génie civil, au génie nucléaire et à l'environnement ». Tome -1- Edition Toc. Et Doc. Lavoisier – 993 p.

**L'ENSABLEMENT  
ET LA  
STRATEGIE DE LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION**

**Kadik B.\***

**Problématique**

Si on assiste depuis ces dernières décennies à une accentuation de la dégradation des zones naturelles, à l'intensification du processus d'érosion et de désertification, à la perte des espèces animales et végétales et à l'appauvrissement de la biodiversité, ceci ne va pas sans une répercussion négative sur la production des biens et des services et sur les conditions de vie des populations.

- ⇒ Les systèmes de production sont affectés par la baisse de fertilité des sols et leur rétrécissement, dus à l'exploitation intensive et à l'utilisation excessive et inadaptée d'engrais minéraux et de pesticides.
- ⇒ La diminution des ressources hydriques et leur contamination, associée à l'accumulation des sels dans le sol par insuffisance ou absence de réseaux de drainage et de mauvaises techniques d'irrigation.
- ⇒ La diversité biologique, qui inclue la diversité génétique, est menacée tout particulièrement dans les régions arides ou semi-arides, déjà naturellement sensibles, ou dans les régions à forte démographie, où la pression humaine et les considérations (attentes) sociales (besoins effectifs) sont peu intégrées aux préoccupations environnementales.
- ⇒ Le recours à des variétés obtenues par manipulation génétique et à des espèces animales dites de haute performance, a contribué à l'abandon des patrimoines biologiques locaux mieux adaptés.

Parallèlement les contraintes du milieu physique et socio-économique ont aggravé ce processus d'appauvrissement de la diversité biologique et de rétrécissement de la diversité génétique.

---

\* *Expert, Consultant CRSTRA.*

## Le milieu naturel steppique

Sur les 28 millions d'hectares que comprend la steppe, y compris les zones steppiques présahariennes,

- 15 millions peuvent être considérés comme palatables,
- il faut compter 1,5 millions de terres cultivées,
- 1,4 millions d'ha de terres forestières ou à vocation forestière,
- 2,5 millions d'hectares de terres improductives constituées par les formations sableuses, les zones salées, les terres nues dégradées notamment les roches nues.

### → Formation à alfa (*Stipa tenacissima*)

L'étendue de ce type de végétation n'a pas cessé de se rétrécir face au surpâturage, à l'exploitation anarchique, sans possibilité de renouvellement pour l'industrie, et à l'extension des cultures amplifiée par la sécheresse, si bien qu'il est difficile de trouver aujourd'hui des nappes d'alfa en bon état.

### → Formation à armoise blanche (*Artemisia herba alba*)

En année particulièrement sèche, l'armoise est surpâturée.

Les espèces qui l'accompagnent sont entre autre : *Helianthemum lipii*, *Stipa parviflora*, *Noea mucronata*, *Atractylis serratuloides*, et de nombreuses annuelles et herbacées constituées essentiellement de : *Paronichia argentea*, *Plantago albicans*, *Adonis dentata*, *Salvia verbanaca*, *Eruca sativa*, etc.

La production en année favorable avoisine les 100 UF par hectare.

### → Formation à *Lygeum spartum*

Ce type de groupements se présente souvent sous forme de nappe dense et se distribue en îlots sur la presque totalité des zones basses, en fonction de l'importance de l'ensablement, des sols dégradés et maigres où le miopliocène affleure.

### → Formation à *Aristida pungens*

Cette formation est localisée essentiellement dans les sites récemment ensablés.



## Le milieu aride et saharien

### ⇒ La végétation

Les éléments géomorphologiques et géographiques (*hamada, reg, erg, gara, djebel*) se traduisent en fait par une entière parenté avec le type de végétation ayant un lien étroit avec la géologie, la topographie, les réserves hydriques, le sol.

Dans les zones qui nous intéressent, on rencontre les formations suivantes :

#### → *Les tamariciaies*

Les tamariciaies sont localisées le long des lits d'oueds, où elles sont alimentées régulièrement en eau.

C'est une formation qu'on pourrait qualifier de forêts galeries sur des alluvions sableuses et sablo-limoneuses qui conserve l'humidité.

Le Tamarix constitue l'essence de fond : il peut s'associer à des Chénopodiacées, tels : que *Atriplex halimus, Salsola faetida*.

La présence des tamarix dénote des alluvions épaisses et une humidité constante.

On peut trouver de nombreux faciès. (*Guinet, 1958*)

- *Salsola faetida* : dans les stations assez salées, à texture argileuse et régulièrement inondées.
- *Sueda mollis* : en stations salées, à texture argileuse et plus ou moins inondée.
- *Atriplex halimus* : zone moins salée, à texture argileuse, moins humide.
- *Sueda fruticosa* : zone argileuse plus sèche.
- *Calligonum comosum* : partie peu salée, à texture sablonneuse, station humide.

Quand le substratum devient sec, on passe à la formation à *Salsola faetida* et à *Randonia africana* et à la steppe à *Aristida pungens*, quand le substrat est sableux et non salé.

Dans les mares permanentes, plus ou moins salées, on peut rencontrer *Potamogeton oripus, Juncus maritimus, Polycarpon sp. Imperata arundinacae, Typha angustifolia*.

Ce milieu est caractérisé par des conditions favorables permettant la pénétration d'espèces non désertiques.

Du point de vue pratique, le tamarix joue un rôle important dans la stabilisation des sables mobiles et permet également d'atténuer les crues.

Il est cependant exploité abusivement pour le bois de chauffage et de service.

C'est aussi un excellent bois de construction, de menuiserie et d'ébénisterie.

Traité, exploité rationnellement, il pourrait jouer un rôle de premier plan pour la protection et la production de bois de qualité supérieure.

→ **Les pseudo-steppes arborées** à *Acacia raddiana*

Ces steppes sont localisées dans la « hamada » et se présentent sous la forme de bordures de « daya », ou le long des réseaux hydrographiques.

Ainsi l'Acacia est considéré comme un élément tropical ayant recouvert le Sahara sur des surfaces plus importantes.

Sa répartition est limitée au Nord par les températures minima, ( $-7^{\circ}$  à  $-10^{\circ}$ ).

Sa croissance est lente mais il se régénère facilement s'il n'est pas soumis à la dent du chameau et des autres animaux

→ **La formation** à *Zilla macroptera*

Cette formation est localisée le plus souvent dans les dépressions argilo-sableuses.

Les éléments principaux qui la constituent, sont : *Zilla macroptera*, *Launea arborescen*, *Aristida pungens*, *Asphodelus tenuifolius*, *Psoralea plicata*.

→ **La formation** des « dhayâte »

Dans les « daya » importantes, peuvent se superposer des éléments de la steppe à *Acacia-Panicum*, qui sont les reliques d'un réseau hydrographique ancien.

Ce genre de formation est caractérisé par une bonne densité de végétation particulièrement exubérante lors des chutes de pluies.

C'est une zone à pâturages très riche au printemps.

Dans le sud-ouest du pays se trouve une formation à *Anabasis aretioides* (endémique) à répartition diffuse.

La récolte du « Terfès » symbiote de cette plante a favorisé sa dégradation, puisque les plants sont arrachés pour l'extraire.

→ **La formation** à *Randonia africana* et *Cornulaca monoacantha*

Elle est localisée dans les stations argilo-sableuses à proximité des ergs ; on y distingue plusieurs faciès :

- faciès à *Retama retam*,
- faciès à *Euphorbia guiyoniana*,
- faciès à *Zygophylla*, plus ou moins salé.

→ **La formation** à *Aristida pungens* :

Cette formation peuple les sols sableux mobiles

### Objectifs stratégiques de la lutte contre la désertification

Il s'agit essentiellement de :

- Lutter contre la désertification sous toutes ses formes en intégrant les actions dans le cadre d'un développement durable et de conservation des ressources naturelles.
- Améliorer le bilan d'eau et augmenter l'efficacité des pluies.
- Mettre en place des modèles souples évolutifs et adaptables à la gestion des ressources naturelles, notamment les ressources en eau et son utilisation.
- Augmenter les performances animales à travers l'amélioration de la santé animale et la composition de l'unité zootechnique et assurer une bonne conduite du troupeau.
- Veiller à amortir les mutations affectant les systèmes pastoraux et agricoles, en vue de préserver les potentialités naturelles et de permettre la promotion des petits éleveurs.
- La conception et la réalisation de ces objectifs nécessitent l'introduction de certaines technologies ayant pour rôles d'aider à restaurer les milieux dégradés d'augmenter la production animale et végétale.

Cependant, l'introduction de telles technologies ne peut donner des résultats fiables que si elles sont intégrées dans le cadre d'une organisation sociale cohérente, régie par le savoir-faire des pasteurs, en relation avec une administration locale et nationale activant dans le souci de préserver les patrimoines naturels et d'opérer les régulations nécessaires en temps voulu.

Compte tenu de la nécessité de lutter contre la désertification et la dégradation des ressources naturelles dans les zones arides et semi-aride, la stratégie vise la réhabilitation des patrimoines et le

rétablissement de l'équilibre entre les besoins de l'homme et la conservation de ces ressources.

Néanmoins les composantes productives de la steppe ont été fortement éprouvées par une exploitation anarchique et des sécheresses cycliques, parfois catastrophiques

### **Facteurs favorables à l'installation de l'érosion éolienne**

L'existence d'un vent violent et régulier, soufflant durant une longue période.

La vitesse de déplacement des particules est liée à l'intensité, la fréquence et la durée du vent.

Au niveau du sol la vitesse est nulle ; à quelques cm de hauteur la circulation est laminaire.

Ensuite commence la turbulence qui entraîne le mouvement des particules.

La capacité de transport varie comme le carré de sa vitesse.

La présence d'un sol meuble et sec à texture grossière ou à éléments fins non couverts par une végétation.

L'épaisseur de la couche immobile est fonction de la rugosité du sol.

La dimension des particules influe sur la nature de leur déplacement.

- les plus grosses roulent ou glissent, c'est : la reptation ;
- celles de dimensions moyennes avancent par bonds, c'est : la saltation ;
- les plus fines sont projetées en l'air et restent en suspension (vent de sable).

### **Forme et dynamique des édifices dunaires**

*Dépôts de matériaux* : le vent dépose les matériaux qu'il transporte sous forme d'édifices très complexes en fonction de la nature du sol, de la topographie, de la végétation, de la dimension des particules.

De nombreuses classifications ont été proposées, notamment celle de **Mainguet** qui distingue :

- Les *dunes barkhaniques*, accumulation en dôme et de forme ovoïde. Ce type comporte plusieurs variantes en raison des formes géométriques.

La genèse de ces édifices est conditionnée par la nature des vents, le substrat, la topographie

- Les *dunes linéaires* nommées « *sif* » : sont des dunes dépôt qui évoluent par allongement, dont la fixation doit commencer par les lobes d’envahissement et évoluer dans le sens contraire de l’avancement de la dune
- Les *dunes en pyramide* (« *Ghourde* ») : ce sont des collines de sable avec trois bras et plus, naissant à la convergence de sables provenant de plusieurs directions de vent.

Les accumulations sableuses dont la forme générale permet de définir les techniques de stabilisation et de protéger les infrastructures.

La forme de la dune peut être utilisée comme indicatrice de la direction des vents :

*Barkhane, nebka, yardang*, stries de corrosion, couloirs de déflation.

### Les mécanismes de l’ensablement

La définition d’une stratégie et d’un programme de stabilisation des dunes doit tenir compte des mécanismes d’ensablement régionaux, locaux et stationnels.

- 1- Les *mécanismes régionaux* intéressent trois courants de circulation des sables au niveau du Sahara :
  - un courant oriental, qui traverse l’Egypte et la Lybie ;
  - un courant central complexe qui tourne au Sahara central : *Tassili, Ahaggar, Ahanet* ;
  - un courant occidental qui s’amorce dans l’Erg occidental et aboutit en Mauritanie.
- 2- Les *mécanismes locaux* sous l’effet de la topographie des obstacles naturels qui modifient la direction du vent, la rugosité des paysages.
- 3- Les *mécanismes stationnels* tiennent compte de l’interaction de la topographie et des modifications locales dans un ensemble dunaire
- 4- L’*érodibilité des sols* est fonction de ses propriétés notamment : sa structure, sa texture, son humidité, la nature et l’état de la végétation.
- 5- L’*équation universelle d’érosion éolienne*  
**E = IRKTCADAB, I = Structure, R = Couverture superficielle, K = Rugosité, T = Texture, C = Caractéristiques locales, A = Dimension du champ, D = Orientation par rapport à la direction du vent, B = Protection artificielle.**

## Protection des sols contre l'ensablement

Principes pour freiner l'érosion éolienne :

1. Supprimer les causes de la dégradation de la végétation naturelle qui constitue une réserve de graines, exploiter rationnellement le potentiel ligneux ou fourrager.
2. Prendre des mesures appropriées pour reconstituer le potentiel végétal par l'ensemencement naturel.
3. Diminuer la vitesse du vent en installant des obstacles perpendiculaires à la direction des vents dominants.
4. Augmenter la rugosité de la surface du sol par des méthodes appropriées.
5. Etudier les écosystèmes et créer des réserves de conservation qui constituent des réservoirs phytogénétiques (banques de gènes *in situ*).
6. Veiller à ce que les infrastructures créées respectent les caractéristiques des écoulements éoliens, afin qu'elles ne deviennent pas des pièges à sable, notamment en matière d'urbanisme et d'habitat : les rues doivent être installées parallèlement à la direction des vents par exemple.

## Rôle des brise-vent

⇒ L'action mécanique réduisant la vitesse du vent, doit intervenir dans deux zones en particulier :

- une zone au vent, située du côté d'où vient le vent,
- une zone sous le vent.
  - La réduction de la vitesse du vent varie avec la distance à l'obstacle. Elle est fonction de la hauteur du brise-vent et s'exprime en multiples de cette hauteur, de : 15 à 25 fois.
  - L'efficacité des brise-vent varie avec la perméabilité : soit la proportion de vide qu'il contient par rapport à la surface totale. Une faible perméabilité provoque une diminution importante de la vitesse du vent et crée des tourbillons. La zone protégée est réduite. La perméabilité optimale est de : 50 %.
  - Pour éviter les brèches à la base des rideaux d'arbres, il y a lieu de planter des arbustes pour compléter leur efficacité.
  - L'épaisseur à peu d'importance ; une simple paroi de roseaux a pratiquement les mêmes effets qu'un rideau d'arbres.

## Influence sur le microclimat

Le brise-vent influe sur le microclimat en favorisant la remontée biologique et la production agricole et fourragère, par les changements qui interviennent dans les échanges d'énergie entre la zone protégée et la zone ouverte (effet oasis).

La vitesse du vent est modifiée ainsi que la température et l'humidité de l'air et, par conséquent, l'ETP et l'ETR ; d'où une augmentation des rendements et un milieu plus favorable à la remontée biologique (régénération naturelle).

L'effet dépressif au niveau de base des arbres qui résulte de la concurrence est compensé par les gains de rendement.

L'effet protecteur maximum est obtenu quand le brise-vent est perpendiculaire à la direction du vent (importance de déterminer la rose des vents).

En cas de vent secondaire efficace, procéder à un quadrillage systématique.

Installer des lignes successives suivant un espacement entre 15 et 20 fois la hauteur des brise-vent.

## Stabilisation des dunes

### ⇒ *Techniques traditionnelles*

- Confection de clayonnages qui seront remplacés dès qu'ils sont ensablés, jusqu'à ce que le vent se déleste de son énergie et n'évolue que légèrement.
- Pour les petites dunes des pierres sont déposées sur la crête de la dunette pour augmenter la turbulence et débarrasser les accumulations de sable.
- Pour les grandes dunes, les pierres et les palmes disposées horizontalement entraînent l'augmentation de la vitesse du vent et le déplacement des sables : ce qui diminue progressivement la hauteur de la dune.
- Confection d'une dune de protection par la création de dunes de protections confectionnées à l'aide de palmes ou de palissades et qui sont surélevées jusqu'à atteindre le profil d'équilibre ou la dynamique de l'énergie éolienne est neutralisée.

## Fixation des dunes

### ⇒ Fixation mécanique

Certains pays ont utilisé des produits synthétiques, notamment :

- le *texand*, est un filament qui est déroulé sur la dune et dont les mèches emprisonnent les particules de sables ;
- le *curasol*, produit plastique est dilué dans l'eau et répandu sur la dune sous forme de film flexible ;
- le *latex*, est une émulsion de caoutchouc synthétique (latex) agglomère les particules en formant une membrane mince et perméable.

Cependant ces produits expérimentés en Algérie se sont avérés peu efficaces et d'un prix de revient élevé.

Les dérivés du pétrole (émulsion de bitume), procédé assez efficace mais qui risque de porter atteinte à l'environnement (esthétique et pollution chimique).

### ⇒ Principes de la fixation mécanique

Il s'agit de freiner le mouvement des particules, afin de permettre à la végétation de s'installer.

Le principe est d'utiliser toute sorte de matériau disponible et peu coûteux et de l'installer sous forme de palissade, de clayonnage ou de carroyage, palmes, rémanents d'arbre ou d'arbuste (réthem, ...), sous forme de fagots ou de fascines, branches de laurier rose, maille plastique extrudée et autre :

- travailler en progressant dans le sens du vent dominant, afin d'éviter l'arrivée des sables ;
- traiter d'un seul tenant, pour éviter l'ensablement et se limiter à la partie sous le vent ;
- la hauteur des palissades ne doit pas dépasser 1 m la distance.  
Le carroyage le plus efficace fait 4 m de côté et 0.60 m de hauteur.  
Cette dimension doit être modulée en fonction de la vitesse du vent ;
- la profondeur d'enfouissement est de/ 30 à 40 cm pour un meilleur ancrage dans le sable.

### ⇒ Fixation biologique : *Plusieurs méthodes*

- Mise en défens, là où existe un couvert végétal suffisant, susceptible d'ensemencer les espaces, quitte à procéder à un repeuplement par



semis ou à un enrichissement par des espèces adaptées et non envahissantes.

- En cas où le couvert végétal est faible ou absent procéder à des semis ou à des plantations, notamment par l'utilisation des espèces vivaces susceptibles de reconstituer l'ambiance écologique nécessaire.
- La fixation biologique qui fait suite à la fixation mécanique doit faire un choix judicieux des pièces à planter.
- Les espèces doivent être faciles à reproduire, présenter une faculté de développement racinaire importante, résister à l'ensablement, résister à la sécheresse et au déchaussement.
- Il y a lieu de choisir les espèces locales mieux adaptées.

### Conclusion

La dégradation des espaces naturels, notamment en zone aride et désertique, impose l'élaboration d'une stratégie de lutte globale et intégrée contre la désertification basée sur la conservation et le développement durable.

Les bilans et les synthèses enregistrés ont montré que l'approche sectorielle n'a pas enrayeré les modifications régressives du milieu naturel et humain.

Les dunes et les accumulations sableuses ne sont que la conséquence d'un mauvais choix stratégique.

Les efforts entrepris, malgré leur ampleur, n'ont pu venir à bout du processus, et le patrimoine écologique reste en danger.

Toute action menée doit viser la conservation des ressources naturelles et leur utilisation pour assurer la sécurité alimentaire et l'équilibre écologique.

L'engagement volontaire des populations doit être effectif et concret pour participer à leur propre développement et s'organiser en conséquence.

La sécheresse ne doit plus être considérée comme une fatalité mais doit être prise en charge dans la politique de développement.

Les principes d'aménagement du territoire doivent guider la lutte contre la désertification et son corollaire la lutte contre l'érosion éolienne et l'ensablement, qui ne sont que la conséquence d'une mauvaise approche du développement.

L'Etat et ses structures doivent accompagner l'action des populations.

La recherche et la formation, à tous les niveaux, constituent le moteur d'une mise en œuvre efficace de la stratégie de développement durable.



# Atelier I

## Les Infrastructures Routières et Férovières

Intitulés	Auteurs
<i>La lutte contre l'ensablement : Bilan des activités DTP d'El-Oued (Résumé)</i>	<b>Bekakra</b>
<i>Protection des routes contre l'ensablement : cas des RN 53, de la RN 53A, et de la RN 16</i>	<b>Moudjahed N.</b>
<i>Contribution à la protection contre l'ensablement des routes sahariennes : Etude en modèle réduit physique des Drâas</i>	<b>Djeha L., Bakri-Taïbi L.</b>
<i>Vent et transport de sable</i>	<b>Matari A.</b>

## LA LUTTE CONTRE L'ENSABLEMENT : BILAN DES ACTIVITES DTP D'EL OUED

**Bekakra \***

### *Résumé*

La position géographique de la wilaya d'El Oued, notamment sa situation dans la partie Nord du *Grand Erg Oriental*, pose la problématique d'ensablement du réseau routier avec le danger auquel se trouve exposée continuellement le mouvement du trafic de circulation routière.

Pour les acteurs, en particulier les usagers des infrastructures routières, le principal souci, de tous temps, est d'éliminer, autant que possible ce danger, en pensant à la recherche des meilleures méthodes et des moyens les plus adéquats pour lutter contre l'ensablement de la chaussée.

De ce fait, le problème de désensablement a toujours été l'une des principales préoccupations de notre secteur.

La lutte contre l'ensablement revêt en fait deux aspects :

- ✓ un aspect préventif qui vise à adopter certaines méthodes et pratiques de protection et,
- ✓ un aspect exécutif (curatif) caractérisé par l'intervention mécanique et manuelle directe, à niveau limité.

Dans cette communication, il sera présenté brièvement et à travers le bilan des activités des cinq dernières années, la modeste expérience de la DTP d'El Oued en matière de lutte contre l'ensablement qui touche les volets suivants :

- L'organisation structurale et les moyens humains et matériels mis en place.
- Les méthodes préventives (protection de la plateforme de la chaussée) de lutte contre l'ensablement en l'occurrence : les terrassements, les « *drâ'a* ». le reboisement et la stabilisation des dunes avoisinantes par les palissades.
- La participation des autres secteurs dans le cadre des opérations de désensablement à savoir : les forêts, l'agriculture et l'emploi (travaux d'utilité publique à haute intensité de mains d'œuvre).
- Les interventions (exécutives) curatives : lutte par les moyens mécaniques.
- Le bilan commenté des travaux de désensablement sur les RN et CW.

**Mots Clés :** *sable - ensablement - désensablement - dune - route - terrassement - drâ'a - palissades - reboisement - budget - crédit.*

---

\* DTP El Oued.

## PROTECTION DES ROUTES CONTRE L'ENSABLEMENT : CAS DES RN 53, DE LA RN 53A, ET DE LA RN16

**Moudjahed N.\***

### *Résumé*

A l'instar des régions arides du Monde, le sud algérien connaît de sérieux problèmes d'ensablement.

Ces derniers, qui résultent de la sévérité des conditions climatiques et de la mauvaise utilisation des ressources naturelles, constituent le phénomène le plus spectaculaire de la désertification.

Le Sahara algérien est actuellement couvert d'impressionnants et gigantesques dépôts de sable du *Grand Erg occidental* à l'ouest et du *Grand Erg oriental* à l'est.

La mobilisation par le vent de cet important stock de sable constitue une menace sérieuse pour l'ensemble des infrastructures de développement des wilayate du sud du pays.

Outre les effets environnementaux néfastes, les retombées de ce phénomène, au plan socio-économique sont lourdes de conséquences.

Elles se traduisent généralement par une baisse de la production agricole, l'exode rural, les migrations, ...

Le patrimoine routier de la wilaya de Ouargla s'évalue en centaines de kilomètres traversant les zones dunaires ; le désensablement de ces routes durant l'année nécessite en permanence des moyens colossaux.

L'objectif de la présente communication est d'apporter une contribution à la compréhension du mécanisme de l'ensablement et de proposer des solutions de luttes qui peuvent réduire considérablement la fréquence des interventions des équipes d'entretien.

**Mots clés :** *sable, vent, obstacle, dune, palissade, ensablement.*

---

\* Chef département technique à LTP Sud Ouargla. Adresse : L.T.P.S. BP 10 Ouargla.  
Fax : 029 71 24 03. Email : [moudjahedn@yahoo.fr](mailto:moudjahedn@yahoo.fr)

## Problématique

Le champ de force induit par le vent qui s'exerce sur les parois du corps de chaussée, comporte une composante moyenne, qui traduit l'aspect permanent du vent, et une composante fluctuante qui reflète la nature turbulente du vent, force responsable de l'ensablement.

Ce dernier dépend donc de la nature du sol, de la turbulence du vent incident, de sa vitesse, de la turbulence engendrée par la structure elle-même, de la forme de la structure et de son environnement proche.

Pour caractériser le déroulement du phénomène de l'ensablement sur une route et concevoir une solution il s'agit :

- D'identifier les caractéristiques des vents qui agissent sur l'ouvrage.
- D'étudier l'influence de l'environnement sur ces caractéristiques.
- De déterminer les caractéristiques aérodynamiques de la chaussée.

Confrontés à ces différents impératifs, on doit :

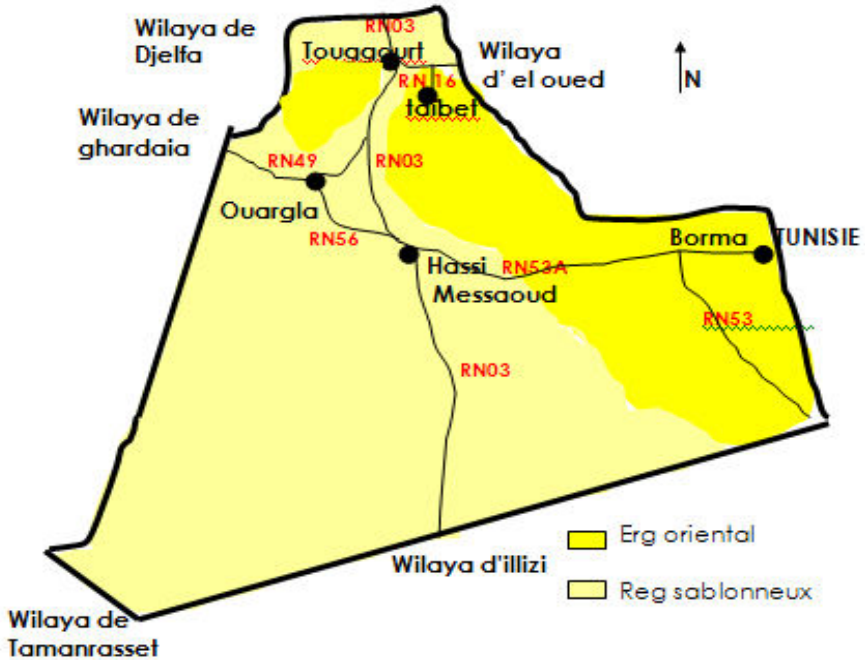
- ➔ Effectuer une analyse statistique des données météorologiques de la région concernée : vent dangereux, directions dominantes, ...
- ➔ Etudier les caractéristiques propres du site de l'implantation de la route.
- ➔ Effectuer une série de visites sur le terrain en vue d'inventorier et d'évaluer toutes les techniques de lutte contre l'ensablement.
- ➔ Evaluer l'incidence économique sur le choix de la technique.

## Approche méthodologique de l'étude

Le présent travail a été réalisé comme suit :

- ⇒ Consultation des rapports d'activités des équipes de désensablement des subdivisions de *Taïbet* et *Hassi Messaoud*.
- ⇒ Lever topographique des sections ensablées.
- ⇒ Identification des techniques utilisées et évaluation de leur efficacité.
- ⇒ Organisation d'une série d'entretiens avec les responsables, les techniciens et les paysans concernant les techniques de lutte.
- ⇒ Choix des techniques.
- ⇒ Application pour le cas de la RN 16, la RN 53 et la RN 53A.

## Identification des sites et présentation géographique des zones d'ensablement



**Figure 4.1 - Réseau routier de la wilaya de Ouargla**

La zone faisant objet de la présente communication comprend les Routes nationales n° 16, 53 A et 53.

La majorité des linaires de ces routes s'inscrivent dans le périmètre du *Grand Erg oriental*.

Les sections concernées par cette étude s'étalent sur 512 km.

Elles se situent entièrement à l'Est de la wilaya de *Ouargla*.

C'est une région à dominante de dépôts de sable.

Le modèle éolien dans cette zone est constitué par des édifices sableux importants.

Lorsque les édifices barkhaniques, par mouvement ou les dunes linéaires par allongement, atteignent des infrastructures routières, ils se déforment en devenant des édifices beaucoup moins précis appelés *fronts de dunes*.

Ces fronts, par leurs crêtes, constituent des pièges à sable qui vont grossir pour devenir des *pseudos dunes* au milieu de l'axe de la chaussée.

Le détail des sections à étudier est comme suit :

- **RN 16** : du PK 587 + 000, au PK 628 + 000, soit : 41 Km.
- **RN 53** : du PK 46 + 000, au PK 202 + 000, soit : 156 Km.
- **RN 53 A** : du PK 13 + 000, au PK 328 + 000, soit : 315 Km.

L'intervention sur site a entièrement couvert les sections de la RN 16 et la RN 53 A.

Cependant, pour le cas de la RN 53, notre intervention s'est arrêtée au PK 72 + 000, car la route était entièrement ensablée, donc fermée (voir photo 1.1 et 1.2) à la circulation jusqu'au PK 134 + 000 ; le reste de la route est difficilement carrossable, compte tenu de l'ensablement partiel et de l'état avancé de dégradation de la chaussée.



### **Cartographie des sections ensablées**

Toutes les sections menacées par l'ensablement ont été reportées sur des cartes topographiques à l'échelle 1/1000<sup>e</sup> (fichier format autocad). Un tableau de données géométriques fait ressortir ce qui suit :

- le rayon de courbure,
- la largeur des accotements,
- la déclivité de la section,
- devers en virage,
- devers en alignement droit,
- la hauteur des dunes incidentes.

Le traitement proposé et sa disposition figurent aussi sur le plan.



## Les directions d'ensablement

Les directions de l'ensablement ont été établies sur la base d'indicateurs géomorphologiques locaux, tels que : les stries, les dunes...

Ces édifices indiquent une direction préférentielle du vent.

Plusieurs mesures ont été faites en se servant d'une boussole.

Ces mesures ont permis de déterminer la direction d'ensablement maximum qui est de : Nord-est.

La direction des vents dangereux est celle de l'Est et du Nord.

On note que ces informations sont tirées à partir des observations sur le terrain et des entretiens menés auprès des paysans.

## Les types de traitements proposés pour le cas des routes

Pour maîtriser l'ensablement, il faudrait tout d'abord réduire le phénomène de saltation ; et pour cela deux moyens peuvent être envisagés :

→ Stabilisation du sol.

→ Réduction du gradient de la vitesse du vent au voisinage de la surface du sol.

On peut aussi faire appel à la vitesse du vent pour déblayer des points ensablés.

A partir de ces principes généraux plusieurs techniques ont été utilisées, à savoir :

→ Le profilage.

→ La technique de la palissade.

→ La technique du tas de remblais graveleux ou en pierre turbulente.

→ La technique du *mulch*.

→ La méthode aérodynamique.

## Fixation mécanique

⇒ ***Le profilage***

Avant de commencer à la mise en place des différentes techniques de fixation de sable, il impératif de procéder en premier lieu pour le cas des routes au profilage transversal de leurs abords, quelle que soit d'ailleurs la pente générale du terrain sur laquelle chemine cette route.

Le profilage doit porter sur tous les obstacles : amas de sables, blocs de pierres, et même la végétation. Il est effectué sur une largeur moyenne de 25 m de chaque côté de la chaussée.

L'utilisation d'engins mécaniques pousseurs tels que le *bulldozer* permet une exécution adéquate de ce traitement



**Photo 1.3 - Section 2 RN**

⇒ ***Technique de la palissade***

→ Définition

La palissade est un obstacle linéaire opposé au vent dominant pour en diminuer la vitesse et provoquer à son niveau l'accumulation du sable en mouvement.

Cette accumulation aboutit à la formation d'une dune artificielle qui constitue la première phase de la lutte contre l'ensablement.

→ Positionnement

Suivant le positionnement de la palissade par rapport à la direction du vent dominant, on distingue deux types de dunes artificielles :

→ La dune "d'arrêt" qui destinée à arrêter la progression de sable aussi complètement possible.

Elle se forme à partir d'une palissade orientée perpendiculairement à la direction du vent le plus dangereux.

→ La dune "défilement" ou "diversion", utilisée pour dévier la progression du sable dans une autre direction que celle du vent dominant.

Elle se forme à partir d'une palissade dont l'orientation fait un angle de 120 à 140° avec la direction moyenne du vent dominant (voir fig.1.2 et photo 1.4 et 1.5).

La disposition en défilement est recommandée pour le cas des routes à condition de s'assurer que le sable détourné ne risque pas d'envahir d'autres sections situées pas loin de la zone qui fait l'objet des travaux de protection.

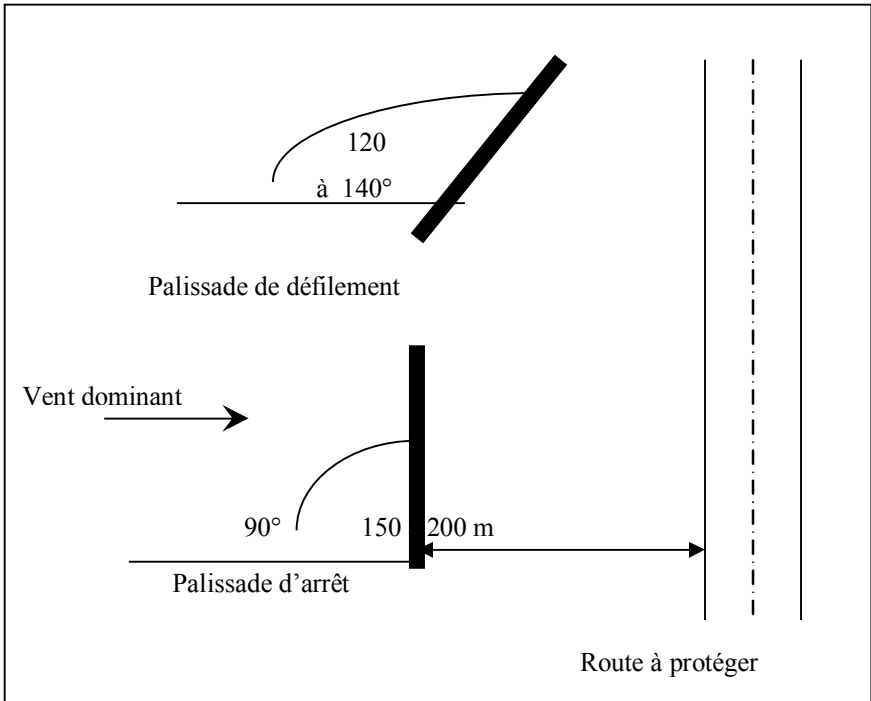
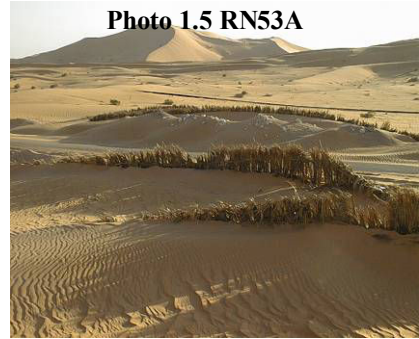


Figure1.2 - Disposition des palissades

→ Caractéristiques

Pour remplir efficacement son rôle, la palissade doit répondre aux caractéristiques suivantes :

→ Etre perméable au vent afin d'en ralentir la vitesse et permettre le dépôt du sable sans provoquer de phénomène tourbillonnaire. Cette perméabilité favorise l'accumulation du sable de part et d'autre de la palissade dont la surface des vides est comprise entre 30 et 40% de la surface totale. Les études ont révélé que le transport du sable se fait suivant le gradient ci-après :

→ 0-5 cm, 16 %

→ 0-10 cm, 38 %

→ 0-20 cm, 61 %

→ 0-30 cm, 95 %

→ 0-40 cm, 99 %

→ La résistance : Plus la hauteur de la palissade est grande, moins elle est résistante.

Une hauteur de 70 cm et 30 cm de fouille pour les palissades en palmes s'est avérée efficace.

→ La confection

L'orientation de la palissade étant déterminée, on procède au piquetage de son tracé à l'aide d'une boussole de terrain, pour sa confection différents types de matériaux peuvent être utilisés dont le choix dépend des conditions d'approvisionnement et du prix de revient.

**a) L'utilisation de palmes**

Lorsque le terrain est constitué d'un sol friable ou trop graveleux on creuse un fossé de 40 cm de profondeur et de 30 cm de large pour y enterrer la base des palmes.

Si le sol est consistant, il est préférable de construire d'abord une levée de terre d'environ 80 cm de hauteur qui supportera la palissade.

Les palmes sont enterrées jusqu'à 30 cm dans le fossé ou dans la levée de terre.

Les palmes seront disposées par mètre linéaire comme suit :

→ 7 à 9 palmes dressées verticalement et en quinconce de part et d'autre à l'intérieur du fossé ;

→ 8 à 10 palmes, inclinées à droite ou à gauche par rapport à la verticale et enchevêtrées les unes aux autres ;

→ palmes, horizontalement, de part et d'autre des autres et fixées à celles-ci, au sommet de la palissade, par des nervures de palmes vertes.

A titre indicatif, les besoins par mètre linéaire de palissade sont de 10 palmes.

Leur longueur et leur largeur moyenne sont respectivement de 3 m et 17 cm lorsqu'elles sont sèches.

L'efficacité de la palissade peut être renforcée si nécessaire, par l'implantation de piquets de bois tous les 2.5 à 3 mètres, rattachés aux palmes par du fil de fer et enfouis sur 30 cm dans le fossé.

L'approvisionnement en palmes dépend de l'importance des ressources locales et des utilisations traditionnelles qui en sont faites.

On les récolte à deux époques de l'année, en mars-avril à l'occasion de la pollinisation et en octobre-novembre au moment de la cueillette des dattes.

#### ***b) L'utilisation de plaques de fibrociment***

Si on se heurte à des difficultés d'approvisionnement en palmes, on est contraint d'utiliser d'autres matériaux pour la confection des palissades.

Les plaques en fibrociment ont permis l'édification de palissades très efficaces.

Les plaques utilisées ont 1,25 m de longueur, 0,92 m de largeur et une épaisseur de 6 mm.

Ces plaques sont perforées de 16 trous de 3 cm de diamètre répartis par rangées de quatre trous ; ce qui permet d'obtenir une légère perméabilité de la plaque.

Chaque plaque est enfouie sur 0,25 m.

Un espace de 4 cm est laissé entre deux plaques voisines pour augmenter la perméabilité de la palissade.

La pose des plaques est effectuée, comme pour les palmes.

#### ***c) L'utilisation de grillage synthétique***

Plusieurs grillages synthétiques (géogrille ou géotextile) existent sur le marché.

La pose du grillage nécessite l'utilisation de piquets en bois de 1m 50 de longueur et de 0m 15 de diamètre à la fin du bout.

Ces piquets sont destinés à soutenir le grillage ; ils sont enfouis jusqu'à 30 cm dans le sol et rattachés au grillage par du fil de fer recuit. Le bord inférieur du grillage est enfoui dans une levée de terre de même hauteur pour empêcher tout affouillement de la base de la palissade.

→ Le rehaussement de la palissade

La palissade jouant son rôle finira par être totalement submergée par le sable.

Il ne faut pas attendre qu'elle soit parvenue à ce stade pour songer au rehaussement ; ce travail s'effectue dès que le sable arrive à 10 ou 15 cm de son bord supérieur.

Lorsque la palissade est constituée par des palmes, les manipulations de rehaussement sont difficiles ou impossibles.

Généralement, on en érige une nouvelle avec les mêmes matériaux sur la dune artificielle en voie de formation.

Il s'agira de suivre la crête de la première palissade et d'en confectionner une nouvelle identique à la première.

Dès que la nouvelle palissade se trouvera sur le point d'être ensevelie à son tour, on procédera à son rehaussement par l'édification d'une troisième, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la dune artificielle atteigne son profil d'équilibre.

Pour les plaques fibrociment, le rehaussement se fait par l'extraction partielle de celles-ci, une à une, tout en conservant 25 cm, au moins, enfouis dans le sable.

→ Le Quadrillage

La technique de la palissade n'est efficace que lorsqu'on est en présence d'un vent monodirectionnel.

Or, dans la nature, le vent n'emprunte pas une direction fixe mais une trajectoire qui se situe dans une fourchette entre deux directions distinctes, en plus de l'existence constamment de vents secondaires.

Pour pallier cette insuffisance, on a recours à l'édification de quadrillage losangique de mailles variables.

Les deux ou trois premières rangées de mailles sont plus serrées que les autres (3 x 3m), car ce sont les plus menacées par l'ensablement.

**a) La méthode aérodynamique**

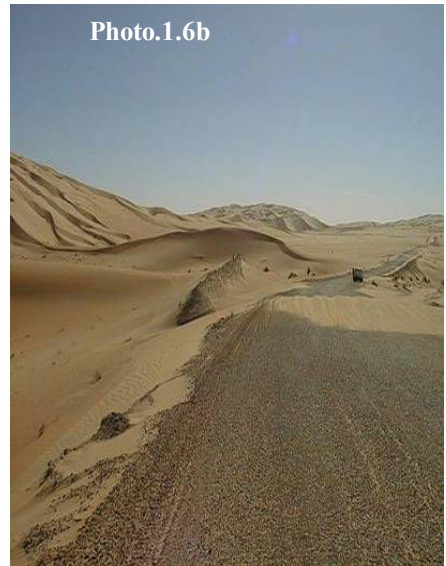
La méthode aérodynamique utilise la capacité de transport du vent lorsqu'il atteint une vitesse suffisante.

Cette méthode s'applique de deux façons différentes :

- soit en lui faisant évacuer des dépôts de sable indésirables par des procédés qui accroissent sa vitesse au contact de tels dépôts,
- soit en profilant les obstacles rencontrés par le vent chargé de sable pour que sa vitesse ne soit pas diminuée à leur contact.

**b) Technique du tas de matériaux graveleux ou pierres turbulentes**

Lors de notre intervention sur site, nous avons remarqué que certaines sections protégées par des tas en tuf graveleux étaient entièrement dénudés après le passage d'un violent vent de sable.



En réalité cette technique est basée sur les caractéristiques de l'écoulement éolien qui s'explique comme suit :

D'après l'analyse d'écoulements autour d'obstacles placés en soufflerie, il apparaît que les modifications apportées à la structure du vent dépendent :

- de la géométrie et des dimensions de l'obstacle,
- de son état de surface,
- des caractéristiques du vent incident,
- de l'environnement proche.

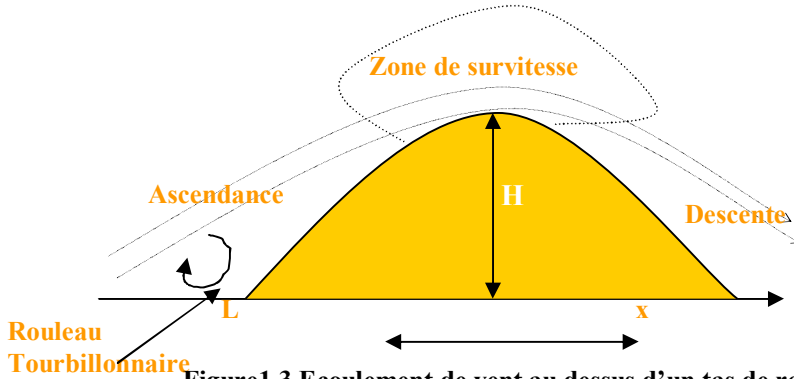


Figure1.3 Ecoulement de vent au dessus d'un tas de remblais

Si la nature du sol présente une discontinuité et que la rugosité change brusquement, alors la structure du vent se trouve profondément perturbée en aval du changement de rugosité.

En effet, au niveau de la discontinuité, le cisaillement et le taux de production d'énergie cinétique turbulente sont fortement modifiés et affectent l'ensemble de l'écoulement.

Au niveau du sommet se forme une zone de dépression et de survitesse, tandis qu'au pied du versant, face au vent à la rencontre du sol, se forme un rouleau tourbillonnaire.

Ce rouleau se déplace en aval en contournant latéralement l'obstacle, formant un tourbillon dit en « fer cheval ».

En résumé, cette technique empêche la saltation de se produire, étant donné que le matériau doit être suffisamment graveleux pour que le vent ne puisse pas le transporter, et les fines particules, déjà en suspension dans l'air, ne puissent pas se déposer sur le tas, à cause de la zone de survitesse qui est en son sommet, permettant ainsi de les déposer en amont.

On note aussi que cette technique est très efficace pour neutraliser complètement une dune par l'effet du vent en déposant des pierres ou un tas graveleux au sommet de la dune.

### c) *Technique du MULCH*

Cette technique consiste à recouvrir le sable d'une couche protectrice aussi uniforme que possible pour supprimer l'action du vent au niveau du sol et empêcher le phénomène de saltation.

Tout produit susceptible de remplir cette fonction est susceptible d'être utilisé. Cependant cette technique est limitée dans le temps, car le sable regagne l'endroit traité aussi vite qu'on peut le croire.



## Application pour le cas de la RN 16, RN 53 et RN 53A

L'intervention sur site a consisté d'abord, en un levé topographique des sections sujettes à l'ensablement et qui présentent un grand danger pour la circulation, et ensuite à étudier ainsi le choix de la technique de lutte et l'orientation de sa mise en place.

Le danger des sections décelées se résume en la réalisation de la route sur de grands remblais orientés obliquement et perpendiculairement à la direction du vent dominant, formant donc des obstacles piégeant le sable.

La vitesse du vent chargé de sable s'affaiblit au niveau de la chaussée en descendant la hauteur du remblai, permettant au vent de déposer les grains de sable grossiers sur l'axe de la chaussée.

La conception du tracé de la route RN 53A et RN 53 a augmenté davantage le degré de dangerosité.

La route RN 53 se trouve implantée dans le cœur de l'erg oriental. Elle traverse les zones les plus difficilement franchissables.

L'orientation d'une grande partie de son tracé se trouve paradoxalement en position perpendiculaire à la direction des vents dominants, et particulièrement dangereux sont les sections de l'Est (« Bahri ») et du Nord-est.

Ces deux facteurs ajoutés aux anomalies de conception ne laissent aucune chance à la route d'échapper à l'ensablement.

Le coût de la protection de l'ensemble du tracé est dans ces conditions exorbitant et sort du simple cadre de l'entretien des routes.

Lors de notre intervention la route était fermée au PK 72 ; ce qui ne nous a pas permis de réaliser le levé de topographie jusqu'au PK 202+000.

Deux points noirs ont été décelés sur la RN 53A : il s'agit des sections 8 et 30.

Une esquisse de correction du tracé a été proposée sur les planches de ces deux sections.

Le tableau ci- après résume le détail de l'ensemble des sections levées ainsi la technique de lutte et son détaille.

La disposition et l'orientation du système de lutte figure sur le plan de chaque section.

**RN 53 A**

N°	PK	Longueur de la section en m	Longueur de la palissade en m	Type de palissade	Volume du tas de protection en m <sup>3</sup>	Nettoyage des accotements en m <sup>3</sup>	Rechargement des accotements en m <sup>3</sup>
1	312+200	800	1267	quadrillage			
2	311+200	800	2114	linéaire			
3	308+550	1450	1754	quadrillage			
4	304+316	684	1330	linéaire	100		
5	303+264	236	300	linéaire			
6	300+540	460	720	linéaire	200		
7	294+580	480	910	quadrillage			
8	289+400	2600	5600	quadrillage	960	3960	3160
9	288+040	960	2600	linéaire	172		
10	283+265	735	1560	linéaire	112		171
11	280+550	450	650	linéaire			133
12	278+585	415	780	linéaire	246		
13	274+614	386	780	linéaire	256		
14	268+764	232	330	linéaire	130	100	
15	260+480	520	650	linéaire	228	300	
16	255+460	540	650	linéaire	343	343	
17	244+620	380	650	linéaire		690	
18	243+455	545	430	linéaire			
19	233+390	610	1820	linéaire		540	
20	229+215	785	1430	linéaire		1090	
21	218+120	880	1040	linéaire			
22	213+375	625	890	linéaire			
23	209+775	225	420	linéaire			
24	206+015	985	1600	quadrillage	1960		
25	203+415	585	1530	linéaire			2420
26	197+120	880	1440	linéaire	1324		
27	196+690	310	476	linéaire	287		
28	182+165	835	1170	linéaire			
29	172+355	645	1800	linéaire			
30	166+075	925	1120	linéaire	1140		3360
31	143+375	625	596	linéaire	325		1875
32	133+620	380	396	linéaire	376		1128
33	120+385	615	612	linéaire	308		4623
34	98+400	2600	2320	linéaire	635		
35	91+990	2010	1872	linéaire	789		
36							
37	80+605	395	360	linéaire	112		
38	58+840	860	936	linéaire	615		
39	86+325 de HMD	675	864	linéaire	222		
<b>TOTAL</b>		29123	45767		10840	7023	16870

RN 53

N°	PK	Longueur de la section en m	Longueur de la palissade en m	Type de palissade	Volume du tas de protection en m <sup>3</sup>	Nettoyage des accotements en m <sup>3</sup>	Rechargement des accotements en m <sup>3</sup>
1	2	1305	2600	linéaire	628		
2	4	585	750	linéaire	170		
3	6	260	520	linéaire	140		
4	14	480	1040	linéaire	475		
5	15	525	1300	linéaire	395		
6	17+900	245	650	linéaire	113		
7	28	450	1040	linéaire	102		
8	29	455	1040	linéaire	233		
9	32	1050	1910	linéaire	1047		
10	35	480	630	linéaire	139		
11	39 + 500	455	1300	linéaire	358		
<b>TOTAL</b>		6290	12780		3800	0	0

RN16

N°	PK	Longueur de la section en m	Longueur de la palissade en m	Type de palissade	Volume du tas de protection en m <sup>3</sup>	Nettoyage Des accotements en m <sup>3</sup>	Rechargement des accotements en m <sup>3</sup>
1	587+430	7360	11253	linéaire	0		
2	598	1335	3060	linéaire	232		
3	602	2530	2700	linéaire	106		
4	608	630	360	linéaire	107		
5	611	1265	2322	linéaire	298		
6	613+175	4825	8474	linéaire	3440		
7	620	1740	3750	linéaire	870		
8	628	670	1120	linéaire			
<b>TOTAL</b>		20355	33039		5053	0	0

L'origine des points kilométriques de la RN 53A est prise au niveau du siège de la brigade de Gendarmerie de la daïra *d'El Borma*.

La section 1 de la RN 16 est en réalité piégée par les dunes issues du système de désensablement des jardins avoisinants la route.

Les paysans entourent leurs jardins de clôtures de palmes.

Lorsque la première est ensevelie sous le sable, ils en construisent une seconde qui provoque le désensablement de la première.

Cela s'explique de la façon suivante : le vent, après s'être délesté de sa charge sur la seconde clôture accroît sa vitesse et dispose d'un surcroît d'énergie qui lui permet de dégager le sable accumulé par la première.

Si à son tour la clôture n° 2 est ensevelie, l'édification d'une troisième jouera à l'égard de cette clôture n° 2 le même rôle que celle-ci a joué à l'égard de la clôture n° 1.

Il se produit ce qu'on appelle une substitution de charge.

**Clôture de Désensablement**



Photo.1.8



Photo.1.9

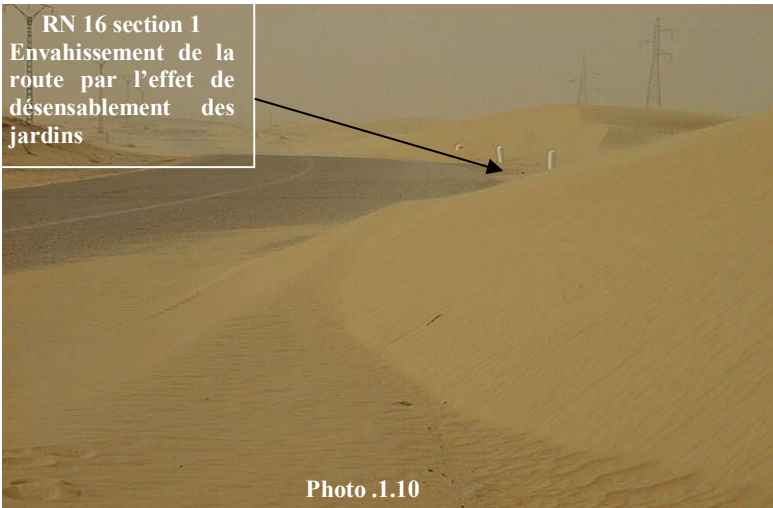


Photo .1.10

## **Dispositions spéciales pour la conception des traces routières en zone dunaire**

Les dispositions énumérées ci-dessous permettent de réduire les risques d'ensablement et les dangers qu'entraînent les points singuliers.

1. Concevoir un tracé en plan et un profil en long collant au terrain naturel, ce qui permettra de réduire fortement les risques d'ensablement.
2. Suivre le terrain en léger remblai, en évitant les dunes et en restant, autant que faire se peut, dans le sens de leur direction générale.
3. Eviter les champs des dunes mobiles.
4. Eviter de franchir les dunes et, si c'est inévitable, choisir les cols les mieux dégagés, passer au ras du col, sans écrêtement, ni remblais, de préférence en alignement droit et perpendiculaire au *sif*.
5. En zone de dunes tracer la route, si possible, à une certaine distance des dunes supérieures, à deux ou trois fois leur hauteur de préférence, près du côté exposé au vent et loin du côté sous le vent.
6. Neutraliser autant que possible les dunes de part et d'autre du tracé, en les déblayant ou en les utilisant en emprunt.
7. Prévoir de vastes espaces sur les largeurs de la plateforme pour maintenir la circulation en cas d'ensablement partiel, particulièrement en zone dunaire et adopter une vitesse de base réduite à 80 km.
8. Sur les remblais élevés proscrire les dévers uniques et prévoir des rayons en plan suffisamment grands.
9. D'une manière générale il faut s'efforcer de modifier le moins possible la circulation du vent

## **Conclusion et recommandations**

D'une façon générale, les actions de lutte contre l'ensablement demeurent ponctuelles, dispersées et portent sur des cas d'urgence où les fronts dunaires sont devenus menaçants.

Elles s'inscrivent rarement dans le cadre d'un plan de protection globale préétabli et déterminé en fonction de la dynamique éolienne et des types de modelés éoliens en présence, prenant en compte aussi bien les sources de sable, les zones de transport et de dépôt.

Il n'est pas exclu d'ailleurs de trouver, en l'absence d'un suivi, que pour des conditions écologiques similaires et pour le même type de modèle éolien, les mailles des quadrillages, les espacements entre palissades et les distances observées par rapport à l'infrastructure à protéger sont très variables ; ce qui ne manque pas d'affecter l'efficacité du traitement et son prix de revient.

Il convient donc d'adopter une stratégie générale de lutte contre l'ensablement qui se résume en ce qui suit :

- Elaboration d'un guide spécifique de conception du tracé routier en zone dunaire.
- Elaboration de méthodes de suivi et d'évaluation des projets de protection des routes contre l'ensablement.

### Références bibliographiques

1. **Archives LTPS** de l'Unité de Ouargla.
2. **Barry Thierno A. (?)** : « Causes et bilans des actions menées contre l'ensablement en Guinée ».
3. **Cahiers FAO Conservation n° 18 (?)** : « Manuel de fixation des dunes ».
4. **Hach S. (?)** : « Ampleur, localisation, traitement et évaluation économique des interventions au Ouarzazate au Maroc ».
5. **Khatteli H. & Taamallah H. (?)** : « Inventaire et évaluation techniques des actions de lutte contre l'ensablement dans les six Gouvernorats du Sud tunisien ».
6. **Mhiri Z. (?)** : « Activités de lutte contre l'ensablement dans le gouvernorat de Médenine ». CRDA, Médenine, Tunisie.
7. **Ould Cheikh I. (?)** : « Ensablement en Mauritanie ».
8. **Turbelin G. (?)** : « Modélisation de la turbulence atmosphérique en vue de l'étude du chargement aérodynamique des structures soumises aux effets du vent ».

**CONTRIBUTION A LA PROTECTION CONTRE L'ENSABLEMENT DES  
ROUTES SAHARIENNES :  
ETUDE EN MODELE REDUIT PHYSIQUE DES DRAAS**

**Djeha L. & Bakri-Taïbi L.\***

*Résumé*

L'ensablement des voies de communication dans les régions désertiques constitue l'un des principaux problèmes des Services chargés de l'entretien et de l'exploitation des routes.

Plusieurs tronçons de routes sont affectés par le phénomène d'ensablement, notamment la RN 16, reliant la région d'*El Oued* à celle de Touggourt.

Cette dernière nécessite par conséquent, des interventions de désensablement et de remise en état très fréquentes, et même parfois urgentes.

Afin d'atténuer les risques d'ensablement des routes dans la région d'*El Oued*, et de mettre en valeur la méthode de protection basée sur l'utilisation des drâas (une méthode traditionnelle pratiquée par les autochtones), le Laboratoire d'Etudes Maritimes (LEM) a entrepris l'étude d'optimisation en modèle réduit physique de ces ouvrages de protection particuliers.

Cet exposé sera présenté selon la méthodologie suivante :

- Aperçu sur l'approche théorique. Notion de principe de similitude.
- Présentation du modèle réduit physique.
- Description des variantes.
- Analyse et recommandations sur les résultats obtenus.

---

\* Laboratoire d'Etudes Maritimes. Djenane El Malik - Hydra - BP 48 1<sup>er</sup> Mai. (021) 54/83/72 à 74, T/F (021) 54/84/30, mail : [lem@wissal.dz](mailto:lem@wissal.dz).

## VENT ET TRANSPORT DE SABLE

### Matari A.\*

#### Résumé

Le vent est un élément du climat assez complexe qui conditionne plusieurs phénomènes physiques tels que l'érosion éolienne et le déplacement du sable.

Le vent est caractérisé par une direction et une vitesse mesurées dans les stations météorologiques à l'aide d'une girouette et d'un anémomètre enregistreur. La direction du vent est une implication de la situation météorologique : elle reflète un certain type de temps et peut conditionner, par saison, le climat d'une région donnée, comme celle du Sahara.

Le vent au sol est mesuré généralement à une hauteur de 10m : il est fortement influencé par les conditions topographiques locales.

La vitesse et la direction moyennes sur 10mn sont notées toutes les trois heures dans les documents.

Chaque jour on relève la vitesse maximale et la vitesse correspondante.

Les statistiques usuelles calculées sont : la vitesse (paramètre déterminant de l'agressivité éolienne), les moyennes journalière, mensuelle et annuelle, le vent maximal sur le mois et l'année.

Il est possible de calculer la moyenne vectorielle du vent qui tient compte à la fois de la direction et de la vitesse.

Chaque vent est décomposé en une direction méridienne et une direction zonale. Il est possible de calculer la stabilité du vent et sa direction résultante.

Très souvent les directions sont représentées dans des tableaux fréquentiels et sont matérialisées par des roses de vent qui peuvent tenir compte des plages de vitesses choisies. La rose des vents est une bonne approche de la répartition des vents dans l'espace et selon les saisons. La rose la plus utilisée est à 8 directions.

Certaines formules de passages sont nécessaires, car le vent en station est observé en chiffre sur 18 ou 36 directions.

La variabilité du vent est très élevée à l'échelle de la minute et diminue à l'échelle de la journée et du mois.

Vitesse moyenne et direction dominante ne représentent pas toujours une certaine réalité dans le transport de sable.

Le vent efficace n'est pas toujours le vent dominant, car une tempête, bien plus rare et qui ne dure que peu de temps, conditionne la quantité de sable transporté.

Certains auteurs ont mis en évidence des relations entre quantité transportée et vitesse. La vitesse du vent nécessaire à l'arrachage et au transport des grains est fonction de leur taille. Dans les basses couches, le vent turbulent présente un profil logarithmique qui dépend des caractéristiques du sol comme la rugosité.

Une meilleure protection des sites par des brise-vent est tributaire d'une meilleure connaissance des statistiques de vent, sur différentes échelles de temps et d'une amélioration du réseau d'observation.

---

\* IHFR, ORAN.



## Atelier II

# l'Environnement, les Installations Industrielles et les Aménagements Urbains

<i>Intitulés</i>	<i>Auteurs</i>
<i>Formation et migration des méga-dunes.</i>	<b>Ould-Kaddour F.</b>
<i>Atlas Eolien des zones semi-arides des hauts plateaux Algériens.</i>	<b>Kasbadji Merzouk N., Merzouk M. et Messen N.</b>
<i>Etude Spatiotemporelle des Evénements de Sable sur la région sud - est : Méthode de Suivi et de Prévision.</i>	<b>Fekih A., Talbi N. et Sadaoui B.</b>
<i>Contribution à l'étude de l'efficacité des techniques de lutte contre l'ensablement et des différents procédés de fixation des dunes réalisés dans le cordon dunaire d'El Mesrane/W. Djelfa.</i>	<b>Benderrah Z., Zannouché O.</b>
<i>Système d'épuration du sable en transit éolien dans une installation de ventilation d'une zone semi aride.</i>	<b>Boudaoud Y., Messen N.</b>

## FORMATION ET MIGRATION DES MEGA-DUNES

**Ould-Kaddour F.\***

### *Résumé*

Nous exposons dans ce travail une analyse de la distribution spatiale des dunes géantes à partir des photographies par satellite.

Les dunes étoiles n'apparaissent jamais de manière isolée, mais forment des réseaux, dus à une déstabilisation du lit sableux dense.

Nous avons entamé l'étude météorologique de ces régions : pression, vitesse et direction du vent, en fonction de l'altitude.

### **Introduction**

Contrairement aux barkhanes qui atteignent difficilement une quinzaine de mètres de haut et deux cents mètres de large, les dunes étoiles sont des dunes géantes de plusieurs kilomètres de large et de plusieurs centaines de mètres de haut.

On les rencontre principalement dans la péninsule arabique, en chine et dans les deux grands Ergs Algériens.

C'est assurément un enjeu d'importance que d'en comprendre l'origine, et en particulier la taille incomparablement plus grande que celle à laquelle les autres dunes se forment.

C'est sous un régime multidirectionnel que se forment les dunes géantes en forme d'étoiles.

L'étude de la formation des dunes procède d'une double logique.

⇒ Comprendre le transport de sable par un écoulement d'air dans le cas du vent, phénomène d'importance pour les régions soumises à l'ensablement et à la désertification.

⇒ Comprendre la morphologie des formations sableuses et en particulier les échelles mises en jeu dans leur formation.

Ce qui équivaut à répondre aux questions suivantes :

- ✓ *Quel est le mécanisme d'instabilité des rides ?*
- ✓ *Quel est le mécanisme d'instabilité des dunes ?*
- ✓ *Qu'est-ce qui contrôle la longueur d'onde des rides et la taille des dunes ?*
- ✓ *Qu'est-ce qui contrôle la dynamique d'un champ de dunes.*

---

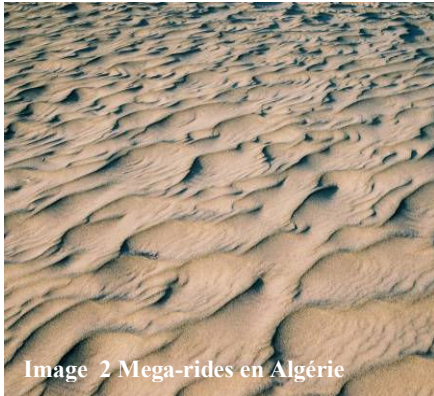
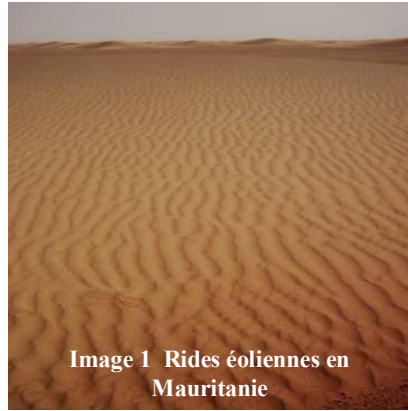
\* *Laboratoire de Physique Théorique. Faculté des Sciences, Département de Physique. Université Aboubakr Belkaid de Tlemcen. Email : [oukaf2001@yahoo.fr](mailto:oukaf2001@yahoo.fr)*

Nous présentons quelques exemples de structures éoliennes.

Les rides éoliennes présentes en Mauritanie, montrées sur l'image 1, ont une échelle de longueur de quelques centimètres.

Les rides éoliennes présentes en Algérie peuvent atteindre des échelles de longueur de quelques mètres (image 2).

Les dunes éoliennes en Mauritanie ont des échelles de longueur de quelques dizaines de mètres (image 3).



Les formations dunaires sont classées selon le régime de vent et la couverture sableuse.

Sous un régime de vent unidimensionnel se forment des dunes en forme de croissant (les barkhanes) lorsque le couvert sableux est faible.

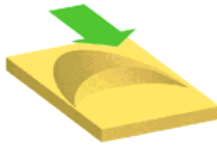
Des rangs de dunes transverses aux vents se forment si le sol est recouvert de sable.

Sous un régime de vent bidimensionnel se forment des dunes linéaires (« *sif* »).

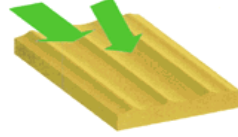
Enfin sous un régime de vent multidimensionnel se forment des dunes géantes en forme d'étoiles.

Ces différentes formes sont schématisées ci-dessous :

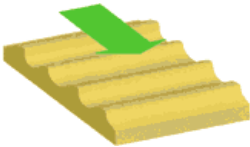
Figure 4 Les édifices dunaires



Barkhane



Dunes longitudinales

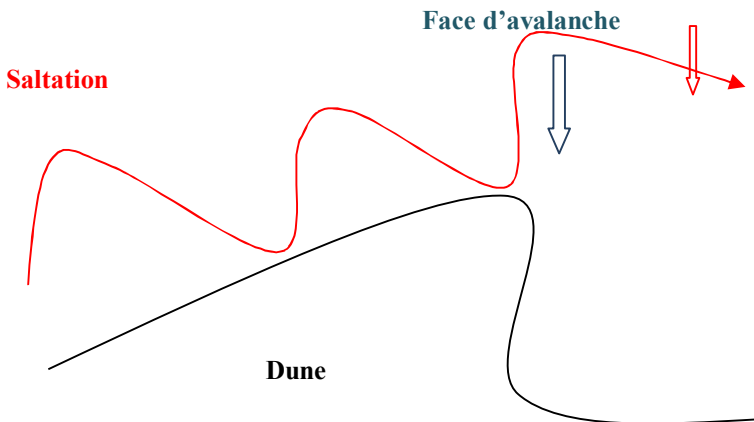


Dunes transverses

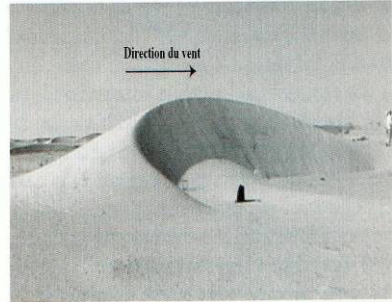
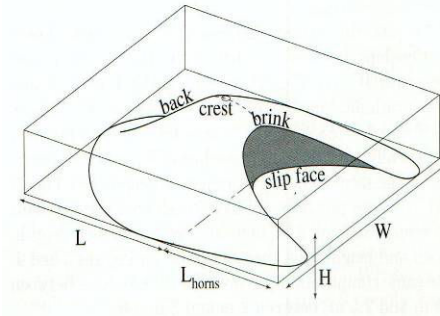


Dunes en étoiles

La formation d'une dune est régit par le processus de transport des grains par saltation sur la face au vent de la dune suivi de dépôt au sommet de la dune et d'avalanche.



Une barchane de trois mètres de haut se propage à 100 m par an. Les longueurs caractéristiques de cette dernière sont sa longueur  $L$ , sa largeur  $W$ , sa hauteur  $h$  et la longueur de courbure  $L_{\text{horns}}$ .



Les exemples de dunes transverses sont : celles du Yémen, de Californie et de Chine et sont montrées ci-dessous.

Il est important de noter que les distances inter- dunes sont de l'ordre du km.



Yémen



Californie



Chine

### Dunes transverses

Les dunes étoiles sont présentes en Algérie, dans la péninsule arabe et en chine.

Elles n'apparaissent jamais de manière isolée mais forment des réseaux. La formation de réseau est due à la direction du vent qui est multidirectionnel et à la présence d'un lit de sable de haute densité. L'*image 5* montre une dune étoile de la région de *Hassi Messaoud* en Algérie.

L'*image 6* montre les champs de dunes.



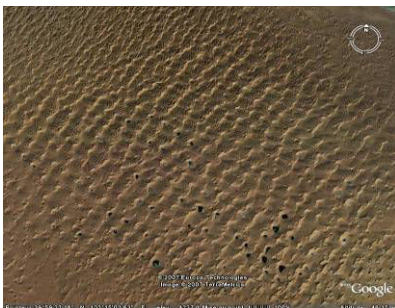
**Image 5 : Dune étoile Algérie**



**Champ de dune situé à 100 km à l'Est de Hassi-Messaoud**



**Dune étoile dans la zone à haute résolution**



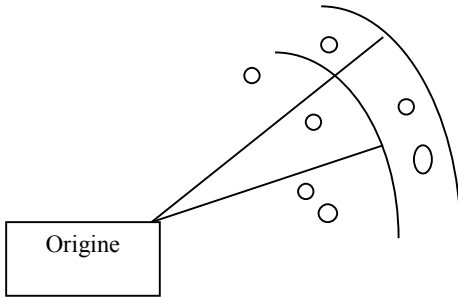
**Chine**



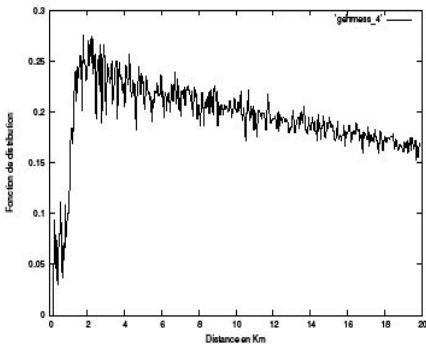
**Arabie Saoudite**

**Image 6 : Champ de dunes**

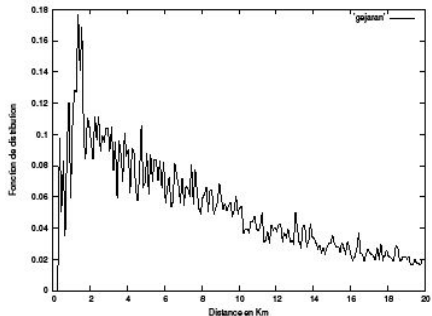
L'étude de la problématique des dunes est un couplage complexe entre l'écoulement, le transport des grains de sable et la topographie. Néanmoins nous pouvons repérer les coordonnées des sommets des dunes et construire un histogramme des distances, c'est-à-dire construire le nombre de dunes situées entre la position  $r$  et  $r + dr$ , à partir d'une origine que l'on se fixe, et établir une fonction de distribution des distances, voir schéma ci-dessous.



Les **figures 7 et 8** donnent la fonction de distribution des dunes dans le réseau de Hassi Messaoud et de Chine. Nous pouvons voir que cette dernière présente un pic autour de 1,5 Km. Cette distance critique est reproduite pour tous les réseaux sur le globe terrestre.



**Figure 7 : Fonction de distribution des distances pour le champ de Hassi Messaoud**



**Figure 8 : Fonction de distribution des distances pour le champ de Chine**

Nous avons entrepris des études de

données de météo qui sont enregistrées sur le site de l'IGRA (Integrated Global Radiosonde Archive), sous le site <http://www.weather.uwyo.edu>, et qui donne les valeurs la pression, de la température, de la vitesse du vent et de la direction du vent de la station d'*In Salah*, à partir de l'année 1940 à ce jour.

Ce travail est encore en cours ; il est entrepris en collaboration avec Dr ***Claudin P.*** et ***Andreotti B.***, chercheurs au laboratoire de PMMH de l'Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielle de Paris.



## ATLAS ÉOLIEN DES ZONES SEMI-ARIDES DES HAUTS PLATEAUX ALGERIENS

**Kasbadji Merzouk N. \*, Merzouk M. \*\* et Messen N. \*\*\***

### *Résumé*

Le vent est un paramètre météorologique qui accélère la dégradation des milieux physiques des zones semi-arides.

La présente étude, porte sur la détermination du rôle du vent sur le phénomène de l'érosion éolienne.

En effet, une étude statistique des données vent tri horaire (vitesses et direction), prélevées à 10 m du sol, a permis le calcul des vitesses moyennes annuelles et le tracé de l'évolution du vent dans la bande des hauts plateaux.

Les résultats ont permis l'identification d'une zone ventée, incluse dans les wilayate de *Tiaret, Djelfa, El Bayadh*.

La station de *Ksar Ec Chellala* a été traitée plus en détail par la détermination des hodographes des données prélevées à plusieurs altitudes.

En effet, à partir de ces résultats, les vents actifs agents d'érosion ont été estimés par secteur ; ce qui a permis la détermination des vents efficaces et des secteurs dominants.

**Mots clés :** *Atlas vent, Erosion éolienne, Vents dominats, Vents efficaces.*

### **Introduction**

Le premier atlas vent de l'Algérie a été établi au milieu des années 80 [1], à partir des données de 37 stations de l'ONM.

Ce travail a été complété par en 96 [2] avec un atlas utilisant les données de 47 stations.

Le rajout des stations des pays limitrophes a permis l'établissement des cartes des vents à différentes échelles de temps et de hauteur à partir du sol [3].

Ces résultats ont un intérêt essentiellement énergétique.

Ce qui n'est pas négligeable compte tenu de l'immensité du territoire et de la dispersion des zones d'habitation (donc des besoins énergétiques).

---

\* *Centre de développement des Energies Renouvelables, BP. 62, Bouzaréah, Alger, Algérie. E-mail : [nkmerzouk@cder.dz](mailto:nkmerzouk@cder.dz).*

\*\* *Département de Mécanique, Université Saad Dahleb de Blida.*

\*\*\* *Centre de Recherche Nucléaire de Birine, BP 212. , Djelfa, Algérie.*



A l'exception de *Saida* et *Djelfa*, qui restent dans la moyenne du nord du pays, les Hauts Plateaux algériens se caractérisent donc par des vitesses moyennes de vents plus élevées et un facteur de forme plus important.

Avec un facteur d'échelle de 6.5 m/s, la région de *Tiaret* est la zone la plus ventée.

Mais du fait de sa couverture végétale, elle échappe aux risques de désertification courus par le reste des Hauts Plateaux.

La **figure 2** montre les histogrammes ainsi que les courbes d'ajustement selon les modèles de **Weibull** et hybride-**Weibull** pour les sites de *Ksar Chellala* et *Tiaret*.

Dans le modèle hybride **Weibull**, les fréquences de vents calmes sont soustraites, soit :

**Tableau 1 - Paramètres de Weibull de quelques sites**

	k	C
<i>Ain Oussera</i>	2.49	6.2
<i>Batna</i>	1.69	5.5
<i>Biskra</i>	1.39	5.1
<i>Djelfa</i>	1.48	4.1
<i>El Bayadh</i>	1.65	5.5
<i>El Kheither</i>	1.55	5.8
<i>Ksar Chellala</i>	1.36	4.7
<i>Saida</i>	1.19	3.7
<i>Tiaret</i>	1.7	6.5

$$f(V) = (1 - ff_0) \left(\frac{k}{C}\right) \left(\frac{V}{C}\right)^{k-1} \exp\left(-\left(\frac{V}{C}\right)^k\right) \quad \text{pour } V > 0$$

(1)

$$f(V) = ff_0 \quad \text{pour } V = 0$$

Avec :

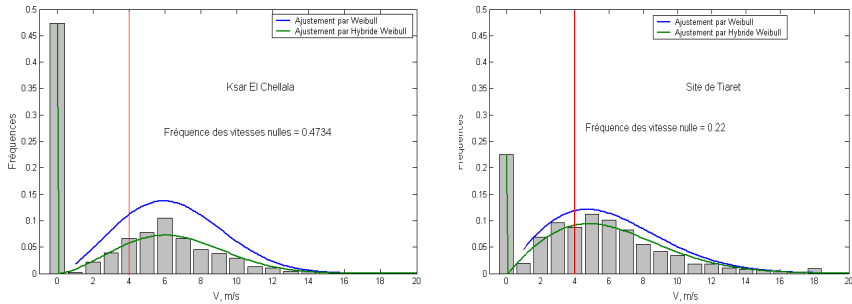
$ff_0$  : Fréquence de vitesses nulles

$k$  : Facteur de forme

$C$  : Facteur d'échelle

Les courbes montrent que le fait de ne pas considérer les fréquences de vitesses nulles (modèle de **Weibull**) peut amener, pour les sites à fortes fréquences de vents calmes, à une nette surestimation du facteur d'échelle.

Ce qui amplifie injustement les potentialités éoliennes du site.



**Figure 2 - Distribution des vitesses de vent et effet de la fréquence des vitesses nulles sur la qualité de l’ajustement pour 2 sites des Hauts Plateaux**

**Vents efficaces**

Dans le cas de l'utilisation du potentiel éolien à des fins énergétiques on s'intéresse aux vitesses supérieures à la vitesse de démarrage de la roue à aubes qui est généralement autour de 3 m/s.

Dans ce cas les vents efficaces sont les vents dont les vitesses sont supérieures à la vitesse de démarrage  $V_d$  et inférieures à la vitesse d'arrêt  $V_a$  (mise en drapeau de l'éolienne pour sa préservation).

La puissance énergétique éolienne utilisable représente donc l'intégrale du potentiel entre les 2 bornes, [5], soit :

$$Pu = \frac{1}{2} \rho \eta \int_{V_o}^{V_a} f(V) V^3 dV \quad (2)$$

Avec :

$\rho$  : Masse volumique de l'air

$\eta$  : Limite de Betz

Pour la préservation des sols et des ouvrages contre l'érosion et l'ensablement, on s'intéresse aux vitesses de vents susceptibles de déplacer une particule élémentaire.

Selon la densité et la granulométrie des particules (grains de sable ou poussières) les vitesses de vent susceptibles de les déplacer se situent entre 4 et 6 m/s.

Pour la suite, on considérera comme vents efficaces, les vents dont les vitesses sont supérieures à 4 m/s.

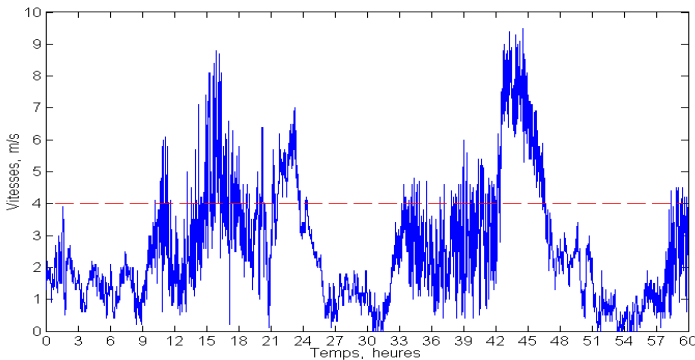
La proportion de vents efficaces est alors donnée par :

$$F_{eff} = \int_{V_m}^{\infty} f(V) dV \quad (3)$$

Les données standard fournies par l'ONM sont moyennées sur des périodes de 3 heures, alors que le déplacement de particules peut être dû à un effet instantané.

De ce fait, ce type de données est inadapté pour l'estimation des fréquences de vent susceptibles de déplacer des particules.

Les données doivent nécessairement être enregistrées en continu ou, tout au moins, à l'échelle de la minute, comme celui enregistré par la station de *Ksar Chellala* ainsi que le montre le tracé de la **figure 3**.



**Figure 3 - Mesures de la vitesse du vent, effectuées à *Ksar Chellala* durant le mois de juin 2005**

Ce tracé montre que si on devait moyenner sur des périodes de 03 heures les périodes allant de 09 h à 15 h et de 33 h à 42 h seraient considérées comme calmes au sens des vents efficaces alors qu'il n'en est rien.

### Vents dominants

La **figure 4** représente les fréquences de vent, par direction, ainsi que les fréquences de vents efficaces, toujours par direction, pour les sites *Djelfa*, *Ksar Chellala*, *In Oussera* et *El Bayadh*.

Ainsi, par vents dominants on considère ici les vents dominants efficaces estimés par l'intégrale donnée en 3.

On constate que même si ces 4 sites appartiennent au même espace, la direction des vents dominants y est complètement différente.

Au centre des Hauts Plateaux la direction dominante est plutôt West, alors qu'à l'ouest de la zone, la direction dominante est plutôt Sud. On remarque également que la région de *Djelfa* est relativement épargnée par les vents efficaces.

Le but de l'étude sectorielle permet de déterminer la direction des vents dominants efficaces, afin de prendre les mesures appropriées pour la protection l'espace considéré (puits, route, oasis, etc.), mais également d'estimer la direction probable des particules déplacées, afin de prendre les mesures de protection en aval.

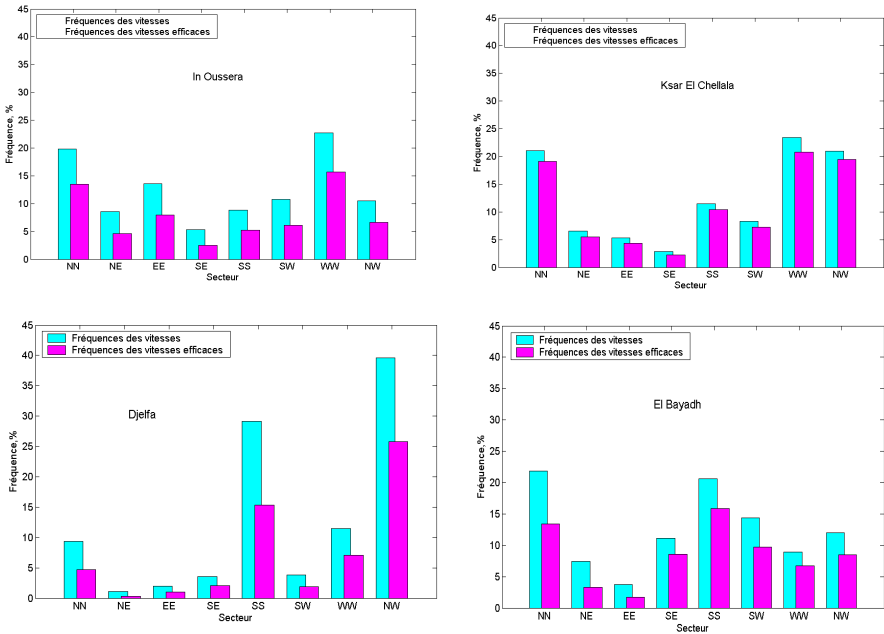
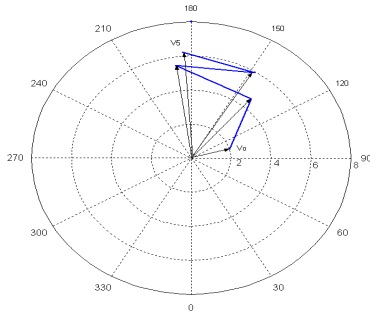


Figure 4 - Fréquences de vents efficaces par direction sur 4 sites

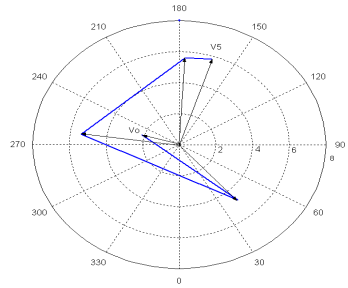
La *figure 5* représente le tracé de l'hodographe (variation du vecteur vitesse, moyenné sur la journée, en fonction de la hauteur à partir du sol) pour les journées du 09 et 19 avril 2003 à *Ksar Chellala*.

Ces tracés montrent que, durant son ascension, une particule hypothétique hésiterait entre plusieurs directions avant de s'orienter franchement (à partir de 40 à 50 m) vers le nord.

Le risque d'ensablement, à partir des gisements du sud, est donc bien réel.



09-04-2003

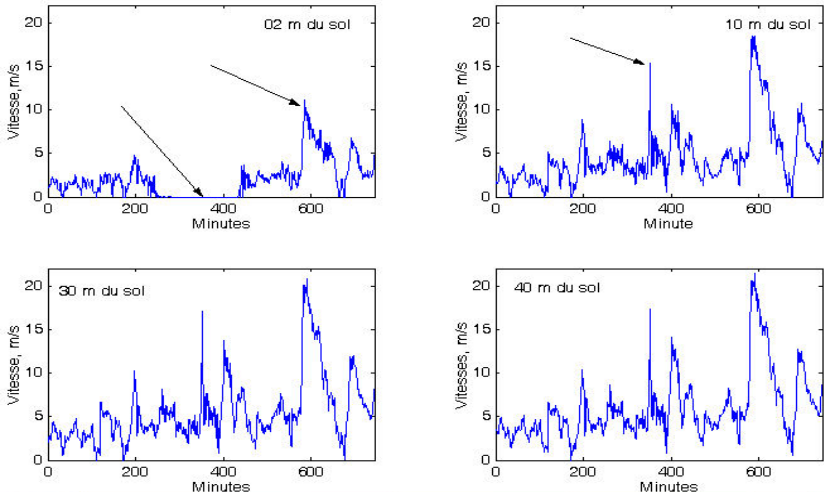


19-04-2003

**Figure 5 - Hodographes établis à Ksar Chellala pour 2 journées du mois d'avril 2003 (moyennes journalières)**

**Effet de la hauteur**

La **figure 6** représente la variation de la vitesse du vent, en fonction de la hauteur, enregistrée à *Ksar Chellala* durant la journée du 09 04 03. La comparaison des enregistrements à 2 m et 10 m du sol montre que, du fait de la proximité du sol, les allures des 2 tracés ont peu de ressemblances.



**Figure 6 - Mesures de vitesses du vent, en fonction de la hauteur à partir du sol, enregistrées à Ksar Chellala durant la journée du 09 04 2003.**

En effet, alors que les vitesses enregistrées à 2 m sont nulles entre 230 et 420 mn, elles sont de l'ordre de 4 m/s à 10 m du sol.

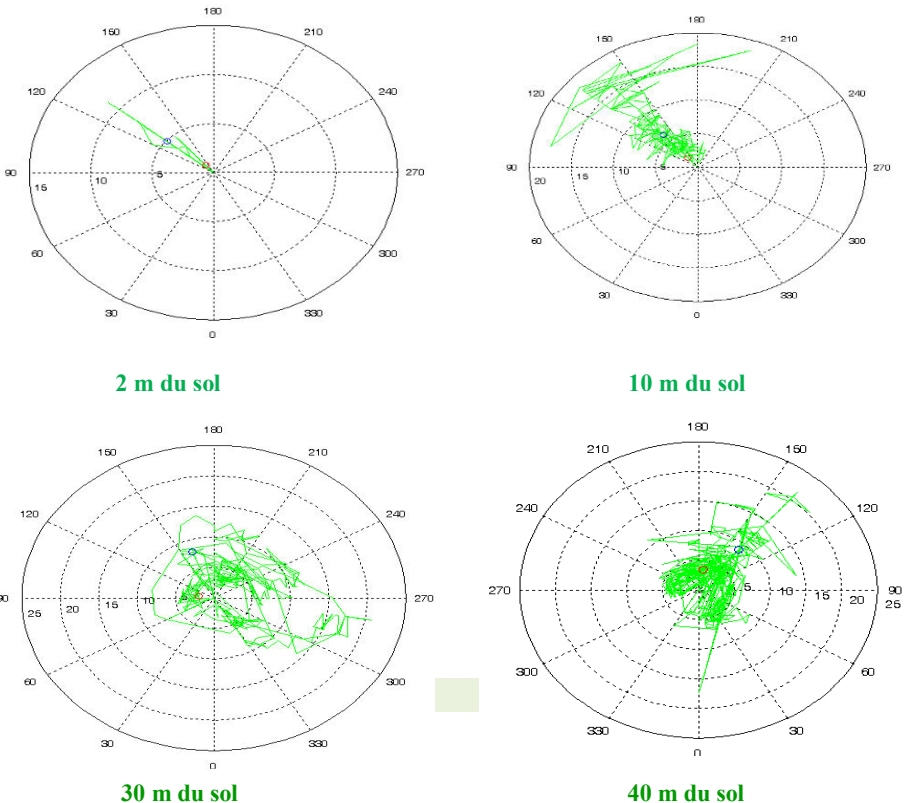
Par contre les variations enregistrées à 30 m et 40 m du sol sont presque identiques ; ce qui veut dire que : l'effet du sol (forces de frottement) est insensible au-delà de 30 m du sol.

Les hodographes de la **figure 7** représentent la variation du vecteur vitesse, en fonction du temps, à une altitude donnée pour des enregistrements effectués, à l'échelle de la minute, durant la journée du 09 avril 2003 à *Ksar Chellala*.

Ces tracés montrent que la direction du vent reste relativement constante et se conserve en passant de 2 à 10 mètres du sol (direction NW).

Par contre, quand on monte en hauteur, le vent "va un peu dans tous les sens" et il n'y a donc pas de conservation de la direction.

La direction finale est NW à 30 m et NE à 40 m.



**Figure 7 - Hodographes établis à partir des mesures de vitesses du vent effectuées toutes les minutes à *Ksar Chellala* durant la journée du 09 avril 2003**



## Conclusion

Les résultats que nous avons présentés montrent qu'à l'exception de la région de *Djelfa*, la proportion de vents efficaces, donc susceptibles de contribuer à la satisfaction des besoins énergétiques de la région des Hauts Plateaux algériens est importante.

Malheureusement, ces mêmes vents efficaces contribuent à l'érosion des sols, relativement importante, et provoquent le déplacement des particules.

Par ailleurs, les hodographes établis montrent que la direction finale des particules reste orientée entre NE et NW, d'où le risque de la progression du sable vers le nord du pays à partir des gisements du sud.

Enfin, la définition même de vent efficace implique que ce type d'étude nécessite des mesures en continu ; ce qui rend inadéquates les données tri horaires fournies par l'ONM.

## Références

1. **Hammouche R.** (1990) : « Atlas Vent de l'Algérie/ONM ». Office des Publications Universitaires (OPU), Alger.
2. **Kasbadji Merzouk N.** (1994) : « An Evaluation of Wind Energy Potential in Algeria ». Proceeding of EWEC'94 congress, Thessaloniki, Grèce.
3. **Kasbadji Merzouk N.** (2000) : « Wind Energy Potential of Algeria ». Inter. Journal of Renewable Energy, N° 21, pp 553-562.
4. **Kasbadji Merzouk N., Merzouk M. et Messen N.** (2003) : « Mass Consistent Model Application to the Desertification Phenomenon study in the High Plains of Algeria ». Inter. Journal of Renewable Energy, N°28, pp 655-663.
5. **Kasbadji Merzouk N. et Merzouk M.** (2005) : « Perspectives du Pompage Eolien en Algérie ». Colloque International sur les ressources en eau souterraines dans le Sahara, Ouargla, Algérie, Décembre.
6. **Messen N., Kasbadji Merzouk N., Makhlof L., Brague A., Zaidi C. et Benzeboua Z.** (2007) : « Contribution à l'étude du vent en rapport avec l'érosion éolienne dans les zones arides ». Rapport Scientifique du Projet National de Recherche N° 03/02/05/01/05/97, Décembre.

## ETUDE SPATIOTEMPORELLE DES EVENEMENTS DE SABLE SUR LA REGION SUD-EST : METHODE DE SUIVI ET DE PREVISION

**Fekih A. \*, Talbi N. \*\* & Sadaoui B. \*\*\***

### *Résumé*

Le désert algérien est répertorié comme source potentielle de sable à l'échelle mondiale.

La région Sud-est de l'Algérie reçoit l'influence des deux sources potentielles de sable, à savoir : l'Erg oriental et l'Erg occidental.

pour la compréhension du régime du vent sur cette région une étude spatiotemporelle est présentée.

L'analyse basée sur une série de 30 ans pour les localités suivantes : *Ghardaïa, El Goléa, El Oued, Touggourt, Hassi Messaoud, In Amenas*).

L'analyse globale fait ressortir les constatations suivantes :

- Deux périodes de forte occurrence des événements de sable (1984-1990, 2001-2005) avec une moyenne annuelle de 50 jours/an.
- La saison sableuse s'étend de : février – juin.
- Prolongement des événements au mois de septembre pendant la dernière décennie.
- Distribution régulière des chasses-sable sur toute la saison sableuse.
- Faible occurrence de tempête et brume de sable.

En fin, des méthodes de prévision statistique et dynamique dans le but de contribuer efficacement à la mise en œuvre d'une stratégie de prévention et de planification.

### **Introduction**

Des efforts considérables ont été fournis par la communauté scientifique pour la compréhension des phénomènes de sable et de poussières, notamment leurs sources de production, leurs mécanismes de mobilisation, leurs déplacements et leurs dispersions dans l'atmosphère, leurs impacts sur le climat planétaire, ainsi que leurs effets environnementaux.

---

\* E-mail : [a.FEKIH@meteo.dz](mailto:a.FEKIH@meteo.dz).

\*\* E-mail [climdrse@yahoo.fr](mailto:climdrse@yahoo.fr).

\*\*\* E-mail [sadaouibahri@yahoo.fr](mailto:sadaouibahri@yahoo.fr)

*Office National de la Météorologie. Direction Régionale Sud Est. Cellule d'étude et de suivi des phénomènes de sable. BP 637 Ouargla.*

Le suivi de ces phénomènes et la prévision de leur apparition et le degré de leur sévérité constituent un souci majeur pour tous les acteurs socio économiques.

Comme conséquences directes de ces événements de sable, on notera :

- L'effet d'ensablement et érosion des terres.
- La dégradation de la couverture végétale.
- L'accentuation du phénomène de désertification.
- L'environnement, le transport, la santé et le bien être.

A cet effet, plusieurs méthodes sont utilisées actuellement pour détecter ces litho-météores et suivre leurs trajets dans l'atmosphère.

Aussi, le développement des capacités de calcul ont permis l'élaboration de modèles dynamiques et statistiques pour la prévention des événements de sable et de poussières sur différents domaines spatiaux.

Ces informations sont fournies aux différents usagés sous forme adéquates, afin d'être exploitées à temps (planification de chantier, plan de lutte, intervention).

### **Objectifs de l'étude**

C'est dans le cadre d'un programme d'étude et de recherche sur les événements de sables que ce thème est présenté.

Le but essentiel est l'élaboration d'une climatologie approfondie, liée à ces phénomènes et à leurs comportements spatio-temporels, ainsi que la mise en place d'un système de veille et de prévision capable d'aider à prise de décision dans le domaine de la planification.

### **Méthodologie**

Pour cette étude, une série de données d'observation de 30 ans ont été utilisées.

Période de : 1976-2005, pour les stations et localités suivantes *Touggourt, Hassi Messaoud, El Oued, Ghardaïa, El Goléa et In Amenas*).

La méthodologie est la suivante :

- Inventaire de données.
- Analyse fréquentielle des événements à différentes échelles.
- Classification par degré de sévérité des événements.
- Etude des corrélations des précipitations sur les événements enregistrés.
- Analyse du comportement spatial de ces événements.

Enfin, un passage en revue des différentes méthodes utilisées pour la prévision de ces phénomènes.

- a) Prévision d'occurrence par procédés statistiques.
- b) Application d'un modèle numérique à l'échelle local pour la prévision des champs de vents à différents niveau d'altitude (échéance 48 h).
- c) Utilisation de l'imagerie satellitaire pour la détection de ces phénomènes.

## Inventaire des phénomènes de sable

### 1 - L'objectif de l'inventaire

L'objectif de cet inventaire s'inscrit dans le cadre du projet d'études et de prévision des phénomènes de sable.

Il s'agit de connaître, au niveau régional, le comportement temporel et spatial de ce phénomène en se basant sur la qualité des données et la longueur des séries utilisées.

### 2 – La réalisation

La réalisation de cet inventaire nécessite un grand nombre d'informations sur le phénomène de sable et la bonne qualité d'observations météorologiques.

Pour cela, nous avons utilisé les données des stations professionnelles indiquant le phénomène de sable dans ces trois formes :

- a - Brume de sable : poussière en suspension dans l'atmosphère.
- b - Chasse sable : soulèvement de poussière ou de sable par un vent suffisamment fort.
- c - Tempête de sable : c'est un vent de sable avec une visibilité inférieure à 1 km, un ciel invisible et une vitesse du vent dépassant les 16 m/s.

### 3 – Le choix de stations :

Le choix des stations est basé sur le critère de la longueur des séries d'observation météorologiques ( $> = 30$  ans) de la qualité des données (homogénéité des séries et leurs contrôles de qualité).

**Tableau 1 : Stations sélectionnées**

Stations	Latitude	Longitude	Altitude	Période
<i>Ghardaïa</i>	32°24 N	03°48 E	468	30 ans
<i>El Oued</i>	33°30 N	06°47 E	64	30 ans
<i>Touggourt</i>	33°04 N	06°05 E	87	30 ans
<i>In Amenas</i>	28°03 N	09°38 E	561	30 ans
<i>El Mni'â</i>	30°34 N	02°52 E	397	30 ans
<i>Hassi Messaoud</i>	31°40 N	06°09 E	142	30 ans

4 – La Banque de données

Les données utilisées dans cet inventaire sont extraites des fichiers d’observations météorologiques saisies et contrôlées au niveau des stations professionnelles.

Le contrôle est effectué à l'aide du « clicom » (logiciel de contrôle et de gestion climatologique) sur la période 1976-2005.

Ces données sont saisies dans deux grilles :

1. Quotidienne,
2. synoptique tri horaire.

La *première étape* de l'inventaire consiste en la détermination des données manquantes par stations pour donner une idée sur la chronologie des séries.

La *deuxième étape* consiste en la structuration des fichiers « clicom » pour les adapter aux différents logiciels statistiques (systat, instat ,...)

**Analyse de l’inventaire**

Cet inventaire nous donne une idée sur le nombre de jours de vents de sable, observés dans la région, durant la période 1976 – 2005.

Une analyse spatio-temporelle des événements nous permet de mieux comprendre, du point de vue climatologique, le comportement des phénomènes de sable.

Le résultat de l’inventaire est donné par le tableau suivant :

**Tableau 2 : Inventaire quotidien des jours de sable sur la période (1976 - 2005)**

Stations	Périodes	Nb d’obs.	% des données obs.	% des données manquantes	Nb jours de sable	% de jours de sable
<i>El Oued</i>	(1976-2005)	10958	100	0,0		24
<i>Tougourt</i>	(1976-2005)	10958	100	0,0	1105	10
<i>In Amenas</i>	(1976-2005)	10499	96	4,6	2141	20
<i>H. Messaoud</i>	(1976-2005)	10863	99	1,0	1690	16
<i>Ghardaïa</i>	(1976-2005)	10495	96	4,6	1967	19
<i>El Goléa</i>	(1976-2005)	10349	94	6,1	2560	25
<b>TOTAL</b>		<b>67744</b>			<b>12746</b>	

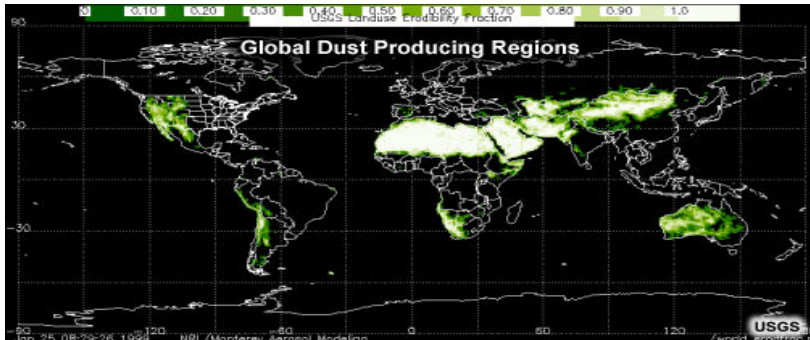
**Sources potentielles de sable**

Les zones productives qui sont les sources potentielles de sable et de poussières sont localisées dans des zones arides et semi-arides.

Ce sont essentiellement les étendues désertiques et steppiques, où le cumul annuel de précipitation est  $< 200$  mm.

Les principales régions arides et semi arides se situent en :

- Afrique du Nord ;
- Afrique de Sud Ouest ;
- Asie ;
- Péninsule Arabique ;
- Australie.



**Photo 1**

Cette classification, dans son ensemble, est confirmée par plusieurs études utilisant différentes approches par l'exploitation des données de radiances, mesurées par les instruments embarqués par les satellites d'observation de la terre, qui utilisent des canaux visibles, infrarouge et ultraviolet, pour détecter les zones de sable et de poussières.

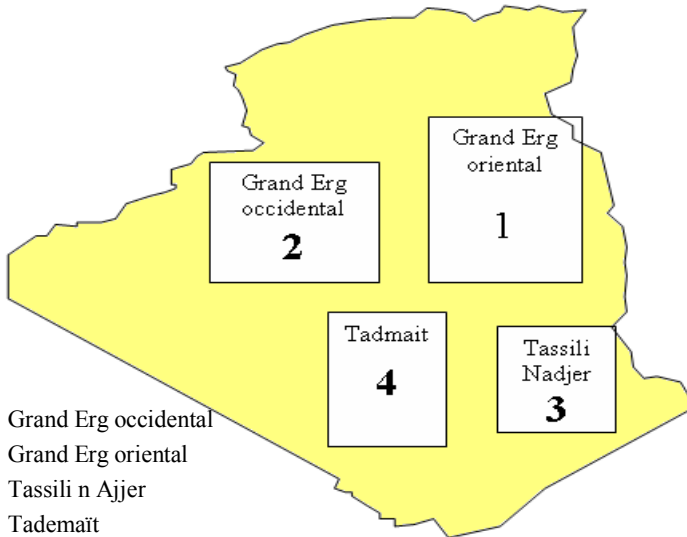
Des indices d'absorption de poussières et aérosols sont calculés et archivés tel que :

- L'indice AAI du spectromètre TOMS, embarqué sur le satellite Aqua Américain.

→ L'IDDI de Météosat.

Les études climatologiques sur ces indices (*Barkan et al., 2004 ; Washington et al., 2003 ; Prospéro et al., 2002*) ont abouti à des classifications approchées des sources globales de sable et poussières désertiques dans le monde.

A l'échelle nationale, une étude basée sur des données d'observations collectées au niveau de stations météorologiques sur une longue période au sud algérien : occurrence des phénomènes, visibilité horizontale, ... a permis une répartition en quatre régions productives de sable (*Senouci M. et Ben Sebgag A., Thèse : IA, IHFR, 1993*).



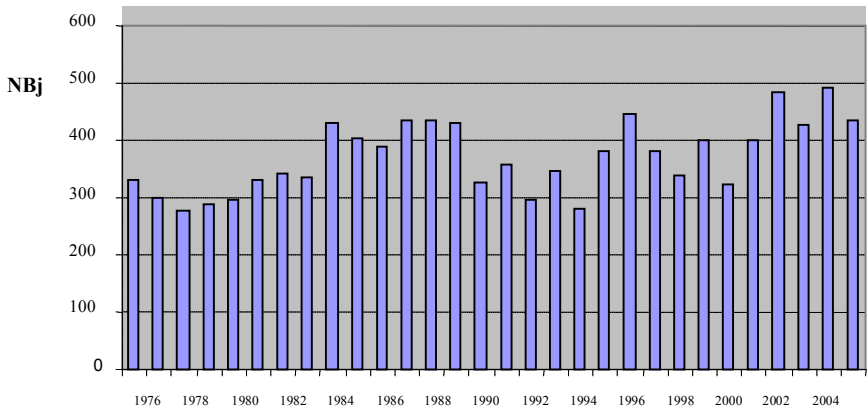
**Figure 1 : Régionalisation d'évènement de sable (1971 - 1985)**

### Analyse fréquentielle d'occurrence des événements

⇒ *Variation temporelle*

Le *graphe n° 1* fait ressortir deux périodes de forte occurrence des évènements de sable relatif aux années 1984 – 1990, et la période, 2001 - 2005.

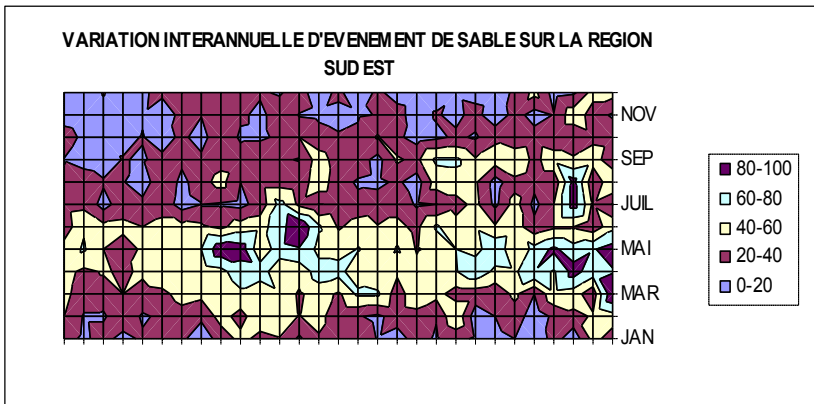
La moyenne annuelle des évènements est de 50 jours/an.



**Graph 1 : Occurrence d'évènement globale sur la région Sud-est**

On a constaté, d'après le *graphe n° 2*, que les phénomènes se produisent généralement durant la saison de février à juin, avec un maximum de 122 jours/an.

Néanmoins, il a été constaté un prolongement de ces phénomènes jusqu'au mois de Septembre pour la dernière décennie : 1996 - 2005.



**Graph 2 : Variation interannuelle d'évènements sur la région Sud-est**

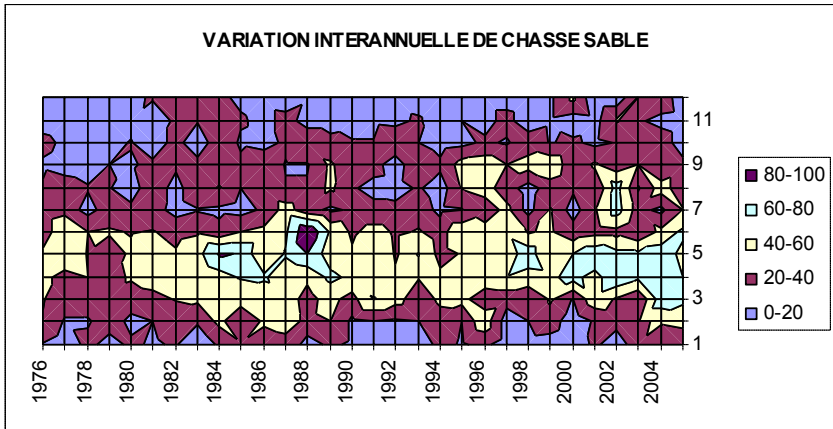
⇨ **Classification par type d'évènement**

1 - Chasse-sable

On remarque une distribution régulière du phénomène chasse-sable sur toute la période d'étude, avec un grand nombre d'occurrences par rapport aux autres types (tempête et brume de sable).



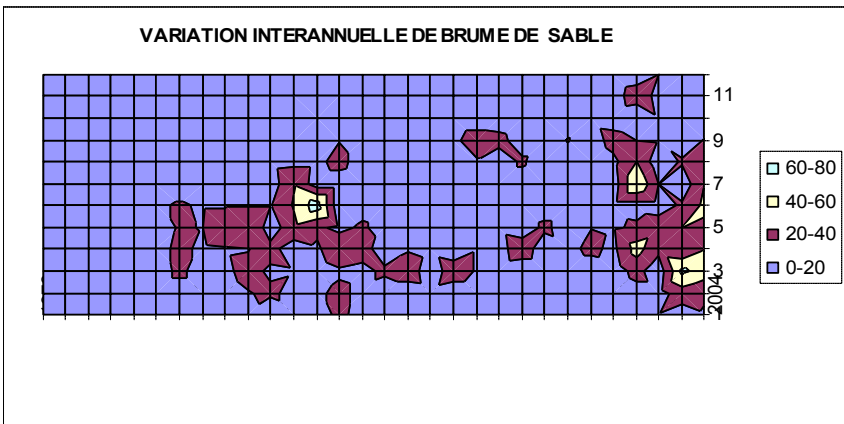
La moyenne annuelle est de 53 j/an.



Graph 3 : Variation interannuelle de chasse sable sur la région Sud-est

2 - Brume de sable

La variation interannuelle des brumes de sable est peu fréquente par rapport à la chasse-sable ; cette variation fait apparaître deux noyaux d'occurrence élevés : 1984 - 1990, 2001 - 2005.

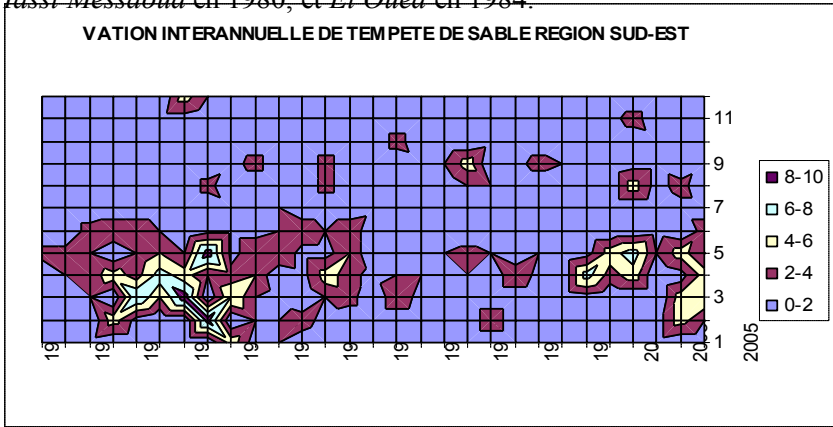


Graph 4 : Variation interannuelle de brume de sable sur la région Sud-est

3 – Tempête de sable

La forte occurrence de tempête de sable est enregistrée pour les deux périodes représentées sur le **graphe n° 5** (1980 - 1986, 2000 - 2005),

avec une moyenne annuelle de 02 j/an, et un pic de 09 j/an, enregistré à *Hassi Messaoud* en 1980, et *El Oued* en 1984.



**Graph 5 : Variation interannuelle de Tempête de sable sur la région Sud-est**

⇒ *Variation spatiale*

→ **Variabilité d'occurrence d'évènement par type**

Les stations sélectionnées pour cette étude reçoivent l'influence des deux principales étendues sableuses, à savoir : le Grand Erg oriental et le Grand Erg occidental.

**Tableau 3 : Nombre d'occurrences par type d'évènement**

Stations	Brume de sable	Chasse sable	Tempête de sable	Total
<i>Touggourt</i>	280	961	42	<b>1283</b>
<i>El Oued</i>	780	2433	65	<b>3268</b>
<i>Ghardaïa</i>	627	1705	83	<b>2415</b>
<i>Hassi Messaoud</i>	609	1408	74	<b>2091</b>
<i>El Goléa</i>	973	2167	41	<b>3181</b>
<i>In Amenas</i>	608	1944	57	<b>2642</b>

→ **Régime de vents**

*1 - Analyse par classe des vitesses*

L'analyse des classes de vitesse des vents a pour but de déterminer les fourchettes des vitesses pour lesquelles les évènements de sable sont plus fréquents.

En général, les classes des vitesses [11-15] et [16-20] sont les classes qui présentent le plus grand nombre d'occurrences d'évènements.

**Tableau 4 : Fréquences des jours de sable par classe des vitesses du vent**

Classes	Jan	fev	mars	avr	mai	jui	juil	aout	sep	oct	nov	dec	Total
01-05	13	1	2	0	0	0	0	2	1	0	6	9	34
06-10	20	30	49	42	41	29	40	42	48	24	31	42	438
11-15	81	122	177	238	241	153	170	180	185	99	97	104	1847
16-20	86	118	163	254	239	171	130	105	158	82	65	68	1639
>= 25	21	53	69	118	135	74	40	68	59	34	23	29	724

Des cas de chasse-sable peuvent apparaître à partir d'une vitesse de 5 m/s. Les tempêtes de sable sont généralement observées à partir de la vitesse de 16 m/s.

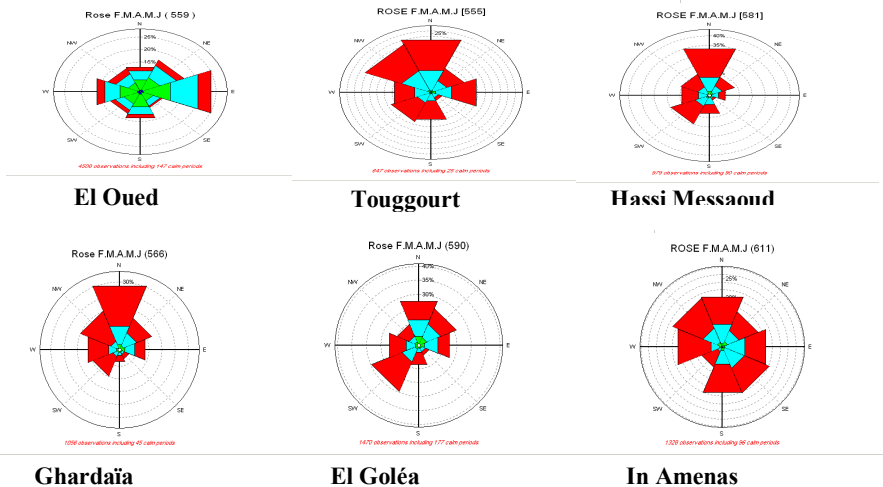
**Tableau 5 : Fréquence d'occurrence par type et classe des vitesses**

Type	1-5	6-10	11-15	16-20	>= 25
Chasse-sable	2	1216	3308	2268	1100
Tempête de sable	0	0	0	92	268

2 – Analyse par classe de direction

D'après l'étude des roses du vent sur les saisons de forte occurrence de sable (février - juin), on a constaté qu'en général, le régime des vents a une dominance Nord ; de plus, il a été constaté :

- une composante Sud Ouest pour la station El Goléa,
- une composante Sud Est pour In Amenas,
- une composante Est pour la station d'El Oued.

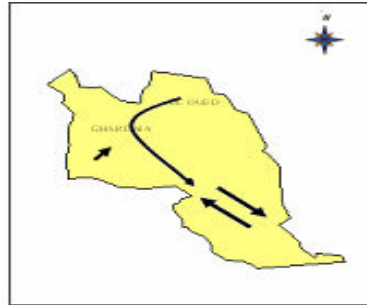


**Graph 6 : Roses des vents forts période février - juin (1976 - 2005)**

La région subie l'influence de deux régimes de vent qui accompagnent le passage des perturbations du Nord et à la remontée du Sud (Voir la *carte n° 2* relative au régime des vents forts).

⇒ **Corrélation évènements de sable et précipitations**

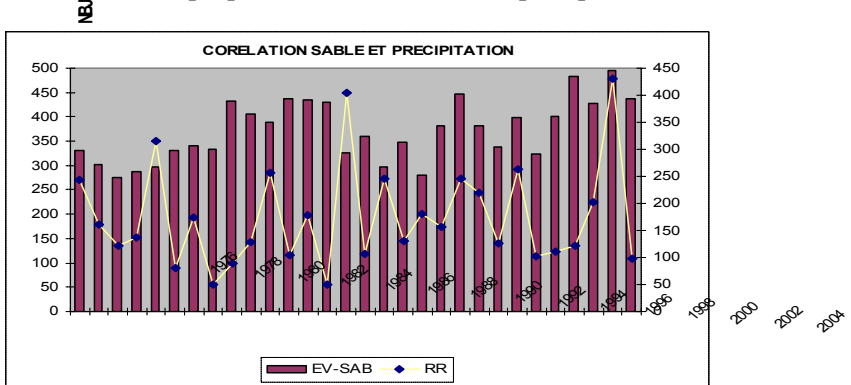
L'anti-corrélation entre les fréquences d'évènements de sable et les précipitations annuelles est



**Figure 2 : Carte régime du vent fort région Sud Est**

nettement observée sur le **graphe n° 6**.

La fréquence d'occurrence des différents types d'évènements de sable est inversement proportionnelle aux taux de précipitations.



**Grappe 6 : Corrélation évènement de sable précipitation**

La sécheresse qui a touché la région au cours des années 1982 à 90 fournit un bon exemple.

### Méthodes de prévision de télédétection d'évènements

En général, le soulèvement de sable est étroitement lié aux configurations du temps suivantes :

- passage frontal,
- instabilité des basses couches,
- cisaillement de vent et turbulences,
- rafales de vent sous orage.

Plusieurs outils d'analyse permettent la prévision et le suivi des événements de sable, notamment à l'échelle synoptique.

Ces outils sont utilisés couramment dans les services de prévision à travers le monde.

Les données sont interchangées *via* le « SMT » (Système Mondial de Transmission), propre à l'OMM (Organisation Mondiale de la Météorologie).

Les produits d'analyse sont les résultats des :

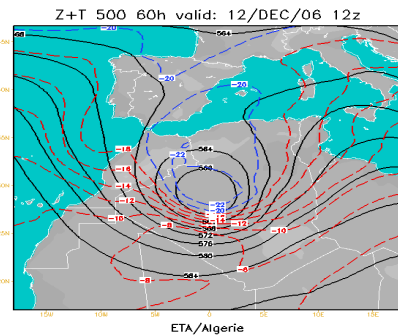
- modèles numériques du temps,
- modèles et procédés statistiques,
- modèles d'analyse,
- imageries satellitaires.

⇒ **Les modèles numériques du temps**

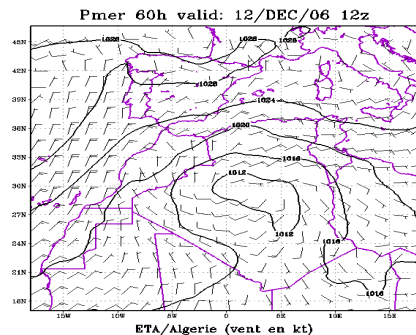
En réalité, les modèles de prévision numériques ne prévoient pas le sable. Mais ils déterminent la distribution future des paramètres météorologiques, tels que : la pression, le vent, l'humidité et les traduisent en termes de temps significatif.

Parmi les produits utilisés pour la prévision du sable :

- Les champs de vent en surface et en altitude.
- Les champs de pression et géopotentiel.
- Les conditions d'instabilité.
- Les vitesses de friction.
- Le cumul de pluie.
- Les cisaillements de vent.



**Figure 3 : Carte géopotentiel 500 Hpa le 12/12/06 à 12H TU**

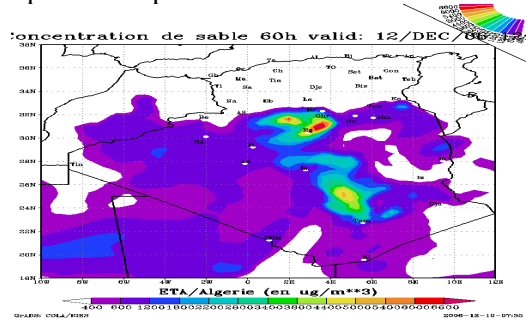


**Figure 4 : Carte isobarique sur surface le 12/12/06 à 12H TU**

Certains modèles de prévision numérique du temps simulent le cycle de vie du sable et poussière désertiques (comme le cas du modèle ETA-Algérie), en produisant des prévisions des champs de concentration de sable en surface ainsi que les champs de dépôt sec et humide. La concentration de sable est régie par une équation de continuité de type Eulérien (Nickovic S., 1998).

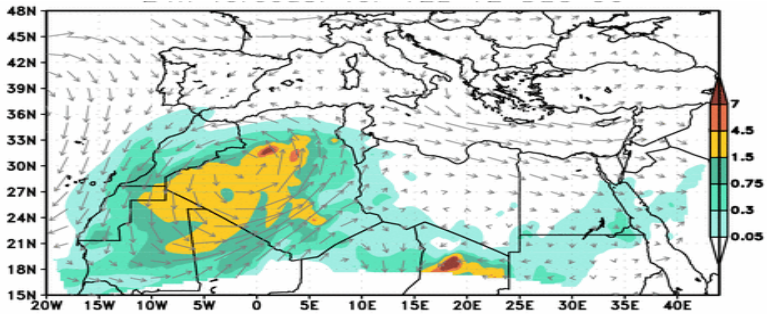
1 - Sortie Modèle ETA-Algérie

**Figure 5 :**  
Concentration  
de sable 00 h valide

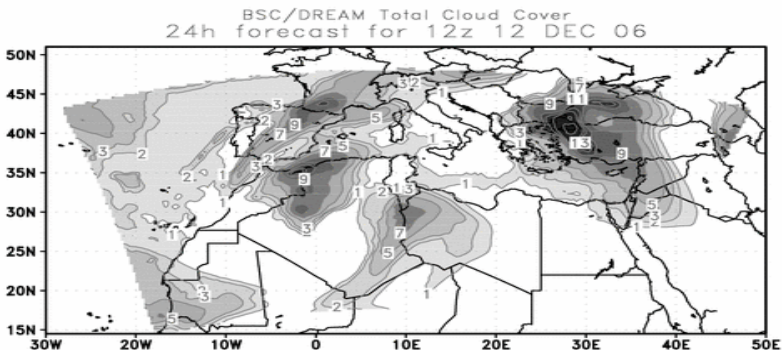


2- Modèle DREAM

Prévision de la concentration de sable (en g/m<sup>2</sup>) et champ de vent à 3000 m d'altitude : validité 24 h, à compter du 12/12/06 à 12 HTU.



**Figure 6 :** Concentration de sable et champ



**Figure 7 :** Couverture nuageuse de vent à 3000 m

Dans le cas de l'instabilité, le soulèvement de sable peut être d'origine locale et être dû essentiellement à l'accentuation des mouvements verticaux de l'air par réchauffement des basses couches de surface qui peuvent être détectées après dépouillement des sondages effectués au niveau des points d'observation en altitude (sondage observé), ou à l'aide des sondages prévus par les modèles numériques.

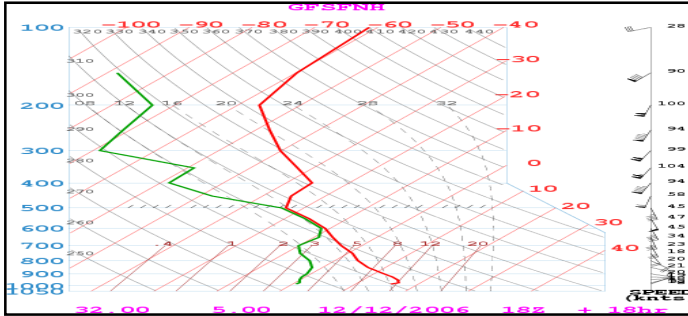


Figure 8 : Sondage prévu à la station d'Ouargla

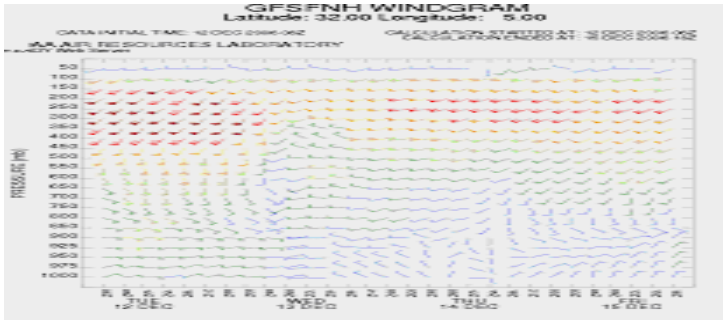


Figure 9: Champ de vent prévu à la station d'Ouargla

### 3 - Cartes d'analyse

Ces modèles de cartes sont basés sur les observations effectuées au niveau des stations météorologiques qui diffusent, *via* le SMT, des rapports horaires sur les modifications du temps observés au niveau de la station notamment :

- Les rapports de réduction de la visibilité horizontale.
- Le vent en direction et force.
- La température du point de rosée.
- Le temps présent.
- Le temps passé.

Ces informations sont collectées sous format alphanumérique ou représentées sur des cartes. Chaque paramètre est représenté par un symbole spécifique (voir *figure 10*) :

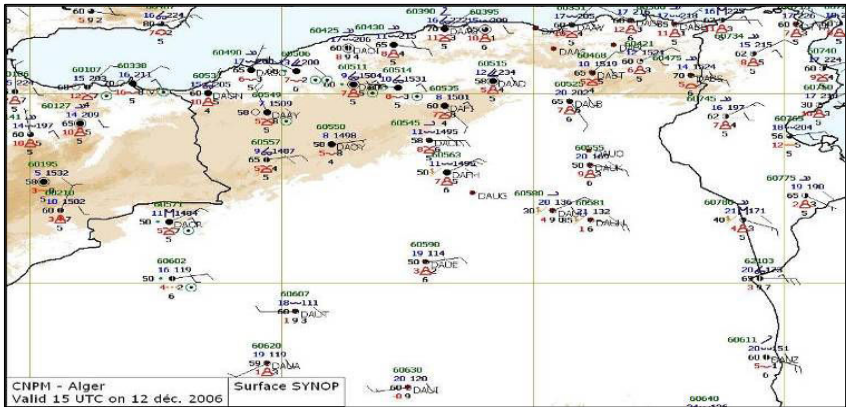


Figure 10 : Carte surface

Ce modèle de cartes représente : le type temps significatifs, au moment de l'observation et pendant l'heure précédente.

Parmi les phénomènes étudiés :

- La réduction de la visibilité horizontale.
- La température de point de rosée.
- Le chasse-sable (basse et élevée).
- La brume de sable.
- Les tempêtes de sable ou de poussière.

4 - Produits prévus en 72 heures Modèle globale GFS du NCEP

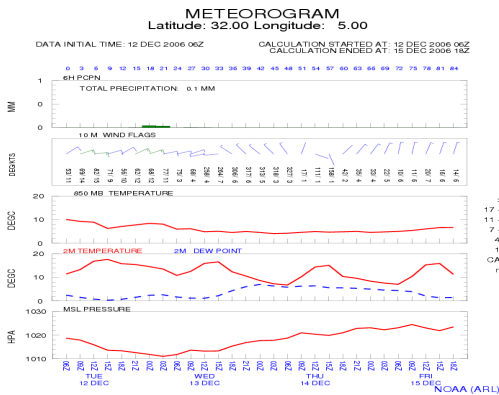


Figure 11 : Météo Gramme d'Ouargla, le 12/12/06 à 06 H TU  
Echéance 72 h

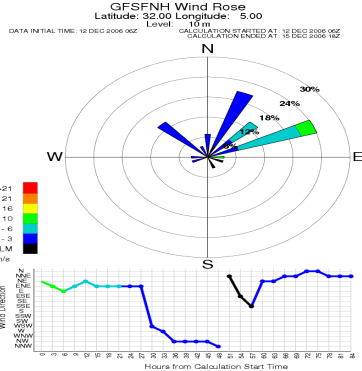


Figure 12 : Rose du vent prévu à Ouargla, le 12/12/06 à 06 H TU  
Echéance 72 h



⇒ *Méthodes statistiques*

Les méthodes d'adaptations statistiques contribuent efficacement dans le domaine de la prévision des phénomènes de sable, occurrence et type d'évènement.

La méthodologie est la suivante :

1 - Analyse discriminante

Le but de l'analyse discriminante est d'arriver à la partition d'une population statistique en plusieurs catégories se rapportant à une modalité d'un évènement. Pour simplifier on peut raisonner avec deux modalités :

**La présence d'un phénomène**       $\longrightarrow$  **A**  
**L'absence d'un phénomène**       $\longrightarrow$  **A (bar)**

La règle décisionnelle optimale est donnée par la fonction discriminante :

$$g(x) = \frac{P(A) \cdot F_a(x) \cdot C [A/A \text{ (bar)}]}{P[A \text{ (bar)}] \cdot F_a(\text{bar})(x) \cdot C (A \text{ (bar)}/A)}$$

P (A) et P [A (bar)] sont les fréquences relatives à des cas d'occurrences du phénomène obtenues à partir du fichier de données. La spécification entre deux sous populations utilise un seuil défini par :

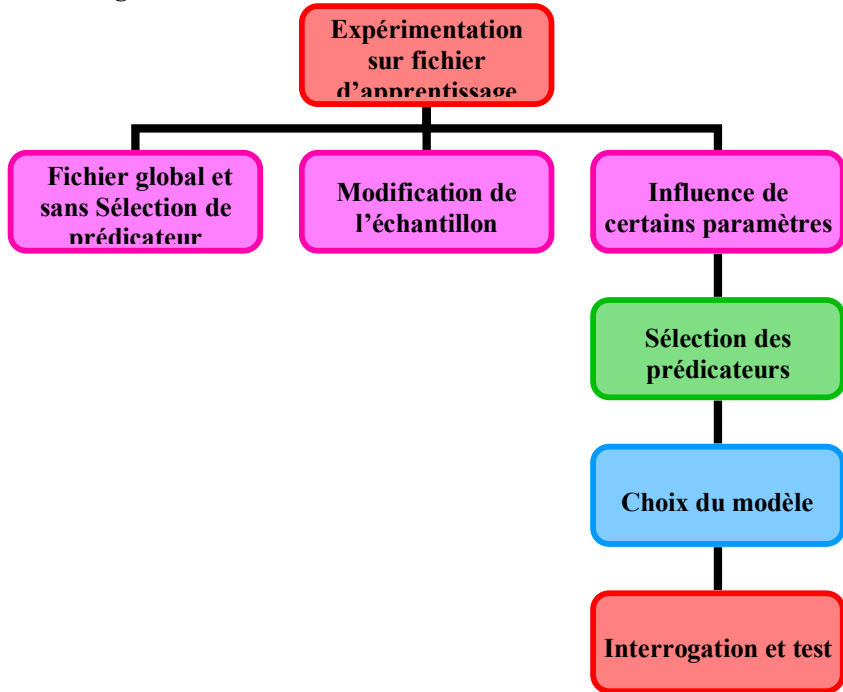
$$S = \frac{P (A) \cdot C [A/A \text{ (bar)}]}{P [A \text{ (bar)}] \cdot C [A \text{ (bar)}/A]}$$

$$S=1 \text{ si } \frac{P (A)}{P [A \text{ (bar)}]} = \frac{C [A/A \text{ (bar)}]}{C [A \text{ (bar)}/A]}$$

**Ainsi la règle décisionnelle sera :**

**si  $g(x) > 1$**        $\longrightarrow$       **A**  
**si  $g(x) < 1$**        $\longrightarrow$       **A (bar)**

2 - Stratégies



La sélection des prédicateurs constitue une étape importante de l'analyse discriminante. Il s'agit de trouver un sous-ensemble de prédicateurs pour filtrer le bruit apporté par des prédicateurs mal choisis.

3 - Exploitation du modèle

Avant d'entamer l'exploitation du modèle, il est important de noter que dans notre cas nous avons 4 modalités à prévoir :

Modalité 1 = Absence du phénomène	Modalité 2 = Chasse-sable basse
Modalité 3 = Chasse-sable élevé	Modalité 4 = Tempête de sable

Vecteur des prédicateurs

Pr1. Pr2. Pr3. Pr4. 1
-----------------------

Matrice de classification

Cc1.1	Cc1.2	Cc1.3	Cc1.4
Cc2.1	Cc2.2	Cc2.3	Cc2.4
Cc3.1	Cc3.2	Cc3.3	Cc3.4
Cc4.1	Cc4.2	Cc4.3	Cc4.4
Co1	Co2	Co3	Co4

R1	R2	R3	R4
----	----	----	----

R1 = résultat de la modalité 1  
 R3 = résultat de la modalité 3

R2 = résultat de la modalité 2  
 R4 = résultat de la modalité 4

En multipliant le vecteur des prédicateurs (en ajoutant le chiffre 1 pour pouvoir intégrer la constante dans le calcul) par la matrice de classification et en effectuant la somme de chaque colonne, on obtient 4 résultats.

On fait correspondre la valeur la plus grande à la modalité correspondante (1. 2. 3 .4) et on déduit la nature du phénomène prévu. Ces modèles ont été testés opérationnellement et le résultat est donné dans le **tableau 6** suivant :

**Tableau 6 : Résultats des modèles**

Stations	Apprentissage			Test		
	R	F. A	N. D	R	F. A	N. D
<b>Touggourt</b>	59 %	30 %	11 %	82 %	14 %	4 %
<b>In Amenas</b>	61 %	22 %	14 %	78 %	12 %	10 %

R = Réussite      F. A = Fausse alerte      N.D = Non détection

4 - Synthèse

Cette approche a permis d'aborder le problème de la modélisation statistique des évènements de sable. Les modèles qui semblent donner de bons résultats s'appuient sur des paramètres mesurés à la station.

D'après le **tableau 6**, on voit une nette amélioration du résultat initial qui encourage la continuité de l'expérimentation et le développement de ces modèles.

⇒ **La télédétection des phénomènes de sable par satellite**

En plus des satellites géostationnaires tels que : Météosat et Goes, qui produisent des images dans l'infrarouge et de visible, des mesures d'indices relatifs au contenu en aérosols de l'atmosphère peuvent être déduits de certains capteurs embarqués, tels que : AAI (absorbing aerosol indice) dérivés des capteurs TOMS (« Total Ozone Mapping Spectrometer »), et les indices IDDI (« Infrared Dust Difference Index ») produits à partir des mesures Météosat.

Ces mesures sont d'une grande utilité pour la détection des zones à forts évènements de sable.



**Photo : Algérie le 04 Mars 2003**



**Photo : Algérie le 02 Mai 2004**

**Bibliographie**

1. **Bahri S.**, (?): « Phénomène de sable : approche synoptique et modélisation ».
2. **Ben Sebgag A.**, (?): « Analyse spatio-temporelle : 1971-1985 ».
3. **Earth Observatory** (?): « Toms Aerosol : Index ». (Toms aerosol index.htm).
4. **Laurent B.**, (?): « Simulation des émissions d'aérosol désertique à l'échelle continentale ».
5. **S.A.**, (?): « Les substrats des zones sources : exemple du Grand Erg occidental ».
6. **Satellite detection of mineral aerosols** (?). (iddi.htm).

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EFFICACITE DES TECHNIQUES  
DE LUTTE CONTRE L'ENSABLEMENT  
ET DES DIFFERENTS PROCEDES DE FIXATION DES DUNES  
REALISES DANS LE CORDON DUNAIRE  
D'EL MESRANE/W. DJELFA**

**Benderrah Z. \*, Zanndouche O. \*\***

*Résumé*

La quantification du sable en mouvement, permet de faire une comparaison entre deux placettes fixées mécaniquement par des matériaux différents.

Cette comparaison faite, par rapport à une dune vive (témoin), montre que la maille plastique noire 2 x 2 mm est plus fixatrice que les fascines de pin d'Alep.

Cette technique revêt une certaine souplesse mais s'avère plus coûteuse.

A l'issue de nos observations sur le terrain du comportement dynamique des dunes et des diverses constatations sur la répartition de la végétation naturelle, il apparaît bien évident de classer les topo-séquences dunaires comme suite :

- La position face au vent : zone de réception.
- La position face au sommet : zone de départ.
- La position sous le vent : zone d'accumulation.



\* Direction de l'Environnement Wilaya de Djelfa.

\*\* Institut National de Recherche Forestière Bainem.

## Introduction générale

Durant ces dernières décennies, la dégradation des écosystèmes arides et semi-arides s'est traduite par une réduction du couvert végétal, un appauvrissement des terres de parcours, ainsi que par l'apparition des formations dunaires.

Ces formations expliquent l'effet le plus spectaculaire induit par la désertification dans ces milieux fragiles.

Donc, un couloir particulier d'amas éolien, orienté Sud-ouest/Nord-est dans la plaine du *Zahrez*, constitue une menace quasi-permanente sur le plan économique et social de la région considérée.

Aujourd'hui, la lutte contre l'érosion éolienne des sols est devenue une préoccupation majeure du pays, suite à l'importance des dégâts causés par les phénomènes éoliens, qui se manifestent notamment par des processus d'ensablement et de remaniement.

Les différentes expérimentations lancées sont exécutées sur la base d'un diagnostic détaillé du comportement anormal des dunes à la suite des passages de vents violents.

En Algérie, ces différents travaux de fixation des dunes ont été engagés en 1982 par l'INRF, dans la région d'*El Mesrane* (Wilaya de *Djelfa*).

La superficie traitée est de 100 ha.

Ces travaux ont été étendus plus tard à d'autres zones.

Dans le cadre de lutte contre le phénomène éolien, de nombreuses études ont été réalisées par *Zaâfour* (1983), *Oldache* (1985, 1988), *Zeddami* (1985, 1998), *Benziane* (1986), *Megueni* (1987), *Cheikhna* (1988), *Karchi* (1988), *Abdelkhalil* (1991), *Makhlouf* (1992), *Rahmani* (1993), *Abba* (1996) et *Medjedel* (1996).

Notre travail fait partie d'une contribution à l'évaluation de l'efficacité des différentes techniques mécaniques (maille plastique noire 2 x 2 mm, fascines de pin d'Alep) et biologiques, utilisées dans le cadre de la lutte contre les effets des phénomènes éoliens.

Sur cette base on a procédé à notre propre expérimentation, en vue de dégager un taux d'efficacité relatif à ces techniques.

Nous avons orienté nos travaux sur une étude phytoécologique, caractérisant les dunes fixées dans leur état actuel.

Cette étude est basée sur l'analyse factorielle des correspondances (AFC).

## Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude se situe sur le cordon dunaire de *Djelfa - Boussaâda*, à 30 km au nord de la commune de *Djelfa* et à 20 km au sud de la localité de *Hassi Bahbah* au lieu dit *El Mesrane (figure 01)*, de coordonnées 3° 04' E et 34° 30' N.



**Figure 01 : Zone d'étude**

Notre zone d'expérimentation couvre une superficie de 100 ha, et abrite des dunes fixées par l'essentiel des techniques de luttés mécanique et biologique testées à des fins de protection et de stabilisation des dunes vives. Elle est située à une altitude moyenne de 878 m.

## Méthodologie globale

### ⇒ Objectifs

Le principe de cette étude vise la connaissance de l'influence des fixations mécanique et biologique sur le comportement du milieu dunaire dans la région d'*El Mesrane* : cas du projet pilote de fixation des dunes de l'INRF.

La densité de carroyage matérialisé sur la dune, qui est la même sur chaque topo-séquence suivant les quatre directions, le nombre important d'espèces expérimentées auparavant et la non résistance de ces espèces introduites par la suite, la direction du vent dominant et son influence sur l'important transport des grains de sable : tous ces paramètres justifient l'importance de ce thème.

Le but de notre approche méthodologique est donc de faire ressortir la technique la plus efficace dans le cadre de la fixation des dunes, ainsi que les facteurs écologiques contribuant à la réussite de la technique utilisée.

⇒ **Prospection**

Le travail sur notre site d'étude a commencé par une prospection des zones expérimentales, afin de choisir l'emplacement des placettes d'échantillonnage, en tenant compte des facteurs biotiques et abiotiques.

→ *Choix des dunes (placettes expérimentales)*

Le choix des placettes d'échantillonnage a porté avant tout sur une prospection approfondie du site d'étude.

Cette prospection nous a permis de réaliser un schéma expérimental sur la base des deux projets de l'INRF : le projet numéro 2 et le projet PNR.

Ce choix porte sur un ensemble de 7 dunes réparties comme suit :

- Projet n° 2 : 5 dunes (4 dunes traitées avec une fixation combinée, 1 dune traitée mécaniquement par la maille plastique noire 2 x 2 mm).
- Projet PNR (Programme National de Recherche) : 2 dunes (Dune vive, et dune fixée mécaniquement avec le branchage de pin d'Alep).

Le choix des dunes se fait suivant le type et la date de fixation.

→ *Formes et délimitation des dunes*

En général, les placettes étudiées ont des formes plus ou moins arrondies.

Les caractéristiques morphologiques de ces placettes et leurs états de traitement sont mentionnées dans le **tableau 01**.

**Tableau 01: Caractéristiques morphologiques des dunes et types de traitement**

N° Dune	Type de fixation	Date de fixation
01	Fascines de pin d'Alep	1999
04	Dune vive	—
05	Fascines de pin d'Alep + fixation biologique	1984
07	Maille plastique noire + fixation biologique	1985
19	Fascines de pin d'Alep + fixation biologique	1987
24	Maille plastique noire + fixation biologique	1988
26	Maille plastique noire	1995

*Source : Document interne INRF*

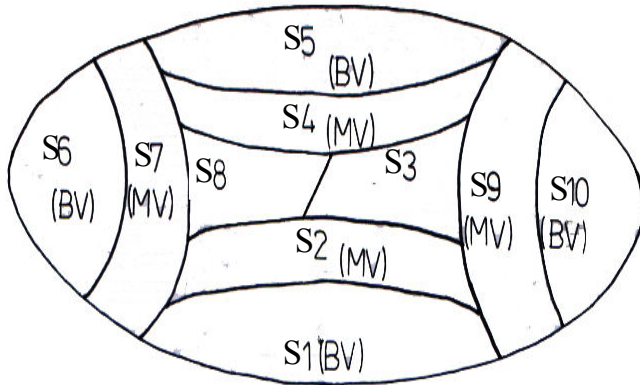
→ *Mise en place d'un plan d'échantillonnage phytoécologique*

L'opération d'échantillonnage consiste à choisir les éléments de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable sur l'ensemble (**Gounot, 1969, in : Zanndouche, 2001**).



Selon *Meddour (1996)*, cela consiste à définir le nombre et l'emplacement des relevés floristiques afin de faire un inventaire représentatif de la végétation du territoire étudié.

Au niveau des placettes expérimentales, nous avons suivi un échantillonnage stratifié pour faire des relevés phytoécologiques. Il s'agit de disposer des échantillons selon un mode répétitif représenté par un réseau de segments consécutifs (strates), et de suivre la méthode linéaire pour les relevés floristiques (*figure 02*).



**Figure 02 : Disposition de différentes strates sur une placette expérimentale**

→ *Aspect phytoécologique*

→ Relevés floristiques

Concernant les sept dunes où sont effectués les prélèvements de sols : soixante-dix relevés floristiques sont fait, suivant un relevé exhaustif de végétation, selon une approche phytoécologique dont le fondement méthodologique est le relevé exhaustif des espèces végétales vivant sur une aire donnée.

Ce dernier permet de mieux indiquer le biotope et de comprendre les relations qui relient la phytocénose aux facteurs du milieu (*Bouheraoua, 1992*).

Deux étapes essentielles sont utilisées dans cette technique :

- ✓ La première, *analytique*, est la prise de relevés sur terrain et,
- ✓ la deuxième, *synthétique*, est l'analyse des données après la mise en ordre des relevés sur tableau, afin de procéder à l'étude statistique après leur ordination (AFC, CAH).

→ Relevés écologiques

Nous avons relevé les paramètres écologiques directement sur le lieu d'étude (altitude, pente, position topographique, etc.).

→ *Relevés pédologiques*

⇒ La collecte des données édaphologiques

C'est une collecte basée sur le prélèvement du sol dans chaque placette étudiée.

Ces prélèvements sont faits selon la topographie de la dune (sommet, mi-versant, bas-versant).

☑ Les échantillons sont prélevés de la couche superficielle du sol.

☑ Les autres échantillons de sol sont prélevés de la même façon, et portés tout autour de quelques espèces introduites, utilisées pour la lutte biologique.

Les prélèvements sont ramenés au niveau d'existence des espèces suivantes :

- *Retema retam* ;
- *Eleagnus angustifolia* ;
- *Tamarix articulata* ;
- *Tamarix gallica* ;
- *Lycium arabicum* ;
- *Atriplex canescens* ;
- *Atriplex halimus* ;
- *Atriplex nummelarea* ;
- *Medicago arborea*.

⇒ Caractéristiques physico-chimiques du sol

Les résultats des analyses physicochimiques de sol sont interprétés selon les normes de **Calvet** et **Villemin** (1986).

→ *Analyse des données phytoécologiques*

C'est une analyse faite par la méthode numérique, en tenant compte de la composition floristique des relèves.

La méthode que nous avons choisie est l'analyse factorielle des correspondances (AFC).

Cette analyse permet de voir d'un côté, comment les espèces végétales se regroupent entre elles et forment des ensembles d'écologie voisine et de l'autre comment elles se relient à des groupes de relèves (**Pouget**, 1980).

L'AFC nous a permis de traiter la matrice globale qui est constituée de (70 relèves x 21 espèces, 19 variables écologiques).

Ce traitement est suivi d'une analyse partielle à l'aide du logiciel « STATITCF », en prenant en considération les critères écologiques : taux de recouvrement, litière, pente et hauteur de la dune.

Les résultats obtenus sous forme de représentations graphiques ayant l'ensemble des relèves et celui des espèces, facteurs écologiques, de telle sorte qu'un ensemble de relèves constitue un ensemble de strates et ce dernier apparaît entouré de ces espèces et de ces caractéristiques écologiques.

L'interprétation des graphiques obtenus se fait en tenant compte des *cosinus* carrés dont les valeurs renseignent sur la qualité de la représentation et des contributions à l'inertie totale de chaque point (observation, variable), par rapport aux axes factoriels pris en considération.

### **Etude statistique des données floristiques et écologiques par l'analyse factorielle des correspondances (AFC).**

L'AFC choisie est une AFC multiple (mixte) et la matrice de données, ainsi analysée (traitée par une classification hiérarchique ascendante), a pu dégager, à partir des espèces végétales naturelles et des facteurs écologiques, un certain nombre d'ensemble de strates.

Pour l'ensemble des traitements, seul le critère présence a été pris en compte (**Guinochet, 1973**).

#### → *Analyse globale*

Elle constitue la première étape de l'analyse des données de végétation.

L'objectif recherché est la mise en évidence des ensembles de relevés homogènes à partir de relevés floristiques et écologiques effectués sur les dunes des *Zahrez*, par suite des travaux de fixation mécanique (avec la maille plastique noire et les branchages de pin d'Alep), et la fixation biologique (par plantation de plusieurs espèces introduites).

#### → *Analyse partielle*

Cette analyse permet de faire ressortir les ensembles de strates paraissant homogènes lors du traitement global.

Elle nous permet de parvenir à une définition floristique et écologique plus précise des différents ensembles de relevés étudiés (**Lacoste, 1975 in : Bouheraoua, 1992**).

C'est donc dans ce contexte que nous allons effectuer une analyse partielle qui portera sur le plan factoriel 1-2 tous les ensembles : E<sub>I</sub>, E<sub>II</sub>, E<sub>III</sub> et E<sub>IV</sub>.

Ces ensembles de strates se caractérisent par :

- E<sub>I</sub> : - Recouvrement global de la végétation nul.
  - Litière nulle.
  - Taux de sable pouvant atteindre 100 %.
  - Taux de sable fin nul.
  - Pente moyenne.
  - Hauteur variant entre 15 - 20 m.
  - PH variant de 8 à 8,4.
  - CE variant entre 0,45 et 0,76.
  - Ca variant entre 2,8 et 5,6 %.
  - Matière organique nulle.
- E<sub>II</sub> : - Recouvrement de la végétation compris entre 60 et 78 %.
  - Taux de sable variant entre 0 et 15 %.
  - Taux de sable fin variant de 1 à 27 %.
  - PH variant de 8 à 8,3.
  - CE variant de 0,15 à 1,13.
  - Ca variant de 4 à 8 %.
  - Taux de matière organique varie entre 0 et 0,62 %.
- E<sub>III</sub> : - Recouvrement global de la végétation supérieur à 60 %.
  - Litière variant de 10 à 20 %.
  - Taux de sable  $\leq$  25 %.
  - Taux de sable fin inférieur ou égal à 30 %.
  - Pente forte : hauteur comprise entre 20 et 25 m.
  - PH variant de 8 à 8,4.
  - CE variant de 0,15 à 1,13.
  - Ca variant entre 2,8 et 8 %.
  - Taux de matière organique  $\leq$  0,51 %.
- E<sub>IV</sub> : - Recouvrement de la végétation : compris entre 20 et 60%.
  - Litière peut atteindre 50% (précisément pour le relevé 65).
  - Taux de sable  $\leq$  64 %.

- Taux de sable fin : inférieur ou égale à 39 %.
- Pente faible.
- Hauteur variant de 10 à 15 m.
- PH variant entre 8,5 et 8,6.
- CE variant de 0,37 à 1,8.
- Ca variant de 2 à 4,8 %.
- Taux de matière organique  $\leq 0,25$  %.

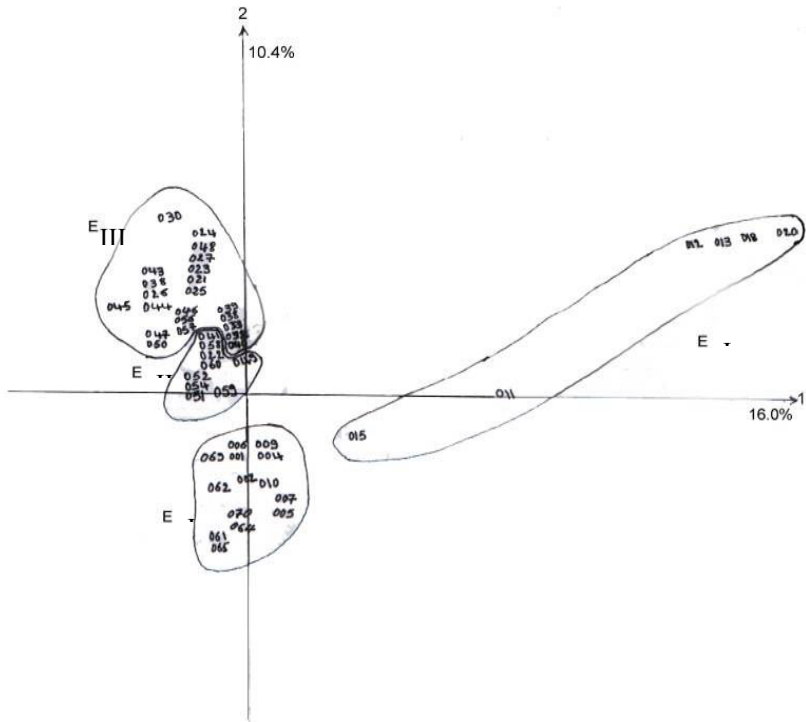


Figure 03 : Evolution de la fixation sur la carte factorielle des relevés, axe 1-2

⇒ *Caractérisation floristique des ensembles de strates*

→ *Caractérisation floristique de l'ensemble E<sub>I</sub>*

L'ensemble E<sub>I</sub> regroupe les relevés ayant les espèces fréquentant des sols instables (non fixés).

Parmi ces espèces nous citerons : *Aristida pungens*, *Pseudorucaria teretifolia*, *Euphorbia guyoniana* et *Cutandia dychotoma*.

Le lieu colonisé par ces espèces est la dune vive, où la végétation introduite est absente.

→ *Caractérisation floristique de l'ensemble E<sub>II</sub>*

L'ensemble E<sub>II</sub> est caractérisé par les relevés des dunes fixées mécaniquement et biologiquement, moyennement dans le temps (campagne de 1987-1988) à l'exception du relevé 22 qui est de la campagne de 1984<sup>1</sup>.

Ce groupement est marqué par la présence de plusieurs espèces, telles que : *Ononis natrix*, *Cutandia dychotoma*, *Artemisia campestris*, *Medicago minima*, *Pseudorucaria teretifolia*, *Lolium rigidum*, *Nolettia chrysocomoides*, *Aristida pungens*, *Senecio gallicus*, *Saccocalix saturoïdes*, *Euphorbia guyoniana*, *Scabiosa arenarea*, *Orobanche cernua*, *Atractylis flava* et *Astragalus mareoticus*.

L'intervention biologique qui caractérise ce groupement est à base de *Tamarix gallica*, *Atriplex canescens* et *Eleagnus angustifolia*.

→ *Caractérisation floristique de l'ensemble E<sub>III</sub>*

Cet ensemble englobe les relevés des dunes fixées moyennement et anciennement dans le temps (fixation combinée).

Ces relevés sont caractérisés par la présence d'espèces végétales relativement plus exigeantes, telles que : *Lolium rigidum*, *Nolettia chrysocomoides*, *Hordeum maritimum*, *Senecio gallicus*, *Aristida pungens*, *Ononis natrix*, *Scabiosa arenarea*, *Plantago albicans*, *Orobanche cernua*, *Saccocalix saturoïdes*, *Bromus tectorum*, *Atractylis flava*, *Artemisia campestris*, *Euphorbia guyoniana*, *Cutandia dychotoma*, *Schismus barbatus* et *Lotus jolyi*.

La fixation biologique qui concerne ce groupement est basée sur les espèces suivantes :

- *Tamarix gallica* ;

---

<sup>1</sup>Fixation ancienne: campagne de 1984-1985. Fixation moyenne dans le temps: campagne de 1987-1988. Fixation récente: campagne de 1995-1999.

- *Eleagnus angustifolia* ;
- *Atriplex canescens* ;
- *Retama retam* ;
- *Atriplex halimus* ;
- *Lycium arabicum*.

L'intervention biologique est donc bien importante, car elle se manifeste avec des fréquences assez élevées.

→ *Caractérisation floristique de l'ensemble E<sub>IV</sub>*

Les relevés constituant cet ensemble caractérisent les dunes où l'intervention biologique est absente.

Il n'existe donc qu'une fixation mécanique récente ; et à ce niveau il y a une abondance d'espèces végétales naturelles bien adaptées à ces types de lieux.

Espèces psammophiles, telles que : *Aristida pungens*, *Pseudorucarea teretifolia*, *Saccocalix saturoïdes*, *Nolettia chrysocomoïdes*, *Euphorbia guyoniana*, *Ononis natrix*, *Cutandia dyctotoma*, *Silene arenarioïdes*, *Lolium regidum*, *Astragalus mareoticus* et *Plantago albicans*.

Ces ensembles représentent la majorité des relevés effectués sur les dunes.

Sur ce plan nous pouvons distinguer une figure qui rappelle bien le « V » de **Guttman (figure 03)**.

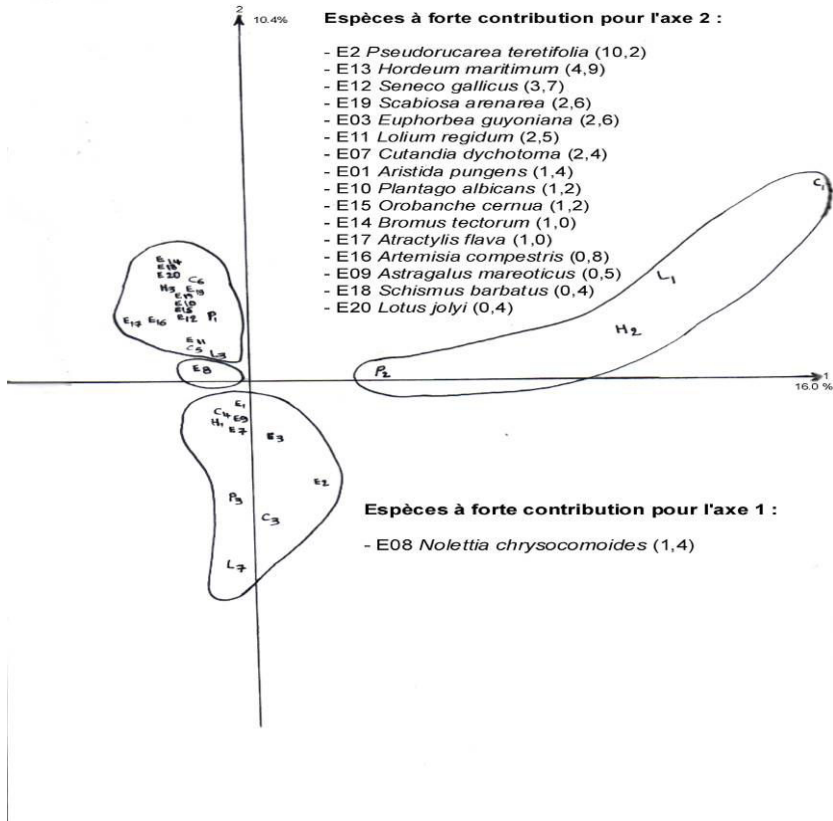
Les deux axes factoriels signifient l'évolution de la stabilité du milieu dunaire :

- ✓ un sol mobile, colonisé par des espèces psammophiles (partie positive de l'axe1), suivi par,
- ✓ un sol non bien fixé qui contient des espèces moyennement exigeantes (partie négative de l'axe 2).

Ces sols sont opposés à des sols fixés, consolidés et fréquentés par des espèces relativement exigeantes.

L'évolution se fait donc selon la répartition suivante :

La non fixation → la fixation mécanique → La fixation combinée à court terme → la fixation combinée antérieure.



### Conclusion générale

Cette contribution qui a porté sur l'efficacité des techniques de fixations mécanique et biologique des dunes de sable traitées au niveau d'El Mesrane, constitue une nouvelle démarche dans la conception future des projets.

A la lumière des résultats obtenus, nous notons que l'installation d'une végétation variée est possible et ce malgré la complexité du milieu dunaire.

L'étude phytoécologique traitée par l'analyse factorielle des correspondances fait ressortir six ensembles de strates d'affinités écologiques voisines.



Ces ensembles sont distribués d'une façon hétérogène sur les différentes placettes étudiées.

Cette hétérogénéité est justifiée par la position des différents relevés phytoécologiques sur les différentes topo-séquences de chaque placette étudiée.

Cette appréciation nous confirme que la dune est une entité fragile et hétérogène : elle nécessite donc une densité de carroyage relativement intense sur les strates exposées aux vents dominants.

Sur le plan factoriel (1-2) qui englobe la majeure partie des strates, nous notons une nette évolution de la stabilité des dunes.

La transmission de cette évolution commence de la dune vive, vers les dunes non fixées, puis vers les dunes fixées mécaniquement et biologiquement, à moyen terme et ensuite anciennement dans le temps.

La fixation biologique vient pour consolider la lutte mécanique.

Le choix s'est porté sur des espèces introduites, telles que : *Tamarix gallica*, *Eleagnus angustifolia*, *Atriplex canescens* et *Retama retam*.

Ces espèces ont montré qu'elles présentent une forte résistance au milieu dunaire par rapport aux autres espèces plantées auparavant.

La fixation des dunes de sable a généré dans le temps un enrichissement en particules fines des placettes les plus anciennement fixées, contrairement à celles récemment ou non encore fixées.

La présence d'une fine couche compacte « pellicule du glaçage » favorise la résistance au phénomène de déflation engendré par les vents.

L'enrichissement des lieux fixés en éléments fins et la prépondérance des particules de sable dans ceux non fixés sont principalement dus à :

- La morphologie des dunes qui contribue généralement à l'enrichissement d'une position par rapport à une autre en tel ou tel type de particules.
- La présence d'une végétation protectrice et fixatrice de sable qui constitue un obstacle contre les vents chargés de fines particules.

L'analyse des caractéristiques physico-chimiques des placettes étudiées montre que ces sols ont des pH neutres, à moyennement alcalins et témoignent d'un sol légèrement, à moyennement salin<sup>2</sup>.

Ces résultats sont analogues à ceux obtenus par **Pouget** (1980).

---

<sup>2</sup> D'après l'échelle de salinité de **Durant**, (1993), in : *Mémento* (?).

On remarque une hétérogénéité en ce qui concerne la répartition du taux de matière organique qui est très faible le long du profil.

La décomposition de la végétation sur place constitue la source de provenance de cette matière qui est difficile à se minéraliser, à cause des conditions climatiques défavorables et de l'instabilité du substrat dunaire, principalement dans les endroits non fixés.

Il est à signaler donc que protéger le milieu dunaire, c'est protéger également les habitats et les espèces de la faune et de la flore que contient le site.

C'est donc protéger la biodiversité.

Enfin, pour une meilleure approche du phénomène éolien (érosion, déflation et surcreusement), une étude cartographique du cordon dunaire et de son environnement paraît aussi importante et semble nécessaire à préconiser.



## UNE INSTALLATION DE VENTILATION DANS UNE ZONE SEMI-ARIDE

Boudaoud Y. \*, Messen N.\*\*

### *Résumé*

Le présent travail est une présentation du système de dépoussiérage par mousse d'eau, appelé encore laveur d'air, utilisé dans les systèmes de ventilation du site nucléaire de Birine.

C'est une installation qui permet de retenir les grains du sable et les poussières contenues dans l'air.

Une fois l'air lavé, il subit une filtration avant d'être refoulé dans les différentes zones ventilées et procure ainsi une atmosphère propre, non seulement au personnel sur les lieux de travail, mais aussi aux salles technologiques.

Le passage de l'air à travers le système placé en amont des filtres assure à ces derniers une protection et une durée de vie plus longue.

**Mots clé :** *dépoussiérage, sable, poussières, laveur d'air, ventilation, filtration.*

---

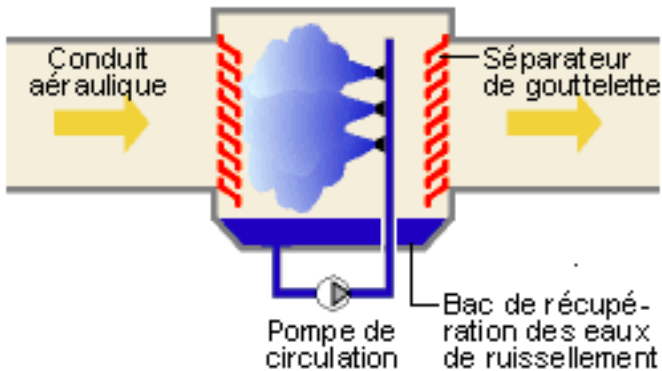
\* Attaché de recherche au CRNB. [Boudaoud\\_y@yahoo.fr](mailto:Boudaoud_y@yahoo.fr).

\*\* Maître de recherche au CRNB.

## Introduction

Un laveur d'air est un échangeur de chaleur dans lequel, contrairement aux batteries à échange en surface, l'air est mis en contact direct avec l'eau.

Suivant la température de l'eau, on peut obtenir divers changements d'état (un réchauffage, un refroidissement, une humidification, ...) ; le changement d'état refroidissement et humidification étant toutefois le plus important [1].



**Figure -1- Schéma d'un laveur d'air**

La dénomination laveur d'air proprement dit pourrait prêter à confusion, car on distingue :

- ✚ Un humidificateur-laveur ou plus simplement laveur : un appareil dans lequel l'air est, à des fins d'humidification, mis en contact direct avec de l'eau, si bien qu'il y a non seulement échange de chaleur, mais également transfert de masse.
- ✚ Laveur d'air purificateur (dépoussiérage), dans le sens de purification, comme son nom l'indique, ne peut avoir lieu que pour les poussières ordinaires (sables et grosses particules).

Dans les installations de ventilation, il importe, avant de choisir le type de traitement d'air, de savoir, ou d'estimer, les dimensions et la concentration des polluants atmosphérique qui sont néfastes pour l'application considérée (**fig.-2-**).

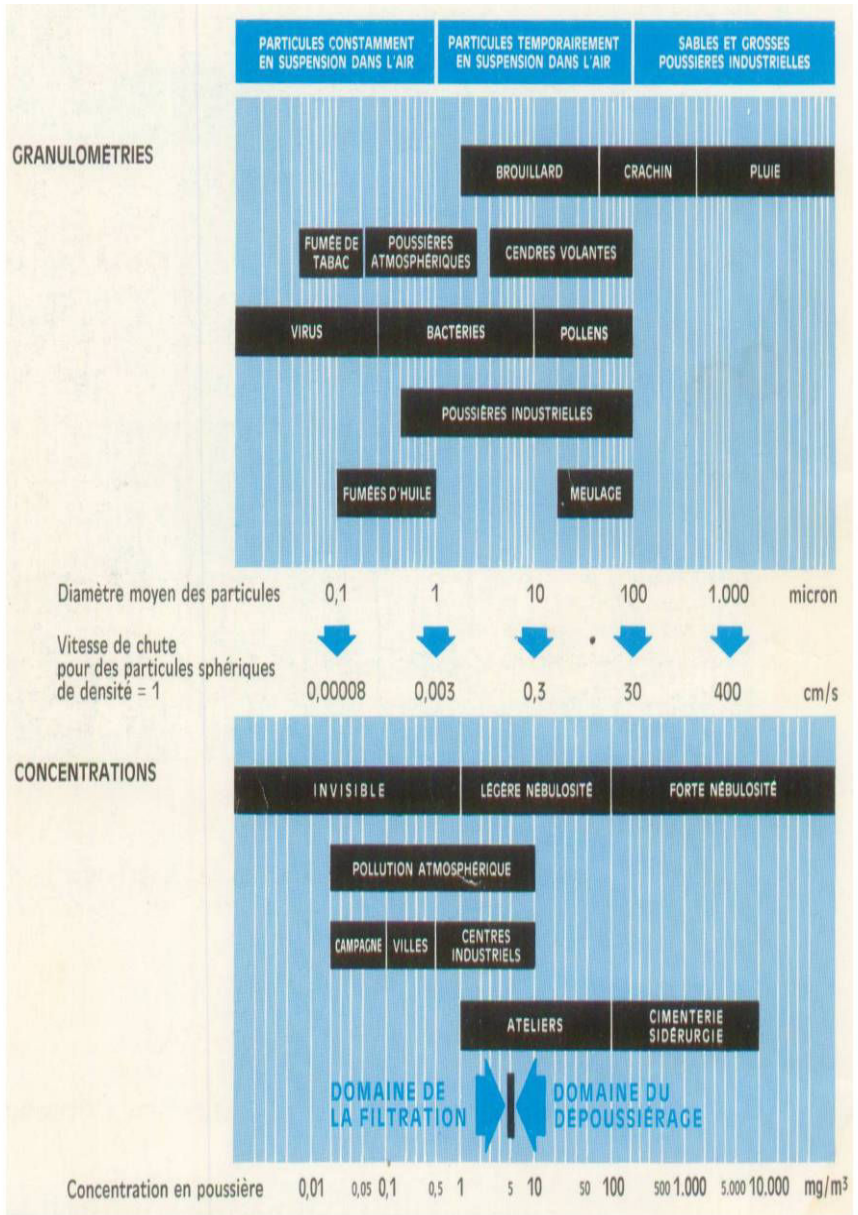


Figure -2- Caractéristiques des principaux polluants atmosphériques et industriels [2]

## Présentation du Site Nucléaire de Birine

Le site nucléaire de *Birine* est situé en zone semi-aride.

Il a été classé en tant que tel, du fait que le taux de précipitation moyen annuel enregistré dans cette région est compris entre 100 et 250 mm [3].

Il est situé à 10 km, au sud de *Birine* et à 20 km au Nord-est d'*Ain Oussera*, Wilaya de *Djelfa* (voir **fig. -3**), sur un terrain plat, très dégagé, où la fraction sableuse du sol est dominante, suite à l'existence du couloir venté qui se fait sentir sur un axe d'Ouest vers l'Est.

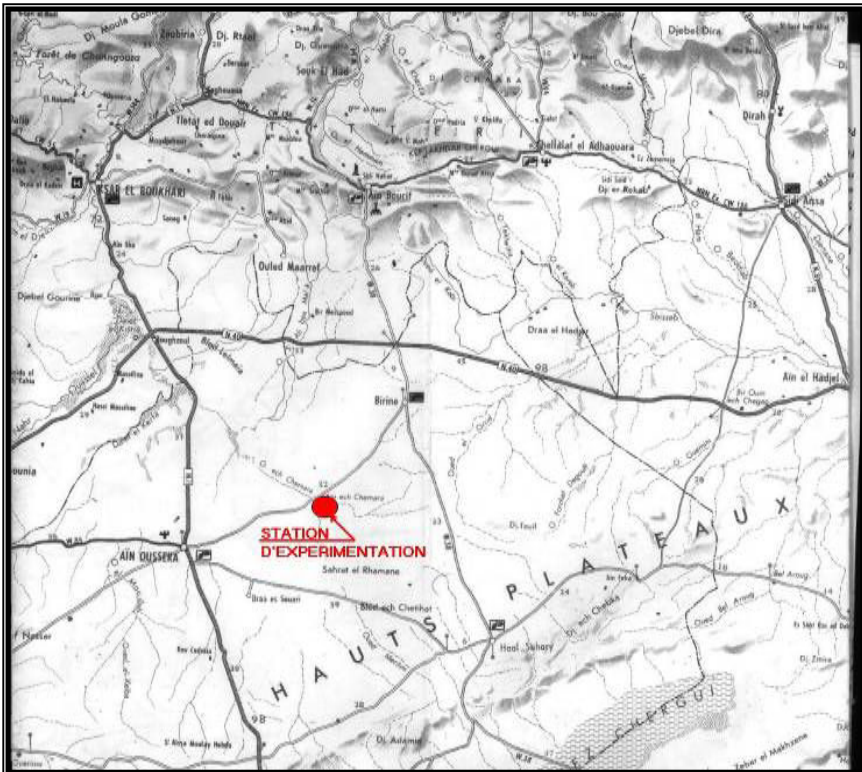
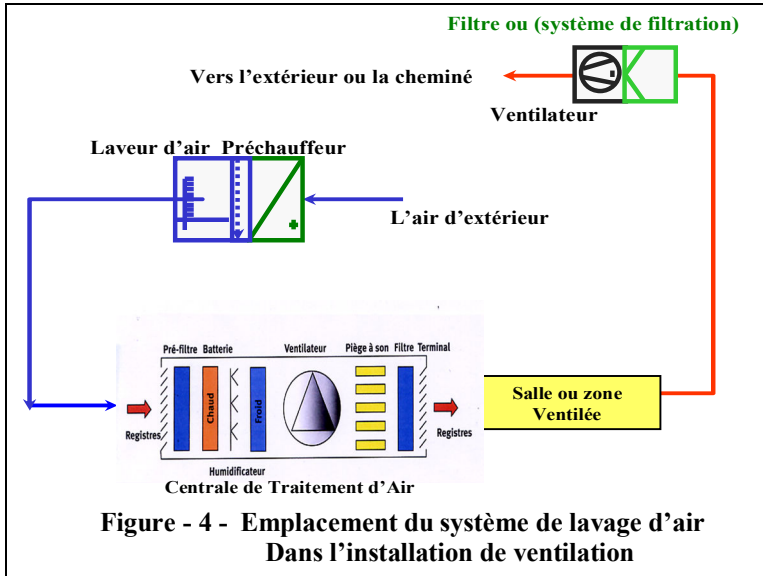


Figure -3- Situation du site Nucléaire de Birine

## Emplacement du système de dépoussiérage dans une installation de ventilation de conditionnement d'air

Le laveur d'air est placé en amont de la centrale de traitement d'air, ce qui permet une protection pour les filtres et une durée de vie plus longue, comme le montre le schéma ci-dessous (*fig. - 4 -*) :



## Description de l'installation de dépoussiérage par mousse d'eau

Le système de dépoussiérage par mousse d'eau est conçu pour retenir les polluants atmosphériques et industriels (sables et grosses poussières).

Il est constitué d'une structure en béton (*fig. -5-*), une pompe centrifuge qui aspire de l'eau déminéralisée à travers un filtre métallique en bas de la piscine et le refoule dans deux rampes situées sur le tamis (des plaques perforées), où un film d'eau est établi, d'une hauteur de 80 mm lors du passage de l'air.

L'eau qui s'écoule à travers les plaques entre en contact avec l'air en contre courant et chute dans la piscine comme une forte pluie.

Le sable et les poussières contenues dans l'air s'entraînent avec l'eau dans la piscine, et l'air sort plus au moins propre et saturé.



Un séparateur de gouttelettes se trouve à la sortie du système pour piéger l'eau avant d'entrer dans les unités de traitement d'air.

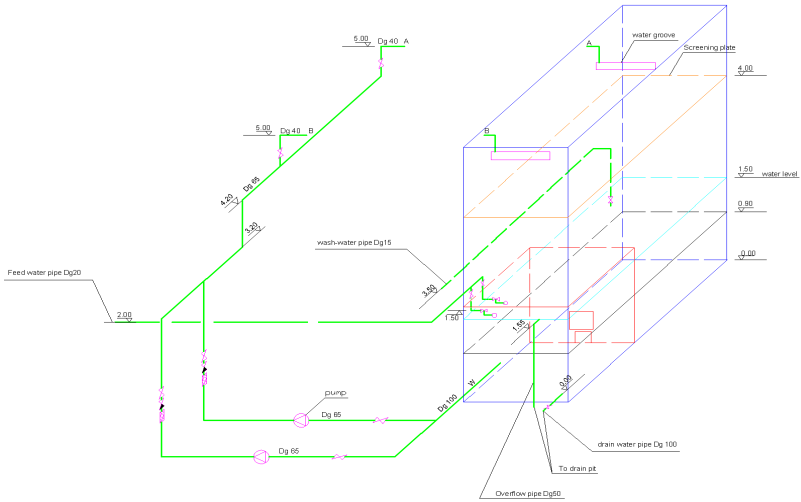


Figure – 5 - Schéma du principe de fonctionnement du système de dé poussiérage [4]

### Photos illustratives du système de dé poussiérage



Figure – 6 - Les pompes de laveur d'air



Figure – 7 - La piscine du laveur d'air





Figure - 8 - L'entrée d'eau du laveur d'air (partie supérieure)

### Conclusion

Le système de dépoussiérage d'air par mousse d'eau présente de nombreux avantages :

- ✚ système non coûteux (frais d'exploitation et d'acquisition),
- ✚ système rentable et fiable dans la mesure où il protège d'autres équipements,
- ✚ maintenance légère.

Cependant, il peut y avoir des inconvénients :

- ✚ apparitions des sels en aval du laveur pour l'eau ordinaire, ce qui peut causer un problème d'hygiène et d'entretien,
- ✚ modification de l'état d'air suivant la température de l'eau.

### Références bibliographiques

1. **Recknagel – Sprenger - Schramek, (?)** : « Ventilation, climatisation, conditionnement d'air ». Manuel de génie climatique 3.
2. **Sofiltra Poelman(?)** : « Documents techniques de la société de filtration d'air ». Société Industrielle de filtration.
3. **Messen N., kasbadji Merzouk N., Zaidi C., et Brague A. (2002)** : « Contribution à l'étude du vent en rapport avec l'érosion éolienne dans les zones arides ». Rapport final du PNR N° 03/02/05/01/05/97-CRSTRA Biskra, Algérie, 110 p.
4. **Documents Internes (?)**.

# Atelier III

## LES AMENAGEMENTS HYDRIQUES ET AGRICOLES

<i>Intitulés</i>	<i>Auteurs</i>
<i>Les accumulations sableuses récentes et leurs incidences sur les sols et la végétation.</i>	<b>Gaouar A.</b>
<i>Effet de l'érosion éolienne sur la formation des sols alluviaux en milieu saharien : Cas de la dhayâ d'El Amied.</i>	<b>Djili B., Hamdi-Aissa B.</b>
<i>Méthodologie de cartographie &amp; de suivi de l'ensablement par l'utilisation de l'imagerie spatiale. « Cas du bassin versant d'El Hodna - Algérie ». [Résumé]</i>	<b>Mostephaoui T. &amp; Dif A.</b>
<i>Approche méthodologique pour la cartographie du « Couloir Dunaire » en vue de la lutte contre la désertification. Steppe centrale d'Algérie.</i>	<b>Tolba K. et Chouial A.</b>
<i>Contraintes rencontrées lors de la mise en œuvre des techniques de fixation des édifices sableux.</i>	<b>Zaidi C., Messen N., Nadji A.</b>

## LES ACCUMULATIONS SABLEUSES RECENTES ET LEURS INCIDENCES SUR LES SOLS ET LA VEGETATION

**Gaouar A.\***

### *Résumé*

Deux sites sont étudiés :

- *Oglet Ed Daïra, Ain Benchellil (W. Naâma)* et,
- la région d'*Abadla (W. Bechar)*.

Dans les deux sites, depuis une trentaine d'années, la sécheresse d'une part, le pacage abusif d'autre part, ont induit une détérioration des sols.

Les sols qui ont subi le plus cette influence, sont surtout les *sierôsems* (isohumiques arides), qui comme on le suppose, ont toujours été en équilibre avec l'alfa.

L'envahissement éolien récent (depuis 30 - 40 ans) a recouvert les *sierôsems*, qui sont devenus fossiles.

L'Alfa a disparu pour être remplacée par *Timelea*.

A *Abadla*, le problème est similaire ; même les coluviosols, d'origine persiallitique, ont été arénisés.

Une partie a subi une arénisation soutenue et est restée « minérale » ; une autre partie stabilisée par *arabida*, connaît quelque peu, une stabilisation relative.

Nous parlons très souvent de la biodiversité végétale, de la biodiversité animale.

Or le sol en « disparaissant » ne fait-il pas disparaître des espèces animales ou végétales ?

Celles-ci ne trouvant plus le sol comme substrat, convenant au mieux à leur biotope, sachant que le sol imprime à ce dernier son individualité, disparaissent.

Désertisation et désertification : l'une et l'autre n'étant plus à distinguer, et ce depuis les 30 dernières années, restent un véritable fléau. Et comme on l'a souvent minimisé, c'est une réelle menace contre l'écosystème.

Certains sols ont ainsi disparu ; si ce n'est totalement, ils subsistent cependant, sous une forme de reliquat.

Tout au long de cet exposé, nous allons insister sur la désertification des sols en place, tout en mettant en exergue leur origine.

Il est à remarquer à ce propos que la plupart des sols rencontrés sont « hérités ».

---

\* *Université Abou Baker Belkaid Tlemcen.*

Alors qu'il y a deux à trois décennies, le climat de la région était classé dans l'étage bioclimatique « semi aride continental », il est aujourd'hui caractérisé comme étant « aride continental ».

Le sol est l'expression de ce type de climat.

Le changement radical du climat, des deux à trois dernières décennies, a engendré beaucoup de changements écologiques dans la région.

C'est ainsi qu'on a vu de vastes étendues envahies par le sable, donnant aux sols, un aspect d'« *arénosol* », plus ou moins marqué.

Nous reviendrons en détail sur cet aspect.

### La roche mère

La roche de départ est le calcaire probablement du jurassique.

Les sols acquièrent ainsi un caractère *calcarique* et le calcaire actif s'y trouve être le trait dominant.

Les sédiments, qu'ils soient de type alluvial ou de type colluvial, sont pour leur part aussi, une roche mère calcaire de départ.

Les sols sont aussi marqués par ce type de roche mère, comme il va être montré dans ce qui va suivre.

### La classification des sols

C'est la classification écologique française qui a été adoptée, car elle répond le mieux à nos besoins, en l'état actuel des choses, c'est-à-dire en l'absence de données de laboratoire fiables.

Cependant, la classification FAO et Soil Taxonomy étant très usitées, on donnera, chaque fois que c'est possible, les sols correspondants.

#### → **Classe I : Sols peu évolués**

Cette classe est subdivisée en trois sous classe 4.

- 1 - Sous classe sol peu évolué d'érosion.
- 2 - Sous classe sol peu évolué climatique, sol subdésertique.
- 3 - Sous classe sol peu évolué d'apport.

Ici, sous la relative diversification de nos sols, nous avons jugé utile de subdiviser cette sous classe en :

A - Sous classe sol peu évolués d'apport colluvial.

B - Sous classe sol peu évolués d'apport alluvial.

C - Sous classe sol peu évolués d'apport éolien : les « *arénosols* ».

Dans le site d'*Oglet ed Daïra*, ce phénomène d'apport éolien est trop important et évident, pour ne pas en tenir compte.

Nous l'avons retenu dans cette sous classe (C), car l'apport de sable est bien éolien.

La classification USDA (Soil Taxonomy) le classe à part dans Psammients, la FAQ dans « *arénosols* ».

Le référentiel pédologique français (RPF) dans « *arénosols* » également. Ceci parce qu'on n'exclut pas l'éventualité d'un « *arénosol* » généré par un sédiment sableux.

Or, dans notre cas, le sable est vraiment « *alloctonéolien* ».

Le RPF, la Soil Taxonomy, la FAQ ne font pas de distinction entre apport éolien sableux et apport allochtone sableux, d'origine sédimentaire ou et/ fluviatile.

⇒ **Sous classe 1 : Sols peu évolués d'érosion**

**1. Les lithosols** : lithosols (FAQ), Entisols (Soil Taxonomy), sont peu différenciés, dépourvus de végétation.

Ce sont, ce qu'on appelle des sols minéraux bruts.

La roche d'origine est le calcaire, probablement du jurassique.

Origine des sols : c'est la roche mère, proprement dite.

**2. Peyrosol cailloutique** : de raccordement relief-glacis.

Ce sont des sols dont la caractéristique principale est la présence d'une texture, allant du gravier, au bloc moyen, en passant par les cailloux (jusqu'à 7.5 cm), à la pierre (> 7,5 cm).

Origine des sols : l'érosion hydrique, la pente plus ou moins accentuée, provoquent des ravalements de matériaux, qui mettent en place les sols de ce type et recouvrent partiellement le sol d'origine qui retient, ça et là, et de manière sporadique, des touffes d'alfa, au pied desquelles il subsiste.

A l'origine le sol était un « *sierôsem* » à alfa, ou un sol isohumique de steppe.

**3. Peyrosol cailloutique de raccordement relief-glacis « arénisé ».**

Origine du sol : il est également aussi récent que le précédent.

Il est recouvert d'un placage de sable d'apport éolien.

La couche de sable est à 60 % sableuse, mais son épaisseur ne permet pas de le classer dans les « *arénosols* » (moins de ? d'épaisseur).

Utilisation : comme il s'agit d'un « parc », on peut recommander un layonnage et un repiquage en psammophytes fourragères (*arristida pungens*), sous toutes réserves, notamment l'eau.

⇒ **Sous classe 2** : les sols peu évolués climatiques Yermosols : (FAQ) Aridisols (Soil Taxonomy) Yermosols (RPF).

**0. Introduction** : ces sols sont marqués par un régime aride, ce qui ne leur permet pas d'évoluer.

Il est parfois difficile de « tirer » une limite entre le climat aride et l'érosion.

Cependant, le climat aride, reste le facteur déterminant.

**1. Sol sur le glacis d'érosion ou croûte calcaire ou/et gypso-calcaire, inter- grade Peyrosol cailloutique.**

Origine du sol : il est probable (hypothèse) qu'à l'origine, le sol ait été un « *sierôsem* » isohumique (témoignage de touffes d'alfa) à horizons calcaires différenciés et qu'à la suite d'une érosion soutenue, l'horizon calcaire ou gypso-calcaire ait été mis à nu.

Sur la surface du sol un pavement cailloutique de morceaux de croûte calcaire ou gypso - calcaire, a marqué la surface.

Par ailleurs, à 20 – 30 cm de profondeur, les mêmes cailloux caractérisent l'horizon « caillouteux ».

Utilisation : mise en défens et repiquage d'alfa, autant que faire se peut.

**2. Sierôsems**

Comme nous l'avons signalé, ces sols sont classés : isohumiques, classe IV, de la classification française, soit dans les yermosols (Xerosols FAO), soit Aridisols, Orthids (Soil Taxonomy), soit yermosols (RPF).

Pour nous, il est logique de les laisser dans les sols peu évolués climatiques à régime aride, pourvus de matières organiques incorporées (Xérosols/FAQ).

**2.1. Sierôsem (*stricto sensu*) :**

Origine du sol : c'est un sol à alfa ; les touffes de celle-ci permettent à la matière organique de s'incorporer profondément, dans un horizon calcaire qui s'effrite.

Dans la région d'*Oglet ed Daïra*, ces sols existent en zones de « mis en défens », ou en zones autrement protégées (zones frontalières, militaires, par exemple).

Utilisation : mis en défens.

Ce sol est un objet à conserver de manière permanente.

## 2.2. Sierôsem/ Sierôsem arénisé :

Origine du sol : idem que précédemment ; seulement un placage de sable d'apport éolien donne à ce sol une texture plus sableuse.

Utilisation : dans le cadre du parc, ces sols sont un objet à conserver et de ce fait une protection contre le vent s'avère nécessaire.

Celle-ci est une nécessité.

En effet, déjà l'envahissement du sierosem par le sable a eu pour conséquence l'étouffement de l'alfa (*Stipa tenassicima*) et son remplacement par *Timelea microphylla*.

Si le recouvrement sableux venait à être plus épais, il serait à prévoir le remplacement du siôrosem par un arénosol ; on aura ainsi «hypothéqué» la «*pédo-diversité*» et par voie de conséquence, la diversité végétale et la faune qui l'accompagne.

## 2.3. Sierôsem / arénisé à micro-dhayâte et micro-nebka.

Origine du sol : des micro-dépressions et micro-accumulations de sable marquent ce sol, lui donnant partiellement un caractère de «Sierôsem strict».

Le sable, bien que stabilisé par les touffes d'alfa, s'accumule après chaque tempête de vent dans des micro-dhayâte.

Une étude stratigraphique fine, au pied des pieds des touffes d'alfa, permettrait sûrement de reconnaître de bas en haut le sierôsem et les plaquages successifs de sable.

Ce plaquage de sable risque, avec le temps, d'étouffer l'alfa et de fossiliser le sierôsem.

Les micro-dhayâte sont colonisées par le *Pistacia allantica*, laissant les touffes d'alfa et le sierôsem relativement peu envahis par le sable.

Se développe alors, un sol qu'on pourrait caractériser comme une succession verticale, où l'on a, de bas en haut, un sierôsem, puis un arénosol différencié, à faible incorporation de matière organique (cela n'étant que simple hypothèse).

Un tel biotope est un apport dans la pédo-diversité et pour la biodiversité y afférente.

En effet, on remarque une vigueur dans la biomasse de *Ziziphus*, mais aussi une régénération évidente de *Pistacia allantica* dans et au milieu des buissons de *Ziziphus lotus*.

Il serait intéressant d'étudier dans un tel biotope la diversité biologique (avifaune et reptiles notamment).

Un tel biotope, serait un « objet de conservation », d'une curiosité scientifique évidente.

#### **2.4. Siôrosem /siôrosem à tendance halomorphe:**

Origine du sol : sur des encroûtements gypso-calcaires, le sierôsem est lié au sparte (*Lygeum spartum*), de part une certaine salinité qui se fait sentir à la suite d'une pluie et après évaporation.

Utilisation : Repiquage d'alfa, sparte, mis en défens, et cadrage par une protection verte, contre le vent.

⇒ **Sous classe 3** : Les sols peu évolués d'apport.

### **3. A. Colluvial**

#### **3. A.1. Sol peu évolué d'apport colluvial : Colluviosol (RPF).**

Origine du sol : en relief, à pente peu accentuée, des sédiments pédologiques, rouge à rouge brun, « sédiments pédologiques hérités » recouvrent une grande surface.

La texture gravelo-sablo-caillouteuse est cimentée par une argile rouge-brune « héritée » (25 % environ).

Elle donne au colluviosol sa typologie.

Utilisation : Dans le cadre du parc ensemencé par des graines natives et en faire un grand parc fourrager - sous réserve de la mobilisation d'eau.

#### **3. A.2. Sol peu évolué d'apport colluvial : Colluviosol arénisé.**

Origine du sol : Idem que **3. A.1.** ; mais ici l'aspect arénisé prend une forme plus prononcée, de sorte que les sols ont « pratiquement évolué » vers un arénosol, si bien que « *arislida pungens* » psamphyte par excellence, s'y est installée.

Utilisation : Dans le cadre du parc, layonnage et fixation du sable par *aristida pungens* et *retama retam*.

### **3. B. Alluvial**

#### **3. B.1. Sols peu évolués d'apport alluvial à caractère fersialitique : Fluvisol (FAO) Fluvent (Soil Taxonomy) Fluvisol (RPF).**

Origine du sol : Les sols sont d'apport alluvial ; ils colonisent la partie en aval des zones d'épandage.

Ils se trouvent à *Oglet* dans les terrasses récentes des Oueds.

Leur caractère fersialitique (rouge, rouge brique, rouge brun) est hérité.



On peut émettre l'hypothèse que dans un passé « récent » (4000 à 5000 ans B.P), la couverture pédologique en amont, était fersialitique rouge et qu'après érosion, les sédiments se sont accumulés en aval, pour former des « plages » de sol rouge-brun, de bonne fertilité (périmètre de *Mazdouria*).

### **3. B.2. Sols peu évolués d'apport alluvial : Ftuvisols « *stricto sensus* ».**

Origine du sol : accumulation gravelo-sableuse sur le lit majeur d'oued.

Utilisation : Parc à fourrages sur les berges, après une saison pluvieuse et entretenir par irrigation en saison sèche.

### **3. B.3. Sols peu évolués d'apport alluvial fersialitique arénisé, Ftuvisol arénisé.**

Origine du sol : Idem que 3. B.1. ; mais ici il y a une influence du sable par rapport éolien.

Utilisation : il y a actuellement, par le travail du sol, une incorporation du sable dans le solum initial.

Ceci confère au sol une texture plus équilibrée, bien que sableuse.

### **3. B.4. Sols peu évolués d'apport alluvial à caractère fersialitique de tendance halomorphe.**

Origine du sol : en aval et en bas de pente, l'accumulation latérale des eaux chargées de sel, à la faveur de l'évaporation, les sols montrent une salinité faible (haut de pente), moyenne (bas de pente).

C'est le cas de *Mazdouria*.

Toutefois, la salinité disparaît dès que l'irrigation est pratiquée à faible dose, mais répétée.

Utilisation : Recommandation : irrigation au goutte à goutte.

## **3. C. Eolien**

### **3. C.1: Arénosols Arénosols (Fao) ; Psammiens (Soil Taxonomy) A4iosols (RPF).**

Origine du sol : Les arénosols se sont constitués à partir d'un mouvement de sable d'origine éolienne de provenance allochtone.

Le mouvement est sensiblement NNO-SSE, probablement venant de l'Ouest - distante, selon témoignage, d'une trentaine de km ; mais par ailleurs et d'après nos constatations sur le terrain, depuis 1981, l'origine du sable est autochtone, c'est-à-dire, du sable transporté.

Cet apport, selon les anciens, est de trente années à peine ; par ailleurs sur une faible distance à origine pédologique, c'est-à-dire que :

- 1- La végétation a été de tout temps l'alfa, du temps où l'on appelait la steppe d'alfa « Mer d'Alfa ».

Le sol qui correspondait à cette couverture végétale a été sierôsem, sur glacis à encroûtement calcaire différencié.

- 2- Depuis une vingtaine d'années, l'arrachage, la coupe désorganisée de l'alfa, les labours illicites notamment, ont complètement désorganisé la relation sol-alfa.

Par ailleurs, la sécheresse des trois dernières décennies a fait passer l'étage bioclimatique de la région du « semi-aride continental », à l'« aride continental ».

La dégradation du milieu a été sévère. Ce dernier est devenu « stérile » et très sensible à l'ablation par la perte de la couverture d'alfa.

- 3- La phase 3 du phénomène est que le sol, ainsi exposé s'est rubéfié après la disparition de la matière organique.

- 4- Les quelques touffes d'alfa existantes, ont stabilisé, dans les micro-*nebkha*, les particules pédologiques, mais de manière très provisoire.

Le mouvement du sable est continu ; il « rajeunit » sans cesse le sol.

- 5- Cet état de fait caractérise toute la région, car les arénosols d'*Oglet ed Daïra*, de *Benkhelil* constituent un phénomène régional de mouvements de sable d'origine éolienne au Nord de *Chott Chergui*, jusque vers l'Ouest, *Mekmène Ben Ammar*, *Qasdir*, *Rogassa*, etc.

Toute la région au Sud de *Chott Chergui* « *Alfville* », *Bougto*, depuis 2 à 3 décennies, a été une région à sierôsem-alfa.

Ici, il y a lieu d'envisager une bonne étude régionale de lutte contre l'ensablement, qui doit tenir compte de la géomorphologie régionale.

Il faut délimiter la région en prenant les limites où les mouvements de sable prennent leur départ.

Il ne faut en aucun cas, considérer ponctuellement et isolément les régions ensablées.

Utilisation : Dans le cas d'*Oglet ed Daïra*, les ergs autour du plan d'eau, entre *Djebel 'Arr'âr*, *Djebel Kerrouch*, *Djebel Korima*, il y a lieu de penser à un layonnage et à une stabilisation par *aristida pungens* et *retama retum*.

⇒ **Sous classe 2** : Aridisols - Yermosols les Takyr.

Origine des sols: Leur origine est surtout géomorphologique.

Un peu partout dans *Oglet ed Daïra*, des dépressions font, ça et là, leur apparition, à la faveur d'une flexure des glacis.

Leur superficie ne peut être que de quelques hectares, jusqu'à la dizaine.

Des écoulements latéraux, argile et limons calcaires s'accumulent (l'origine est la roche mère ou l'horizon calcaire en amont) et donnent au sol une couleur grisâtre.

Le sel, par évaporation d'eau, s'accumule.

Ces « *dhayâte* » (dépressions) sont situées en chapelet au nord de *Ga'âloul* et au sud de cette même localité, en allant tout au long au sud de *Djebel Korima*, jusqu'à *Benkhelil*, en passant par *Oglet el Khlâ*.

Les sols de ces « *dhayâte* » sont des sols limono-argileux gris, formant des polygones réguliers - mais faiblement, à moyennement esquissés - faisant penser à des « *Takyr* ».

Ils n'atteignent pas l'individualisation de ceux-ci, car le taux d'argile d'environ 30 à 40 %, n'est pas atteint.

Une étude pédologique fine, basée notamment sur la mobilité (l'importance) du  $\text{Na}^+$ , s'impose.

Notons que sur cette notion de taux d'argile, à partir de laquelle le « *Takyr* » se forme, la littérature consultée reste très limitée.

Toutefois, notre hypothèse est que les « *Takyr* » à fentes polygonales larges, se forment en présence du calcaire, du sodium, mais beaucoup d'argile (> 20 – 25 %).

On note peu d'érosion.

Il faut cependant attirer l'attention sur le fait qu'en période humide (saison de pluie), la « *dhayâ* » se remplit d'eau.

Celle-ci « mord » sur les bords, les érode et élargi, ainsi, la « *dhayâ* » de quelques centimètres, à chaque saison des pluies.

C'est l'équivalent de la dynamique des « *sebkha* ».

## Conclusion

Il y a une certaine diversité de sols rencontrée dans un milieu ou on ne s'y attend pas.

La grande majorité des sols sont remaniés.

A l'origine, la couverture pédologique était peut être fersialitique.

C'est ce qui a donné des sols alluviaux et colluviaux, hérités de cette couverture.

Les sols intra zonaux tels que « *Takyr* », font exception à la règle.

Les sierôsems, largement répandus sur les Hauts plateaux, à couvert végétal d'alfa, ne représentent que quelques lambeaux isolés.

Cependant le phénomène pédologique actuel est bien l'**arénisation** généralisée (voir **figure, infra**).

Trait pédologique actuel, arénisation récente

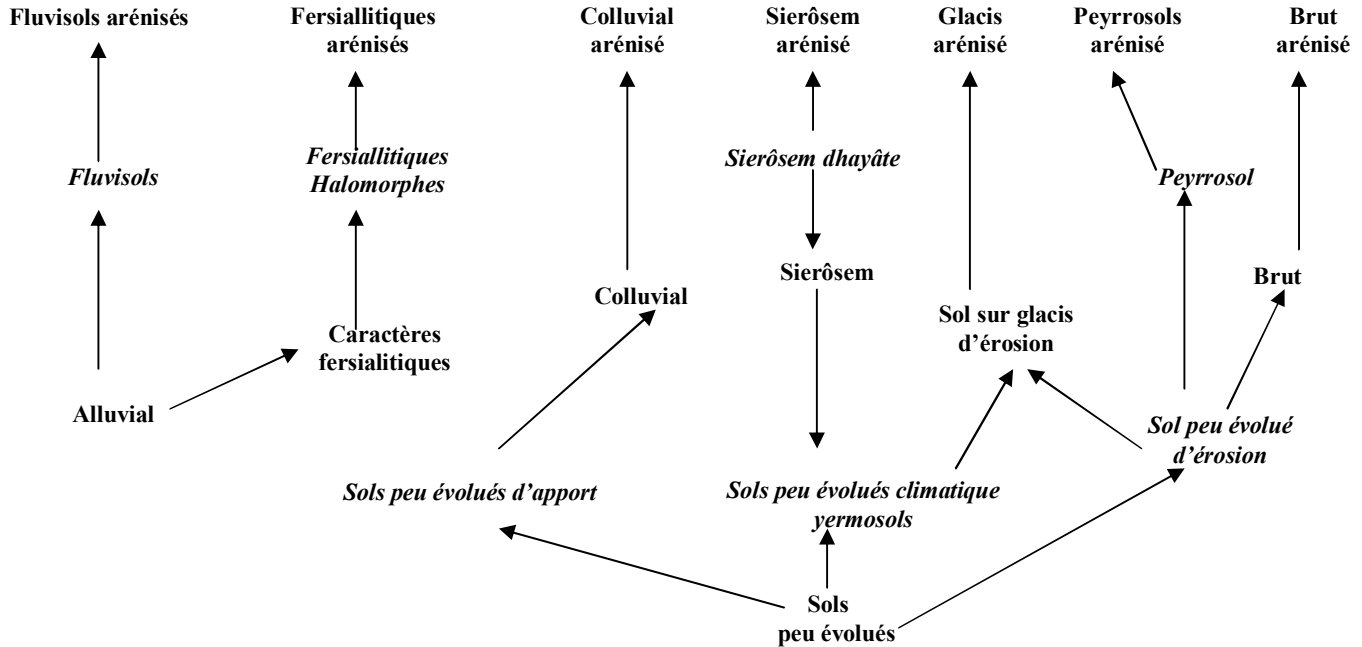


Figure : Pédogenèse actuelle



**EFFET DE L'ÉROSION ÉOLIENNE  
SUR LA FORMATION DES SOLS ALLUVIAUX EN MILIEU SAHARIEN :  
CAS DE LA DHAYA D'EL AMIED**

**Djili B. \*, Hamdi-Aissa B. \*\***

**Résumé**

L'étude est réalisée dans la *Dhayâ* d'*El Amied*, située dans la région de *Guerara*, à l'Est du Sahara septentrional algérien.

Cette cuvette se caractérise par un climat hyper aride.

Elle se localise dans un lit d'oued, contiguë à des buttes témoins (*Gara*).

Cette situation fait que la formation du sol résulte, en général, de deux types d'apports alluviaux et éoliens, dont l'influence particulière à chacun d'eux est liée à son intensité et à son cycle de dépôt.

L'ensemble est illustré par une stratification d'horizons.

Chaque dépôt reflète des conditions climatiques et hydrologiques bien spécifiques.

Des études morphologiques et analytiques des profils pédologiques réalisés dans la *Dhayâ*, révèlent que la différence entre les horizons stratifiés se traduit par un changement dans la couleur, la texture, la structure du sol, mais également par des variations sensibles dans la teneur des sols en calcaire total, en pH, ainsi qu'au niveau de la Capacité d'échange cationique.

La distinction des transitions et la netteté des limites entre les horizons nous amène à déduire qu'il s'agit d'apports bruts, peu évolués, conservant des données très précieuses.

Elles peuvent être exploitées largement pour reconstituer la succession des conditions climatiques ayant régné par le passé et, de ce fait, reconstituer l'historique de la désertification.

**Mots clés :** Sols alluviaux, érosion éolienne, *Dhayâ*, Sahara septentrional.

---

\* Laboratoire de Bio-géochimie des Milieux Désertiques - Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur. Université Kasdi Merbah - Ouargla. BP 511. 30000 Ouargla.

\*\* Correspondant à Ouargla du Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), e-mail : [brdjili@yahoo.fr](mailto:brdjili@yahoo.fr)

## **Introduction**

Un sol alluvial est un sol azonal constitué de dépôts alluvionnaires relativement récents.

Il s'agit d'un sol formé sur matériaux marins, fluviaux, ou lacustres, généralement humide.

Les matériaux grossiers, s'ils sont présents, sont roulés.

Ces sols se distinguent d'une part par leur position géomorphologique et leur origine, d'autre part par leur régime hydrique.

Ils se rencontrent dans le monde, là où ils se réunissent les facteurs de leur formation à savoir : les réseaux hydrographiques des bassins versants, les zones d'épandage, les dépressions fermées, les cônes de déjection, les plaines alluviales etc. [1]

En zones arides, ce sont surtout des sols de lits *d'oued* et des zones d'épandage.

Les apports sont très limités, tout d'abord dans le temps, par suite de la rareté des pluies d'intensité suffisante, puis dans l'espace où les écoulements n'intéressent souvent que quelques tronçons de bassin ou bien le fond des *Dhayâte*. [2]

La surface qu'occupe ce type de sol dans le Sahara est très restreinte par rapport aux autres types de sol ; mais ils restent le seul milieu le plus propice à l'installation de la végétation naturelle et à la culture biologique.

Cependant, à l'heure actuelle ces sols sont fortement menacés par la désertification ; celle-ci est provoquée par des agents naturels et anthropiques.

A travers cette étude nous allons présenter un exemple d'action par érosion éolienne sur la formation de ces sols dans une zone caractérisée par sa géomorphologie et sa position dans le paysage.

Nous allons essayer de mettre en évidence la fragilité des écosystèmes alluviaux dans les zones hyper arides, et voir ce que nous pouvons tirer comme intérêt à partir de ces sols pour lutter contre la désertification.

## **Présentation de la région d'étude**

La région du *Guerara* est située près de 120 km au nord-est du chef lieu de wilaya de Ghardaïa.

Les coordonnées géographiques sont de 32° 50' latitude Nord et 4° 30' longitude Est, avec une altitude d'environ de 303 m.

Elle couvre une superficie totale de 2600 km<sup>2</sup>, disposée, en grande partie, en pente.

Les oasis de Guerara sont situées au fond de la vallée de *l'Oued Zègrir*.

Elles s'étalent sur des dépôts alluvionnaires récents.



La géologie est dominée par des alluvions actuelles et récentes (Quaternaire) sur un substrat géologique gréseux de Miopliocène.

Les terrains autour de la région sont fortement dénudés. [3]

Le climat est de type hyperaride (saharien), avec de faibles précipitations (valeur annuelle de 63,7 mm, station de Ghardaïa) et des températures très élevées (moyenne annuelle de 22,6° C, station de Ghardaïa) ainsi que des fortes évaporations.

La répartition des sols dans le paysage varie en fonction de la géomorphologie.

Il est de type caillouteux-graveleux ou sableux-limoneux dans le lit *d'Oued*, suivant la variation de la topographie. Tandis que sur le reste du paysage il est de type sableux. [4]

## **Matériel et méthode d'étude**

### **La zone d'étude**

La *Dhayâ* d'*El Amied* est située au Sud-est de l'ancienne palmeraie et de la ville de *Guerara*.

Il s'agit d'une zone d'épandage qui s'étale sur les alluvions du lit de l'*Oued Zègrir*.

Elle est limitée au Nord par la voie routière (*Guerara - El Hdjira*) et quelques collines, à l'Est par l'ancienne palmeraie et une digue de 1000 m de longueur, au Sud par des formations dunaires (voiles sableux, *Nebka*, dune, ...), des buttes témoins (*Gara*) et les terres du Miopliocène (appelées localement « *Tafza* ») et à l'Ouest par les Glacis de Miopliocène. [4]

### **Méthodologie**

La localisation des points d'échantillonnage est basée sur des documents de base (documents cartographiques thématiques disponibles, photographies aériennes et images satellitaires pour la photo-interprétation), suivie par des travaux de sondage sur terrain.

Plusieurs profils pédologiques ont été réalisés dans la *Dhayâ* d'*El Amied* et en dehors, vers l'amont l'*Oued Zègrir* et dans la zone des accumulations dunaires.

L'étude des différents solum a porté sur les aspects morphologique et analytique.

L'étude morphologique consiste à décrire les horizons.

Elle est basée principalement sur la couleur, la texture, la structure, l'état d'humidité, la réaction à l'H Cl, transition et limite entre les horizons.

L'étude analytique est effectuée au laboratoire sur la granulométrie, le calcaire total (calc.T), la matière organique (MO), la conductivité électrique (CE), le pH et la capacité d'échange cationique (CEC).

## Résultats

### Les sols en dehors de la *Dhayâ*

#### 1. *Le sol en amont du lit oued*

En amont du lit de l'*Oued Zègrir* dans la région de *Guerara*, le sol est constitué des alluvions caillouteuses, graveleuses et sableuses, dont les éléments grossiers ont une forme émoussée et arrondie de nature dolomitique et quartzreuse, résultant d'une forte érosion hydrique et qui reflète une allochtonie et révèle un remaniement par roulement plus ou moins long.

#### 2. *Le sol de l'ancienne palmeraie de Guerara*

La couverture pédologique dans le bas-fond de la palmeraie traditionnelle qui précède la *Dhayâ* d'*El Amied* est une accumulation de plusieurs couches d'alluvions très fines, donnant une texture limoneuse relativement homogène sur tout le profil, sans une stratification visible, une forte effervescence à l'H Cl, une couleur plus moins sombre, une structure continue à l'état humide ou polyédrique à l'état sec.

De ce fait, le sol présente une perméabilité très faible qui ralentit la percolation des eaux, provoquant ainsi une stagnation plus ou moins prolongée des eaux des crues.

Les résultats de l'étude analytique sont représentés dans le **tableau I**.

#### 3. *Le sol des formations dunaires*

Il se présente sous forme d'une couche homogène de sable.

Ce dernier se caractérise par une couleur claire jaune rougeâtre à l'état sec (5YR 6/6), une texture sableuse, une structure particulaire, et pas d'effervescence avec l'H Cl.

Les résultats d'étude analytique sont représentés dans le **tableau II**.

**Tableau I : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du sol**

Horz.	Prof. (cm)	Texture (%)			Calc.T (%)	M.O (%)	CE dS/m	pH	C.E.C (cmol <sup>+</sup> /Kg)
		Sable gros	Sable fin	Fraction < 50 µm					
Ap	0-40	4,3	51,4	44,3	9,25	1,65	0,160	7,90	16,3
C1	40-107	3,2	51,2	45,7	9,66	0,79	0,139	7,80	17,0

**Tableau II : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du sol**

Horz	Prof. (cm)	Texture (%)			Calc.T (%)	M.O (%)	CE dS/m	pH
		Sable grossier	Sable fin	Fraction < 50 µm				
H1	0-100	32,47	64,75	2,76	2,66	0,19	0,24	7,82

## **Les sols de la Dhayâ d'El Amied**

### **1. Le sol au bas-fond de la Dhayâ**

L'étude morphologique des profils pédologiques montre que le sol est une succession des couches superposées sous forme d'une stratification, qui se traduit par des différences très nettes dans la texture, la couleur et la structure d'horizon, avec des transitions distinctes et limitées très nettes.

Des horizons ayant une texture fine, sablo-limoneuse à limoneuse, une couleur plus ou moins sombre et une structure compacte continue à l'état humide ou polyédrique à l'état sec, avec une forte effervescence avec l'H Cl.

**Des horizons ayant une texture sableuse, une couleur plus ou moins claire et une structure particulière très friable et aucune effervescence avec l'H Cl.**

Les résultats de l'étude analytique sont représentés dans le **tableau III**.

### **2. Le sol au sud de la Dhayâ**

L'étude morphologique des profils montre que le sol est une succession de couches ou d'horizons superposés sous forme d'une stratification.

Les uns ont une texture fine sablo-limoneuse à limoneuse, une couleur plus ou moins sombre et une structure compacte continue à l'état humide ou polyédrique à l'état sec, avec effervescence à l'H Cl.

Les autres ont une texture sableuse, une couleur plus ou moins claire et une structure particulière très friable et aucune effervescence avec l'H Cl.

Mais dans ce type de sol, l'épaisseur des horizons sableux est beaucoup plus grande que celle des horizons limoneux ; ces derniers se présentent des fois sous forme des micro-horizons.

Les résultats d'étude analytique sont représentés dans le **tableau IV**.

**Tableau III : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du sol**

Horz	Prof. (cm)	Texture (%)			Calc.T (%)	M.O (%)	CE dS/m	pH	C.E.C (cmol <sup>+</sup> /Kg)
		Sable grossier	Sable fin	Fraction < 50 µm					
Ap	0-30	11,2	40,4	48,4	13,56	1,52	0,160	7,90	16,3
C1	30-95	1,6	17,8	80,7	20,14	1,65	0,139	7,80	17,0
C2	95-145	15,5	78,5	6,1	3,78	0,26	0,077	8,25	3,0
C3	145-200	1,4	64,6	34	14,52	0,29	0,113	7,77	9,0
C4	200-330	3,1	90,6	6,4	5,34	0,11	0,135	8,08	4,5

**Tableau IV : Caractérisation granulométrique et physico-chimique du sol**

Horz	Prof. (cm)	Texture (%)			Calc.T (%)	M.O (%)	CE dS/m	pH
		Sable grossier	Sable fin	Fraction < 50 µm				
Ap	0-30	10,0	82,0	8	4,11	0,75	0,158	8,36
C1	30-95	10,7	84,5	4,8	3,62	0,82	0,146	8,41
C2	95-115	16,1	19,4	64,4	5,07	0,64	0,231	7,81
C3	115-210	13,95	61,6	24,45	3,02	0,14	0,111	8,35
C4	210-230	10,46	76,90	12,65	3,9	1,81	0,128	8,21

## Discussion et Conclusion

La comparaison entre les différents types de sols étudiés, en dehors et à l'intérieur de la *Dhayâ d'El Amied*, montre que la formation des sols de cette *Dhayâ* ne résulte pas uniquement de la sédimentation des apports alluviaux de l'*Oued Zègrir*, mais aussi et d'une façon très importante, de l'action des apports éoliens.

Ce mode de formation s'illustre clairement, dans les profils pédologiques effectués, sous forme d'une stratification d'horizons dont les limites et les transitions sont nettes et facilement distinctes (*figure 1*).

Une succession de deux types d'horizons différents du point de vue des caractéristiques morphologiques et analytiques ; chaque type se rassemble :

- soit au sol de l'ancienne palmeraie de Guerara,
- soit au sol des formations dunaires situées au sud de la *Dhayâ*.

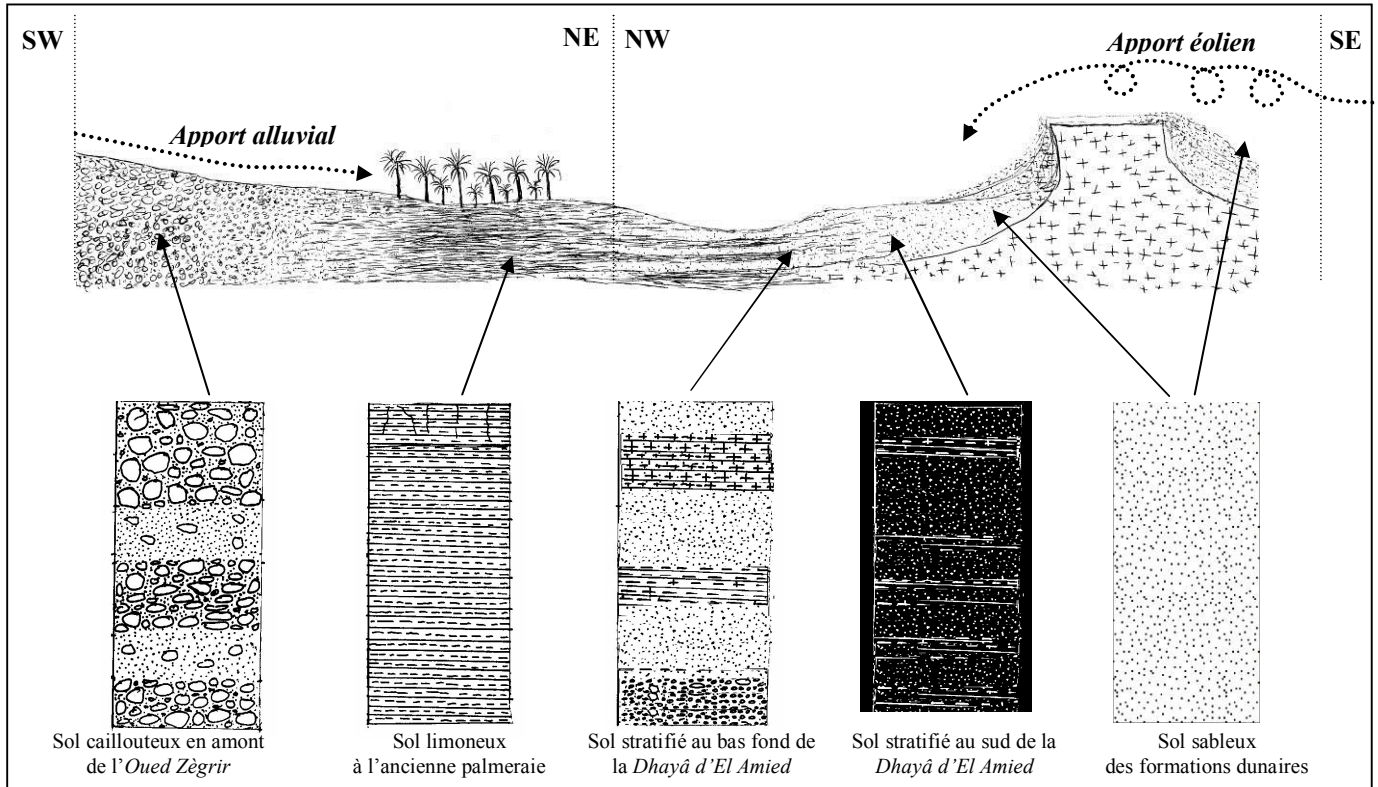
Les critères de comparaison les plus discriminants sont : la couleur, la texture, la structure et surtout la CEC et le calcaire total.

L'absence de l'action d'érosion éolienne sur les sols de l'ancienne palmeraie a permis d'avoir un sol plus moins compact, dur, difficilement travaillé et semi-imperméable (mauvais drainage), mais très riche en éléments fertilisants, contrairement aux sols des formations dunaires qui sont très pauvres et squelettiques, en revanche ils sont très perméables et faciles à travailler.

Le sol au bas fond de la *Dhayâ d'El Amied* regroupe tous les critères des sols précédents.

Il s'agit d'un bon sol fertile, d'un grand intérêt agronomique et convenable à une gamme très large des plantes cultivées.

Néanmoins, cette fertilité perd de son aspect, au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre de la *Dhayâ*, vers les bordures sud, où l'influence éolienne devient plus importante.



**Figure 1. Deux coupes schématiques successives illustrant la distribution des sols d'apport autour et à l'intérieur de la Dhayâ d'El Amied**

Les sols alluviaux en zones arides sont presque les seuls sols qui présentent une certaine fertilité et une richesse en éléments fertilisants.

Ce sont des sols peu évolués du fait de leur rajeunissement continu.

L'effet des apports éoliens peut améliorer ces défauts à un certain niveau.

Cependant, si cet effet surgit pendant une longue durée, il devient une menace dangereuse qui provoquerait leur dégradation et accélérerait le phénomène de désertification.

Face à ces problèmes inquiétants, un projet de recherche a été lancé pour contribuer à trouver des solutions, d'une façon directe ou indirecte, en utilisant toutes les opportunités offertes par les sols et paléosols alluviaux et les accumulations pédo-sédimentaires en zones arides.

Il s'agit du projet de recherche « DAYACLIM » (N°17/03/01/02/MN. CRSTRA) [5], dont objectif vise à mettre au point les outils d'une prévision qui permettraient aux Pouvoirs publics d'optimiser les stratégies d'adaptation au phénomène de sécheresse qui perdure et à ses conséquences.

### Références bibliographiques

1. **Lozet & Mathieu**, (2000) : « Dictionnaire de science du sol ». Editions Techniques. Doc. Lavoisier. 384 p.
2. **Dutil P.**, (1971) : « Contribution à l'étude des sols et des paléosols du Sahara ». Thèse doctorat d'Etat, Faculté des sciences de l'Université de Strasbourg. 346 p.
3. **S.C.G.**, (1939) : « Notice explicative des cartes géologiques au 1/500000<sup>e</sup>. Alger-Nord. Alger-Sud. Bulletin du Service de Cartographie Géographique de l'Algérie. Alger, pp 95-99.
4. **Djili B.**, (2004) : « Etude des sols alluviaux en zones arides. Cas de la région de Guerara. Essai morphologique et analytique ». Mémoire de Magistère. Université KM, Ouargla. 81p.
5. **Hamdi-Aissa B., Messen N.**, (2006) : « A Sahara climate program Dayaclim ». PAGE (Past Global Changes) Volume, 14, n°2. Bern. p4.



**METHODOLOGIE DE CARTOGRAPHIE & DE SUIVI DE  
L'ENSABLEMENT PAR L'UTILISATION DE L'IMAGERIE SPATIALE.  
« CAS DU BASSIN VERSANT D'EL HODNA - ALGERIE »**

**Mostephaoui T. \* & Dif A. \*\***

*Résumé*

Depuis quelques décennies, l'Algérie a cherché à répondre à la menace de la sécheresse et de la progression de la désertification dans les zones intérieures du pays, jusque-là épargnées par ces fléaux.

Parmi la grande diversité des projets pluridisciplinaires, seuls quelques travaux et publications se rapportent au fléau de la désertification et au mouvement de sable.

Ils sont destinés à la compréhension des processus de dégradation des sols et des ressources en eau en tant que ressources rares en régions arides.

Aussi, il nous semble urgent, voire impératif, d'intervenir avant que la situation ne soit irréversible.

C'est dans ce cadre que l'étude faisant l'objet de cette communication, vise à démontrer la possibilité de suivi par télédétection du phénomène d'ensablement de la ville et des terres agricoles de la partie Sud du bassin versant d'El Hodna.

Cette étude se base sur l'analyse multi temporelle de l'évolution de ce phénomène à partir des données images à moyenne résolution (32 m) du satellite algérien Alsat1 et de Landsat 7 ETM+ (30 m).

Les cartes thématiques dérivées sont relatives aux états de surface des sols, au pourcentage de la biomasse et aux divers indices de sensibilité du sol à la dégradation.

Nous montrerons, tout particulièrement, l'importance des masses montagneuses dans la fixation des dunes.

**Mots clés :** Menace, désertification, sécheresse, télédétection, multi temporelles, fixation, dunes.

\* Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides - Biskra.

\*\* Centre National des Techniques Spatiales. Arzew - Oran.

**APPROCHE METHODOLOGIQUE  
POUR LA CARTOGRAPHIE DU « COULOIR DUNAIRE » EN VUE DE  
LA LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION.  
STEPPE CENTRALE D'ALGERIE**

**Tolba K.\* et Chouial A.\*\***

**Résumé**

L'Institut National de la Recherche Forestière mène depuis plus de deux décennies des recherches sur les techniques de lutte contre la désertification, par l'installation de placettes permanentes de contrôle au sol, par la télédétection et par l'étude de certains paramètres physiques et biologiques pouvant prévenir et réparer les dégâts causés par les mécanismes de rétroaction.

Une première esquisse cartographique de la dynamique éolienne a été réalisée au niveau du « couloir dunaire » de *Djelfa - Bouss'ada* (396 000 ha) dans l'axe central de la zone steppique en Algérie.

Elle repose sur une méthodologie d'approche développée autour de trois principaux thèmes, savoir : l'aspect géomorphologique, l'effet de l'activité éolienne entraînant une persistance de la sécheresse et l'indice de recouvrement végétal complémentaire.

La synthèse cartographique va nous permettre d'établir un système d'information géographique et de dégager un ensemble de cartes de prévention des risques d'ensablement.

**Mots clés :** *Cordon dunaire, surfaces planes, taux de recouvrement végétal, érosion éolienne, ensablement.*

**Abstract**

The National Institute of Forest Research has carried out for more than two decades of research on the techniques of combating desertification, by the installation of permanent area of control on the ground, by the remote sensing and the study of certain physical and biological parameters being able to prevent and repair the damage caused by the mechanisms of feedback.

A first cartographic draft of wind dynamics was carried out on the level of the "corridor dune" of *Djelfa - Bouss'ada* (396 000 ha) in the central axis of the steppe zone in Algeria.

It rests on a methodology of approach developed around three principal topics with knowing : the geomorphological aspect, the effect of the wind activity involving a persistence of the dryness and the index of vegetable covering complementary.

The cartographic synthesis goes has to enable to us to establish a geographical information system and to release a whole of charts of prevention of the risks of stranding.

**Keywords :** *Corridor Dune, plane surfaces, rate of vegetable covering, wind erosion, stranding.*

\* Attaché de recherche, Laboratoire LCD.

\*\* Chargé de Recherche, Chef de station expérimentale. INRF. BP 37 Chéraga, Alger, Algérie. [Tolbakamel@yahoo.fr](mailto:Tolbakamel@yahoo.fr).

## Introduction

La dégradation des écosystèmes arides et semi-arides en Algérie est devenue un fait palpable qui ne fait qu'entraver le progrès et le développement rural.

Dans ces milieux exceptionnellement fragiles, le recul de la végétation se fait selon une progression alarmante et l'érosion éolienne domine.

La carte de la dégradation se superpose à celle des régions soumises à une longue saison chaude et sèche et à une faible pluviométrie moyenne annuelle.

Dans ces régions, le phénomène porte le nom de désertification.

L'urgence de la lutte contre ce phénomène est imposée par la nature même du processus qui tend à s'auto-accélérer, entraînant, lorsque l'intervention humaine tarde à venir, des situations d'irréversibilité, interdisant toute possibilité de remise en état de ces zones.

## Matériel et techniques

La zone d'étude se situe au niveau du cordon dunaire de *Djelfa-Bouss'âda* (300 km au sud d'Alger).

Les hauts plateaux et l'ensemble des *Zahrez Gharbi* et *Chergui* forment la limite au Nord.

Le piémont de l'Atlas saharien constitue sa limite au Sud.

D'une superficie totale de 396 000 ha [12], comprenant le cordon dunaire et les zones environnantes, envahies par les sables sous formes de voiles sableux, de sables piégés à l'arrière d'obstacles mécaniques ou biologiques et les sables organisés en champs de dunes isolées.

Le cordon dunaire s'étend sur 215 km ; sa largeur varie entre 3 et 5 km, dépassant 7 km dans certaines parties.

Le sol est dominé par les formations éoliennes d'accumulations et d'apports.

Les sols calcimagnésiques couvrent le « couloir dunaire » non envahi par les sables.

Les sols salins entourent les chotts.

Sur les terrasses d'oueds apparaissent les sols peu évolués, d'apports alluviaux. Les Lithosols couvrent les escarpements des djebels [10].

La végétation spontanée présente un faible taux de recouvrement sur les dunes.

Néanmoins sur les voiles sableux et les dépressions inter dunaires, on rencontre *Aristida pengens*, *Pseudorucaria teretifolia* et *Saccocalyx satireioides*.

Le régime des oueds est du type endoréique : l'eau s'écoule dans les bassins fermés (*chott*, *sebka*, *dhayâ*).

Les lits d'oueds sont très larges ; les pluies torrentielles entraînent le sapement latéral des berges, provoquant ainsi l'élargissement du lit majeur.

**La pluviométrie** se situe entre l'isohyète 100 et 300 mm par an en moyenne.

Le bioclimat, selon le diagramme d'**Emberger**, est de type semi-aride, froid à frais.

Les irrégularités inter - annuelles et saisonnières sont très marquées.

Le maximum de précipitations tombe en hiver, saison caractérisée par un froid rude et qui correspond à une activité réduite des végétaux.

Les températures oscillent entre 3° C en hiver et 30° C en été [9].

Les plus basses sont enregistrées en période hivernale.

Les amplitudes thermiques sont élevées ; celles-ci s'amplifient surtout en été à cause du rayonnement solaire.

L'humidité est relativement importante en hiver et correspond à la saison pluvieuse.

Par contre, elle est fortement réduite en été à cause d'une évaporation accrue.

La faiblesse des précipitations se répercute négativement sur le comportement des végétaux.

**Les vents** : la zone d'étude est située dans la steppe centrale : une région exposée aux vents de toutes directions, d'après les données de **Seltzer [11]** ; les vents dominants sont ceux de l'ouest.

Selon la station de *Ma'âlba (Djelfa 1980)*, les vents les plus redoutés sont ceux qui proviennent du sud-ouest et du sud, avec des vitesses maximales de 17 et 38 m/s et ce, durant la période allant du mois d'août à janvier.

A partir de février à juillet, les vents du secteur nord-est interviennent et peuvent provoquer des dégâts sur la végétation en gelant les jeunes pousses des parcours.

En été, le Sirocco qui est un vent accidentel, chaud, sec et violent (20 j/an), provoque un transport de sable, détruit les récoltes, les bourgeons et les jeunes pousses.

Il brûle également les pâturages : c'est un puissant agent d'érosion.

Par conséquent, il nous paraît être la prédominance de trois directions éoliennes, selon les saisons et allant en sens opposé.

Les levés sur terrain ont été effectués par des personnes ayant parfois des conceptions différentes et ne disposant pas d'un vocabulaire commun : agronome, géographe et forestier [12].

Nous avons donc entrepris la carte géodynamique avant qu'un accord ne soit réalisé sur la terminologie ; la légende s'appuie sur une codification ; chaque unité cartographique est codée puis définie au moyen de critères d'identification permettant de faire des levés homogènes ; l'objet de la méthode suivie est dû à l'insuffisance du vocabulaire géomorphologique en usage dans les zones steppiques algériennes.

La démarche suivie s'appuie sur les documents suivants :

1. Classification des données à figurer sur la carte géodynamique et la carte d'occupation des sols.
2. Une notation codée permettant de stocker les observations recueillies
3. Une légende indiquant les types d'unités cartographiques correspondant aux éléments de la notation codée, accompagnée d'un lexique de critères permettant l'identification des diverses unités apparaissant dans la notation codée.
4. La cartographie de la zone d'étude est réalisée à l'aide d'interprétation de la photographie aérienne à l'échelle 1/40 000<sup>e</sup> de l'année 1972 relevant des missions suivantes : 024-400 et 025-400, ainsi que des cartes topographiques au 1/200 000<sup>e</sup> de *Djelfa* et de *Bouss'âda*.

Une mission de validation de l'interprétation photographique a été réalisée avec la collaboration des ingénieurs allemands de la GTZ et les chercheurs de l'INRF.

Après avoir regroupé toutes les données de l'étude, nous sommes arrivés à élaborer une carte pluri-thématique du couloir dunaire à l'échelle du 1/40 000<sup>e</sup>.

Trois principaux thèmes sont étudiés dans cette carte, savoir :

- l'aspect géomorphologique, représenté par le premier code exemple : 90 (9 représente le cordon dunaire) ;
- le deuxième code démontre l'effet anthropologique complémentaire et indique les surfaces dont le recouvrement végétal est quasi nul ou faible ;
- le troisième code introduit l'effet de l'activité éolienne, exemple : 71N (N symbolise les voiles sableux).

Nous avons estimé que cette façon de faire était plus pratique avec l'établissement d'une taxonomie codée des données à représenter, puis la composition d'une légende graphique.

⇒ Premier code

## → Aspect géomorphologique

La zone d'étude présente une géomorphologie assez variée, typique des régions semi-arides : butes témoins, glacis, chotts, édifices sableux.

La morphogénèse du paysage a été façonnée par la succession de plusieurs séquences d'érosion datant du début du Quaternaire. [3]

→ Les surfaces à relief marqué

Elles occupent 69 358,4 ha, soit : 17,51 % de la zone d'étude.

Les versants modelés dans le substratum géologique laissent apparaître facilement leur structure en raison de la faible épaisseur des sols et de la faible densité du couvert végétal.

L'érosion différentielle dégage les bancs les plus durs et creuse les plus tendres formant ainsi des paysages de cuesta, crêtes et de butes témoins

## N°1

→ Les surfaces dominées par les roches dures

Elles présentent des formes de cuesta, de crêtes et de pentes abruptes, elles occupent 24 906,4 ha, soit : 6,29 %.

Les sommets de *Djebel* sont modelés dans les roches dures : calcaires et grès.

Les ensembles massifs constituent des alignements de *Djebel* le long de la dépression des *Zahrez Chergui* et *Gharbi (Djebel Sahari)*.

La pente des versants est abrupte formant des falaises avec éboulis.

La couverture pédologique est très mince et discontinue : elle s'amincit davantage avec la disparition de la couverture forestière et la sécheresse persistante.

## N°2

→ Les surfaces dominées par les roches tendres

Elles sont assez faibles, occupent 4 964,2 ha, soit : 1,25 % de l'ensemble.

Les paysages de badlands caractérisent ces surfaces.

La ruissellement est intense.

Ces espaces sont occupés par des formations marno-calcaires, donnant généralement des formes de collines aux sommets convexes, avec des pentes douces (région Nord de *Ain Ma'abed*).

La végétation forestière est dégradée ou a disparu (voir *carte n° 1 à n° 6*).

N°3

→ Les surfaces formés de l'alternance de roches dures et tendres

Ce sont souvent des alternances, grés argiles ou calcaires argiles, donnant des formes d'allure en gradins et en butes témoins.

Ces surfaces sont relativement importantes dans la mesure où elles occupent 39 487,8 ha, soit : 9,97 %.

Ces surfaces forment souvent des obstacles ou des pièges aux sables mobiles (*carte n° 3, Hassi ez Zerma, Djebel ed Defna*).

→ **Surfaces plus ou moins planes**

Ces surfaces sont représentées par des glacis et des terrasses alluviales, elles occupent 236 274,4 ha, soit : plus de la moitié de la superficie étudiée 59,57 %.

N°4

→ Glacis et terrasses encroûtées

C'est une formation encroûtée du Quaternaire ancien.

Cet ensemble occupe une place prépondérante puisqu'il détient 39,6 % de la zone d'étude avec 157 141,5 ha.

Ces surfaces ont été soumises à une érosion intense : ces vastes glacis et terrasses encroûtées, bordées par des corniches abruptes dominent les dépressions alluviales, les pentes sont faibles et irrégulièrement inclinées, le ruissellement est diffus et apparent.

Les formes relativement tabulaires ont évolué en surfaces polygéniques faites de retouches successives par déficience de l'érosion linéaire.

Ces surfaces se caractérisent par des sols à croûte calcaire, formés sur des matériaux très divers : alluvions plus ou moins caillouteuses, argiles sableuses rondes marno-calcaires, calcaires lacustres.

Les phénomènes de ruissellement diffus prennent une grande importance en raison de la pente faible (1 à 3 %), des sols pauvres et de la couverture végétale assez lâche.

N°5

→ Formations plus ou moins encroûtées du Quaternaire moyen

Les glacis et les terrasses encroûtés sont à pente faible régulièrement inclinée.

Le réseau hydrographique est marqué : c'est une zone de piémonts.

Cet ensemble occupe 40 180,9 ha soit 10,14 % de la zone d'étude.

N°6

→ Formations du Quaternaire récent

Surfaces occupées par les alluvions d'Oueds avec 38 952 ha, soit : 9,83 %. Ce sont de zones de dépôts colluviaux et alluviaux relativement fins. Ces zones reçoivent des apports d'eaux de ruissellement (elles ne sont guère cultivées). C'est également une zone d'épandage plus en moins terrassée par les crues récentes et des terrasses alluviales.

N°7

→ Les surfaces en dépressions

Elles occupent 55 137 ha, soit : 13,96 % de l'ensemble.

Elles sont représentées par les systèmes de *dhayâ*, de *sebkha* et de *chott*.

Les eaux de ruissellement se rassemblent et s'accumulent dans ces dépressions endoréiques (*Zahrez Gharbi*, *Chergui* et *chott el Hodna*), elles peuvent s'étaler sur plusieurs dizaines de Km<sup>2</sup>.

N°7 (bis)

→ Système de *dhayâ*

Dépression fermée, d'extension limitée, où s'accumulent les eaux de ruissellement non salées ou peu salées.

Elles occupent 14 570 ha, soit : 3,68 %.

Les eaux s'y maintiennent quelques jours, ou quelques semaines.

Une partie s'évapore, l'autre s'infiltre, le reste est utilisé par une végétation variée.

Les *dhayâte* sont souvent cultivées (céréales).

N°8

→ Systèmes de *sebkha* et de *chott*

Dépressions salées, endoréiques d'extension limitée, représentent 40 567 ha, soit : 10,28 %. Les *sebkha* sont alimentées par les eaux de crues ; de même pour les *chott* qui sont alimentées en plus par des nappes artésiennes profondes, arrivant jusqu'en surface par des sources (ex. *Chott Chergui*), ou des suintements (bordures des *Zahrez*) en période pluvieuse ; il se forme de véritables lacs ; l'eau s'évapore peu à peu ; la saturation en sel devient excessive (300 à 400 g/l), avec des dépôts de chlorure de sodium très importants, exploitables dans les salines de *Zahrez Gharbi*.

N°9

→ Les surfaces d'accumulation importante ou cordon dunaire



Elles occupent 28 600 ha, soit : 7,22 % de la zone d'étude ; elles s'étendent dans le sens Sud-ouest/Nord-est, sur environ 215 km de long, large de 2 à 7 km.

Le cordon dunaire est formé au départ de petits massifs dunaires isolés ; il devient peu à peu continu et difficilement franchissable ; les dunes hautes atteignent parfois des dizaines de mètres de hauteur.

Un paysage très varié, des formes dunaires (*Sif*, *Barkhane*, Bouclier Barkhanique).

La couleur des sables va du rouge au blanc, en passant par le jaune rougeâtre. [8]

L'origine du sable reste encore inconnue : une étude systématique au delà du couloir dunaire serait indispensable pour préciser son origine et sa progression, afin d'envisager les méthodes et les moyens à mettre en œuvre pour assurer sa stabilité.

Globalement, les dunes se remodelent constamment et sont relativement fixées ; le vent ne fait que remodeler leur morphologie d'après la photo interprétation de *Pouget 1949* et *1963*, repris par *Mainquet*. [7]

#### N°10

→ Les surfaces à relief sous jacent marqué

Elles occupent 65 68,8 ha, soit : 1,65 %.

⇒ Deuxième code

→ **Effet anthropologique complémentaire**

Le surpâturage, le déboisement et le défrichement ont contribué à la dégradation du milieu physique.

Les conséquences se traduisent par une érosion éolienne intense.

#### N°0

→ Surfaces dont le recouvrement végétal est faible ou presque nul

Elles occupent 81 280 ha, soit : 21,10 % de la zone d'étude.

Les fixations mécanique ou biologique affectent surtout ces zones.

→ **Surfaces périodiquement cultivées**

Elles occupent 118 420 ha, soit : 30,79 %.

Ce sont des zones de cultures et de parcours.

#### N°1

→ Surfaces marginales ou dégradées

Elles occupent 47 155 ha, soit : 12,26 %.

Ce sont des zones occupées par l'habitat et les points d'eau.

**N°2**

→ Surfaces extensives non cultivées de manière permanente

Elles occupent 53 614,6 ha, soit : 13,91 %.

Ce sont des zones d'alternance de culture et de jachère.

**N°3**

→ Surfaces intensives cultivées de façon permanente

Elles occupent 17 650,8 ha, soit : 4,59 %.

Ce sont des zones forestières, d'arboriculture fruitière et de cultures irriguées.

Ces superficies doivent être protégées par un système de « brise-vent », propre au domaine aride et doivent faire l'objet d'une amélioration de la valeur pastorale.

→ ***Surfaces recouvertes en permanence de végétation***

Elles occupent 182 291,1 ha, soit : 47,4 % de la zone d'étude.

**N°4**

→ Surfaces dont le recouvrement végétal est inférieur à 15 %

Elles occupent 151 448,8 ha, soit : 39,38 % de l'ensemble.

Ces importantes surfaces, très dégradées, doivent faire l'objet d'une stabilisation par des travaux de reboisement, ou par une fixation mécanique et biologique des zones ensablées.

**N°5**

→ Surfaces dont le recouvrement végétal est composé entre 15-30 %

Elles occupent 29 833 ha, soit ; 7,75 %.

Ces espaces se dégradent constamment à cause du surpâturage et vont rejoindre la première classe si elles ne sont pas protégées par une mise en défens assez rigoureuse.

**N°6**

→ Surfaces dont le recouvrement est supérieur à 30 %

Elles occupent 1 091,3 ha, soit : 0,28 %.

Elles représentent un très faible % par rapport aux autres surfaces.

Ces superficies doivent faire objet d'une mise en défens par des moyens appropriés.

**N°7**

→ Autres surfaces

Elles occupent 2 455 ha, soit : 0,63 %.

⇒ Troisième code

→ **Effet de l'activité éolienne**

L'activité éolienne intervient sur 129467 ha, soit 33 % des superficies du couloir dunaire

→ **Surfaces de faible accumulation sableuse**

Elles occupent 66 262 ha, soit : 51,17 %, soit un peu plus de la moitié des zones d'érosion éolienne.

**S**

→ Sable réparti de manière dense et uniforme

Ce sont des voiles sableux qui occupent 53 435 ha, soit : 41,27 % des zones d'activité éolienne.

**^**

→ Sable réparti à l'arrière d'obstacles biologiques

Elles se traduisent par une morphologie de micro-dunes et de champs de *Nebkha*.

Elles occupent 12 827 ha, soit : 9,9 % des surfaces d'activité éolienne.

→ **Surfaces d'accumulation de sable importante**

Elles occupent 47 541 ha soit 36,71 %.

**U**

→ Sable piégé ou accumulé à l'arrière d'un obstacle mécanique

Il représente 13 002 ha, soit : 10 % des surfaces d'accumulation importante de sable.

**n**

→ Sable aggloméré en dunes isolées

Il représente 34 539 ha, soit : 26,67 % des surfaces d'accumulation importante de sable.

→ **Surfaces de forte accumulation sableuse**

Ces espaces ensablés n'appartiennent pas au système du cordon dunaire (90).

**nnn**

→ Organisées en champs de dunes

Elles représentent 15 664 ha, soit : 12 % des zones affectées par la dynamique éolienne.

**Conclusion**

La complexité des phénomènes de désertification fait que, jusqu'à présent, les différentes recherches n'ont abordé son étude que d'une manière fragmentaire, essayant de déterminer l'influence d'un ou de quelques éléments, sans pouvoir expliquer correctement l'effet conjugué de tous les processus en action.

C'est alors que nous avons conçu cette méthodologie d'approche, afin d'évaluer tous les mécanismes de rétroaction qui contribuent à la dégradation de l'environnement du couloir dunaire de la zone steppique centrale.

Cette zone étudiée peut constituer un « Observatoire sur la dynamique éolienne et la lutte contre la désertification » en Algérie.

L'agent principal provoquant les mécanismes de rétroaction peut provenir de l'extérieur de la zone d'étude : les recherches doivent donc être continues, avec comme support l'imagerie satellitaire pour mieux appréhender le « WEPS » ( Wind erosion prediction system ).

Le cordon dunaire réagit différemment face au phénomène éolien.

Il ne se propage pas de façon linéaire, car les vents du Nord-est et du Sud-ouest, selon les saisons, créent un équilibre de force statique.

En effet, lors de la saison des vents du N-E, il y a un départ de sable. L'effet contraire se reproduit lors de la saison des vents du S-W, ramenant ainsi les sables emportés.

Par conséquent on peut parler de compression du cordon dunaire (90), mais toujours dans un sens linéaire.

Le bilan sédimentaire reste positif, étant donné que le cordon dunaire fait partie d'un système global d'action éolienne dont il subit les conséquences [7,6].

L'activité éolienne ne fait que remodeler la morphologie du cordon dunaire (*Sif* vers *Barkhane* et réciproquement) [1].

Les vents du sud sont les plus redoutés : ils interviennent pendant la saison d'été.

L'absence d'un vent contraire entraîne un débordement latéral des sables sur l'ensemble du couloir dunaire, créant ainsi des voiles sableux :

- soit sur le terrain de pâturages,
- soit sur les zones à caractère agricole.

On s'étonne alors de la présence de la barrière orographique représentée par l'Atlas saharien : les monts des *Ouled Nail* qui pourraient constituer un obstacle naturel au phénomène éolien.

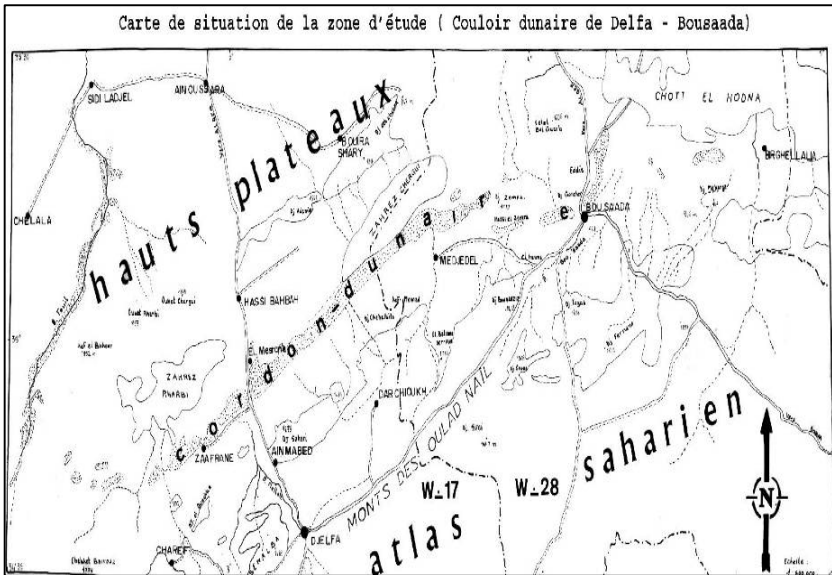
Seulement cette chaîne de montagne n'est pas continue, il existe des couloirs par où peuvent pénétrer les vents du sud.

En analysant bien le phénomène éolien, on aperçoit qu'il y a nécessité d'installer un réseau de « brise-vent » sur la façade latérale sud du couloir dunaire ; ou alors procéder au reboisement des ouvertures orographiques, des rideaux « brise-vent » successifs atténuent la force et la vitesse des vents [4, 5].

Une tentative de fixation mécanique ou biologique des dunes, sans un système de protection par les rideaux de « brise-vent », entraînerait une élévation de la hauteur du cordon dunaire (90).

Le vent chargé de sable apporte les sédiments (grains) qui s'accumulent autour de ces obstacles mécaniques et biologiques, les submergent en se fixant d'une façon irréversible [2].

Pour aboutir à une bonne gestion de l'écosystème du couloir dunaire de *Djelfa - Boussa'ada*, il faudrait appliquer une mise en défens rigoureuse, car dans la présente étude, l'aspect anthropologique est le plus déterminant dans la lutte contre la désertification.



### Références

1. **Bagnold R.A.** (1963) : « Forme des dunes de sable et régime des vents ». CNRS, Colloque International 35, Paris.

2. **Chouial A.** (1988) : « Techniques de fixation des dunes ». Rapport interne, INRF Station Expérimental de Djelfa.
3. **Cooke R.U.** et **Warren A.** (1973) : « Geomorphology in deserts ». B.T. Batsford Ltd. London.
4. **FAO** (1986) : « Brise-vent et rideaux abris avec référence aux zones sèches ». Cahier FAO. Conservation n° 15, Rome.
5. **Guyot G.** (?) : « Les effets aérodynamiques des “brise-vent” » Promoclim, 8 E, 1977 France.
6. **INRF** (1989) : « Bilan d’activités. Dossier de suivi des essais 1985/1989 ». Station de recherche sur la lutte contre la désertification de Djelfa.
7. **Mainguet M.** (1985) : « A dynamique classification of mobile dunes ». In, FAO. Conservation. Guide n° 10.
8. **Makhlouf L.**, (1993) : « Sédimentologie des formations sableuses : cas du cordon dunaire du *Zahrez Gharbi* ». Thèse de Doctorat unique. Université de Paris VI, France.
9. **ONM.** (1990) : « Office National de la Météorologie ». *Djelfa*.
10. **Pouget M.**, (1980) : « Les relations sol-végétation dans les steppes sud algéroises ». ORSTOM. Paris France.
11. **Seltzer** (1946) : « Climat de l’Algérie. Recueil des données météorologiques ».
12. **Tolba K.** et *al.* (?) : « Essai d’aménagement du couloir dunaire de *Djelfa - Bouss’âda* ». GTZ Allemagne. Rapport interne INRF Algérie.
13. **Tolba K.** (1994) : « Stabilisation et reboisement des formations éoliennes. Djelfa ». Proceeding “Wind Erosion in West Africa : The problem and its control”. University of Hohenheim. Margraf Verlag, Weikersheim Germany. ISBN 3 – 8236 – 1250 – 6.

**CONTRAINTES RENCONTREES LORS DE LA MISE EN ŒUVRE DES  
TECHNIQUES DE FIXATION DES EDIFICES SABLEUX**

### Résumé

La désertification constitue aujourd'hui une des causes de catastrophes écologiques dont l'étendue et l'impact s'accroissent de façon inexorable et dont les conséquences sont dramatiques pour les peuples concernés, créant une nouvelle catégorie de déshérités : les "**réfugiés de l'environnement**".

L'ensablement constitue l'une des manifestations les plus spectaculaires du phénomène de désertification.

En effet, les importants stocks de sable mobilisables constituent une menace sérieuse et permanente pour l'ensemble des infrastructures de développement : Oasis, agglomérations, infrastructures routières, hydro-agricoles et voies ferrées.

Pendant, les gros efforts déployés à ce jour, bien que louables, demeurent limités eu égard à l'étendue des zones à protéger et à la complexité du phénomène mis en cause.

Le but de cet exposé est surtout de :

- faire ressortir les contraintes rencontrées lors de la mise en œuvre de certaines techniques de lutte contre l'ensablement utilisées dans différents pays concernés par le phénomène.
- Sensibiliser les différents intervenants (chercheurs, techniciens, planificateurs, ...) sur la nécessité de tirer profit des expériences déjà entreprises.

Dans cet exposé, nous allons aussi, présenter, la Méthode BOFIX : une méthode écologique pour détruire les dunes mobiles, expérimentée en Mauritanie.

**Mots clés** : *Ensablement, lutte, technique, insuffisance, contrainte.*

### Introduction

---

\* Centre de Recherche Nucléaire de Birine/ COMENA. BP 180 CRNB Ain Oussera W. Djelfa. Fax : 027 87 42 80. [c.zaidi@caramail.com](mailto:c.zaidi@caramail.com) - [n.messen@hotmail.com](mailto:n.messen@hotmail.com) - [aznadji@hotmail.com](mailto:aznadji@hotmail.com).



La faiblesse majeure de la lutte contre l'ensablement découle de la non maîtrise et de la non compréhension des phénomènes d'ensablement, ainsi que de l'appréhension générale du problème aux échelles régionale et locale.

⇒ **Les techniques les plus utilisées**

→ **La fixation primaire ou stabilisation mécanique**

Elle a pour objectif :

- soit de stabiliser par des moyens mécaniques les masses sableuses en mouvement quand elles menacent des infrastructures et des installations humaines,
- soit d'empêcher la formation et le déplacement des édifices dunaires.

→ **La Palissade**

Le principe repose sur la confection d'obstacles linéaires destinés à bloquer la progression des dunes de sable vers les infrastructures.

Cette technique consiste à piéger les accumulations de sables pour aboutir à la formation d'une dune artificielle ou "Contre Dune".

Elle est de deux types :

- La dune "d'arrêt" : perpendiculaire à la direction du vent dominant.
- La dune de "défilement" ou de "diversion" : orientée sur un angle de 120° à 140° par rapport à la direction du vent.

Ces palissades sont confectionnées, soit en matériel,

- végétal : la palme,
- non végétal : le branchage de *tamarix*, les tresses d'*alfa*, ou les lattes de roseaux
- usiné : les plaques de fibrociment, le grillage synthétique.

→ **Le Carroyage** :

C'est un quadrillage de dimensions variables, des dunes mobiles à l'aide des brise-vent inertes, fait selon la disponibilité des matériaux de clayonnage, en feuilles de palmes ou en plaques de fibrociment, ou encore de tiges de roseaux et servant à fixer la dune sur place.

→ **La fixation définitive ou biologique**

Cette opération a lieu une fois la stabilisation mécanique des dunes achevée.

Elle s'acquiert par l'installation d'une couverture végétale durable et permanente.

Elle passe par trois étapes successives :

- la production des plants en pépinière,
- la plantation,
- l'entretien et la sauvegarde des plantations réalisées.

Plusieurs espèces sont utilisées pour la lutte contre l'ensablement.

Toutefois leur répartition et leur efficacité sont très variables d'une région à une autre.

Certaines de ces espèces sont :

*Ac. Cyanophylla* – *Acacia Cyclops* – *Acacia salicina* – *Acacia ligulata* – *Acacia horrida* – *Acacia tortillis* – *Lycium arabicum* – *Retama raetam* – *Rhus tripartium* – *Calligonum azel* – *Prosopis juliflora* – *Prosopis dulcis* – *Parkins aculeata* – *Eucalyptus* – *Atriplex halimus* – *Tamarix aphylla* (utilisé sous forme de bouture) – *Cypressus syn* – *Casuarina*.

Les plantations réalisées sont systématiquement mises en défens.

### **Les contraintes rencontrées lors de la mise en œuvre de ces techniques**

- L'absence de critères objectifs et précis pour l'établissement du schéma de protection contre l'ensablement.
- La technique de la palissade n'est complètement efficace que lorsqu'on est en présence d'un vent monodirectionnel.
- L'orientation des palissades par rapport aux vents dominants actifs n'est pas souvent appropriée, souvent en raison de l'absence de données anémométriques (cette orientation est généralement déterminée en fonction de l'expérience que l'on a du terrain).
- Le non respect des paramètres garantissant une meilleure efficacité des techniques utilisées tels que : la distance, la perméabilité, l'espacement et la dimension des obstacles.
- Les plaques de fibrociment sont moins résistantes comparativement aux palmes.

Celles-ci, ensevelies sous le sable, confèrent à la dune artificielle une certaine ossature et une plus grande résistance.

- La disponibilité et le coût des matériaux de stabilisation mécanique au niveau de la zone menacée.
- Le choix des espèces ainsi que les proportions dans lesquelles elles sont utilisées ne sont pas fixes : ils varient d'une région à une autre, voire d'un chantier à un autre, alors que les conditions écologiques sont souvent similaires.
- Les travaux d'entretien contraignants des systèmes utilisés de lutte contre l'ensablement.
- Les difficultés pour la sauvegarde des plantations (qualité et rareté des eaux, protection individuelle des plants, regarnis, gardiennage, ...).
- Le climat et le manque d'eau constituent, la plupart du temps, un facteur limitant la création d'un nombre important de pépinières à l'échelle locale.
- Le long transport et les mauvaises conditions de stockage des plants, ainsi que les maladroites de manipulation des ouvriers, causent souvent des dégâts importants.
- L'emploi d'ouvriers non qualifiés, âgés et mal payés.
- Le manque d'encadrement technique des programmes de lutte contre l'ensablement tant au niveau d'exécution des travaux de stabilisation, des pépinières et de plantation, qu'au niveau de l'évaluation des actions réalisées, et l'insuffisance des moyens logistiques alloués.

### **Recommandations**

- L'adaptation des schémas de stabilisation mécanique des dunes aux différents types de modelés éoliens rencontrés, sur la base de critères objectifs et précis.
- L'adoption d'une stratégie claire de reboisement en milieu dunaire. Ceci éviterait le tâtonnement et le recours à des espèces tout venant dans chaque région.
- Le développement des expérimentations sur d'autres matériaux de stabilisation des dunes, plus performants et moins coûteux.
- L'affinement des différentes méthodes utilisées pour la quantification de l'ensablement (piège à sable, piquets, etc.).

- La multiplication des stations d'observation climatique permettant de disposer des données réelles sur les vents (direction et vitesse) et la pluviométrie des zones concernées.
- La nécessité d'entreprendre des recherches sur les irrigations localisées et les techniques d'économie d'eau pour pallier à la rareté de celle-ci.
- La révision du plan d'organisation, d'exécution et d'évaluation des différents travaux.
- Le renforcement de l'encadrement technique à tous les niveaux de l'opération de lutte contre l'ensablement.
- La création et l'équipement d'un réseau d'observatoires permanents, répartis sur l'ensemble des zones concernées par ce phénomène, en vue d'établir un système continu et rationnel de suivi, de contrôle et d'évaluation.
- Les actions de lutte contre l'ensablement ne doivent pas être ponctuelles et se limiter aux seuls cas d'urgence, mais elles doivent s'inscrire dans un cadre global intégrant l'ensemble de l'écosystème.
- Les nombreuses lacunes qui subsistent encore dans nos connaissances, doivent être comblées, tant au niveau du processus d'ensablement qu'au niveau des modèles d'aménagement des zones affectées.
- Le renforcement des moyens affectés à la recherche en matière de lutte contre l'ensablement, pour pouvoir être en adéquation avec l'ampleur de ce phénomène.
- L'option pour un vaste programme de sensibilisation et de participation des populations locales aux programmes de fixation des dunes.
- La mise en place d'une politique nationale bien définie en la matière et la consolidation des instruments législatifs et réglementaires.
- La mobilisation des moyens, la conjugaison et la meilleure coordination possible des actions aux niveaux national et régional, ainsi qu'une plus grande solidarité à l'échelle internationale, sont plus que jamais nécessaires pour pouvoir lutter efficacement contre ce fléau.

## Méthode BOFIX

### « Une méthode écologique pour détruire les dunes mobiles »

→ Les techniques actuelles de lutte contre l'ensablement ont été mises au point pour arrêter et fixer des nappes de sable en saltation (chasse-sable).

Mais leurs dispositifs sont rapidement submergés par l'arrivée de dunes mobiles, surtout lorsque celles-ci proviennent d'un massif dunaire qu'il faut fixer également.

→ Une technique expérimentée en Mauritanie, à partir de la méthode BOFIX (Sécheresse, 1995 ; 2), utilise la force du vent pour détruire les dunes longitudinales.

→ Dans un premier temps, la dune est sectionnée au niveau de ses points d'inflexion et son extrémité est effacée par simple déflation.

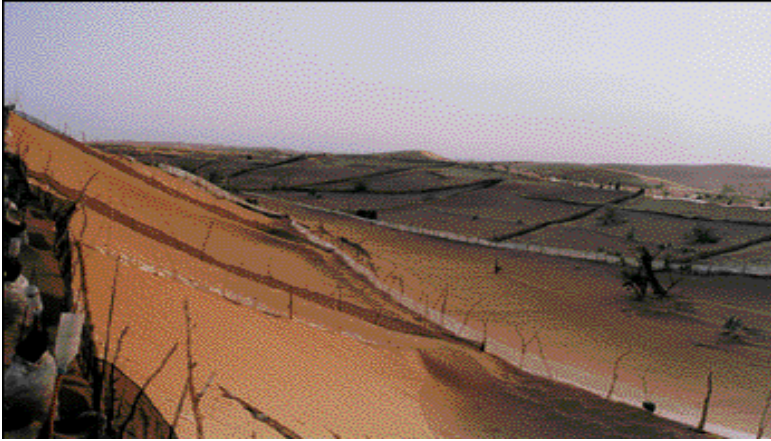
→ Puis les portions restantes sont remaniées au niveau des crêtes et sur les flancs pour accroître leur volume dans le but de stocker le sable encore mobile et d'accroître le réservoir d'humidité, nécessaire ensuite au boisement de la dune.

→ La dernière étape consiste à boiser ces dunes artificielles par la plantation de lignes d'arbres jumelées en vue de leur fixation définitive.

**Photo 1** : Partie sommitale d'une dune longitudinale en cours de fixation : deux barrières filtrantes contribuent à l'édification des deux contre dunes qui stockent le sable apporté latéralement par le vent (le vent venant de gauche prédominait lors de la prise de vue) à la fois dans les bourrelets latéraux et dans le couloir central.

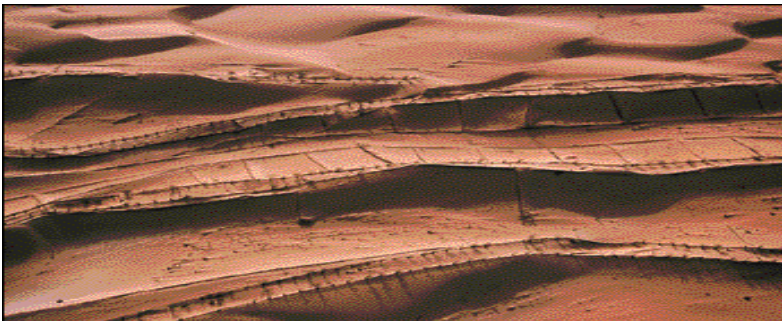


Les jeunes arbres qui viennent d'être plantés sont encore soumis à l'ensablement (à gauche) ou à la déflation (à droite) ; mais leur protection a été considérablement renforcée. Enfin, des barrières filtrantes, perpendiculaires à l'axe de la dune, bloquent les sables qui migrent sur les flancs et contribuent à l'épaississement recherché de la dune artificielle.



**Photo 2 :** Aménagement des flancs des dunes artificielles : des barrières filtrantes noires fixées sur des tiges de *Callotropis procera* fixent les sables en migration pour accroître le volume de la dune.

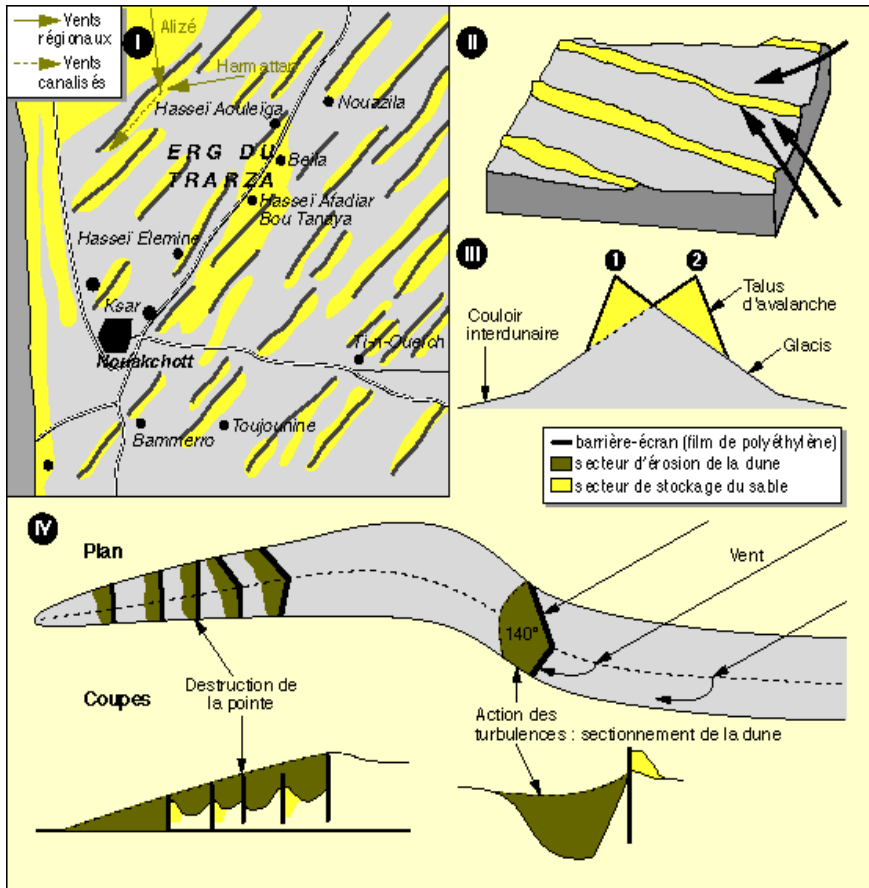
Au contraire, dans le couloir interdunaire, des barrières-écrans (films blancs de polyéthylène) canalisent le vent dans l'axe du couloir et l'obligent à désensabler le fond des couloirs pour y aménager des pistes carrossables.



**Photo 3 :** Vue aérienne du dispositif BOFIX de fixation des dunes.

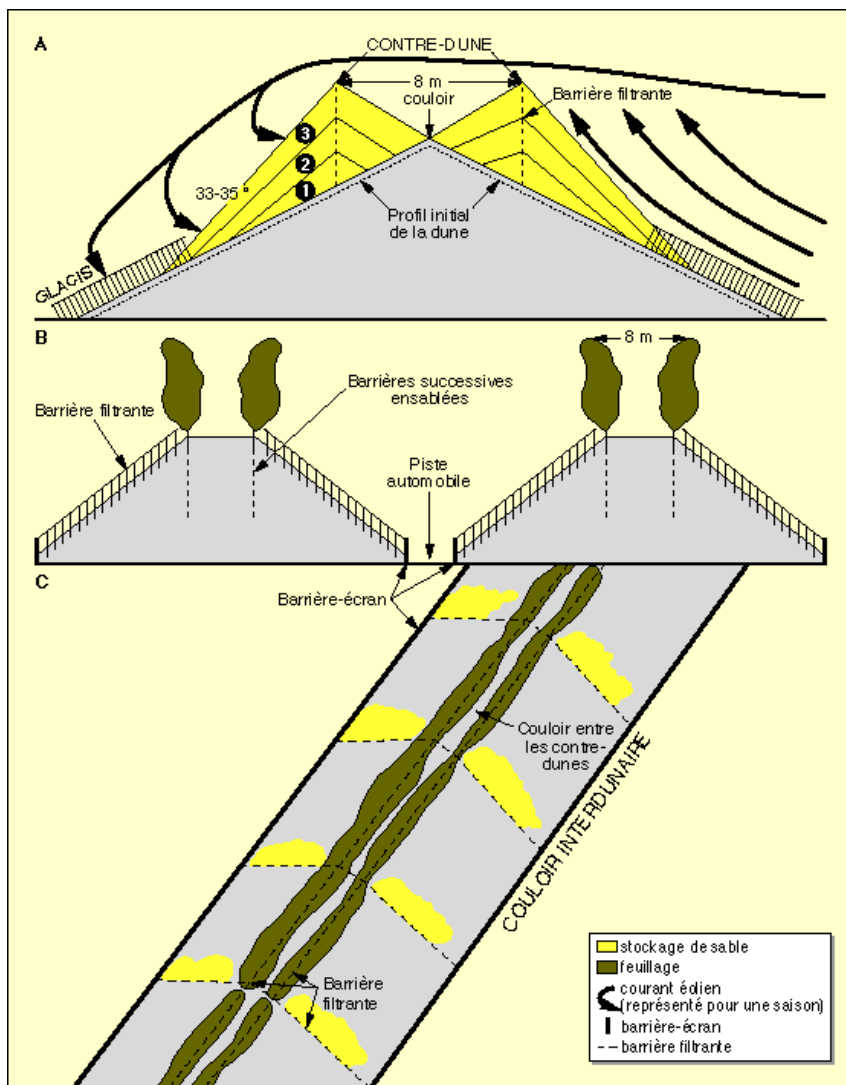
Sur les crêtes, deux lignes d'arbres parallèles bloquent le déplacement saisonnier de la crête des dunes (qui est visible là où les dunes n'ont pas été aménagées).

Sur les flancs, les barrières filtrantes arrêtent le sable en migration et le stockent sur place, tandis que dans les creux interdunaires, des barrières-écrans accélèrent la déflation et dégagent un sol dur pour la circulation automobile.



**Figure 1 : Dynamique des dunes longitudinales et techniques de destruction :**

- (I) La structure du massif dunaire à l'est de *Nouakchott*.
- (II) Les dunes longitudinales sont modelées alternativement par deux vents obliques.
- (III) Le changement du profil transversal de la dune avec l'alternance saisonnière des vents.
- (IV) Le sectionnement des dunes et l'effacement de leur pointe par l'action turbulente du vent à l'aval de barrières-écrans.



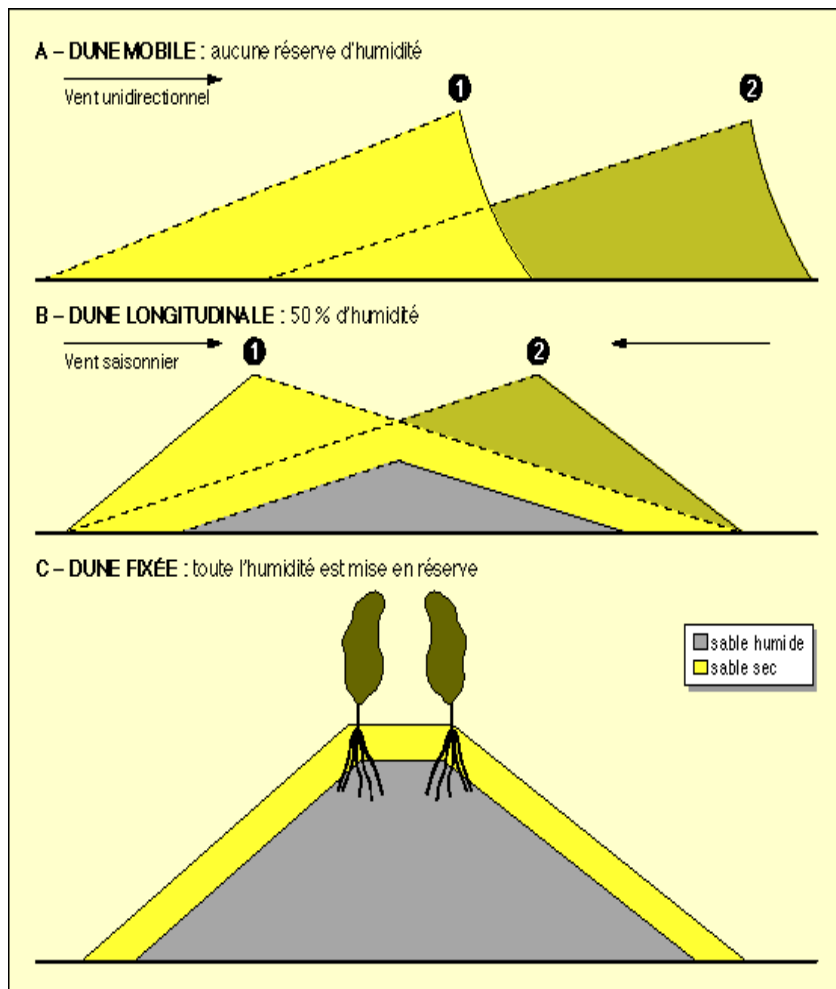
**Figure 2** : Édification des dunes artificielles.

(A) - Le stockage du sable.

(B) - Plantation des lignes d'arbres.

(C) - Le filet de protection.





**Figure 3** : L'humidité dans les dunes en fonction de leur stabilité.

(A) L'eau de pluie qui s'infiltré dans une dune mobile est dissipée par évaporation lors de la migration de la dune.

(B) Dans une dune longitudinale fonctionnelle, seule une partie de cette humidité est conservée à l'intérieur de la dune.

(C) Dans une dune fixée, celle-ci devient une réserve d'humidité bien plus importante.

## Bibliographie

1. **FAO**, (1988) : « Manuel de fixation des dunes ». Cahiers FAO Conservation n° 8. Rome.
2. **FAO**, (1988) : « Manuel de fixation des dunes ». Cahiers FAO Conservation n° 18. Rome.
3. **FAO**, (1989) : « Role of forestry in combating desertification ». Cahiers FAO Conservation n° 21. Rome.
4. **Chehbani B.**, (1991) : « Les brise-vent dans les Centre et le Sud Tunisien ». DGF/FAO.
5. **Emsalem R.**, (1970) : « Climatologie générale ». Tome 1.
6. **Jalet T.**, (1989) : « Guide technique de la lutte contre l'ensablement ».
7. **Kasbadji Merzouk, N.**, (2000) : « Wind Energy Potential of Algeria ». Inter. J. Renewable Energy.
8. **Khatelli H., Taamallah H., (?)** : « Inventaires et évaluation techniques des actions de lutte contre l'ensablement dans les six Gouvernorats du Sud Tunisien, Tunisie ».
9. **Kibboua M., Boutahraoui S.**, (1987) : « Le barrage vert : Bilan et résultats préliminaires ». Séminaire International sur les Techniques de Reboisement et de lutte contre la désertification – Boussa'âda, 5-11 Décembre.
10. **Makhlouf L., (?)** : « Etude sédimentologique du cordon dunaire du *Zahrez Gharbi (Djelfa)* ».
11. **Messen N.**, (1994) : « Cadre dynamique des vents de sable et dégradation du milieu naturel ». Premier Colloque " Climat/ Environnement ", Oran, Novembre.
12. **Meunier J., Rognon P.**, (2000) : « La lutte contre l'ensablement : le système "BOFIX" ». Sécheresse, volume.11, n° 4, 309-16 Décembre.
13. **Nouvelles Editions Africaines**, (1993) : « Désertification au Sud du Sahara ». Colloque de *Nouakchott*, 17-19, Décembre. Dakar.
14. **Phillips C.**, (1999) : « Les tas de sable ». La Recherche n° 324 Octobre.
15. **Rapport PNR**, (2000) : « Contribution à l'étude du vent en rapport avec l'érosion éolienne ». Vol 1 & 2, n° 03/02/05/01/05/97, Décembre.
16. **Saadaoui B.**, (1994) : « Modélisation des phénomènes de sable ». Premier Colloque " Climat/Environnement ", Oran, Novembre.
17. **UNCOD**, (1977) : « Round up, plan of action and resolution ». United Nations on desertification, 29 August – 9 September, United Nations, New York, USA.

# POSTERS

<i>Intitulés</i>	<i>Auteurs</i>
<i>Quelques caractéristiques du mouvement éolien du sable dans la cuvette de Ouargla.</i>	<b>Kahelsen C., Rahim A.</b>
<i>Utilisation de la maille plastique extrudée pour la stabilisation des formations éoliennes.</i>	<b>Tolba K., Chouial A., Amraoui A</b>
<i>Succession des sédiments hydro-éoliens dans la Sebkhha de Ouargla et la Dhayâ d'El Amied : Aspects analytiques, minéralogiques, macro et micromorphologiques.</i>	<b>Youcef F., Hamdi-Aissa B.</b>
<i>Apport des analyses multidirectionnelles dans l'étude des différents procédés de fixation des dunes réalisés dans le cordon dunaire d'El Mesrane/w. Djelfa.</i>	<b>Benderrah Z.</b>
<i>Quantification de la dynamique éolienne et Moyens de lutte contre le phénomène d'ensablement. (Cas du cordon dunaire de Zahrez Gharbi).</i>	<b>Benlabiod D., Brague A., Makhoulouf L., Amraoui A.hmed</b>
<i>Simulation du cycle de la vie du sable par le modèle ETA.</i>	<b>Mokhtari M.</b>
<i>Efficacité de la revégétalisation des ravines actives en moyenne montagne semi-aride algérienne. Orientation générale de la lutte anti-érosive.</i>	<b>Arabi M.</b>
<i>Aménagement de ravines expérimentales dans la wilaya de Médéa.</i>	<b>Bourougaa L.</b>
<i>Formulation d'un béton à base de sable de dune.</i>	<b>Bentebba M., Kriker A. E., Bentata A.</b>
<i>Valorisation du sable de dunes et du sable de concassage dans la construction</i>	<b>Kriker A., Modjahed N., Bentebba M.T., Hammadi D., Bakhouch Z.</b>

## QUELQUES CARACTERISTIQUES DU MOUVEMENT EOLIEN DU SABLE DANS LA CUVETTE DE OUARGLA

**Kahelsen C. \*, Rahim A. \***

### Résumé

Il ressort que l'ensablement à l'intérieur des unités de production phœnicicole n'est pas très bien étudié.

Cependant, il a intéressé beaucoup d'organismes et de structures, à différents niveaux : DSA, CDARS, Entreprises agricoles, etc.

Chacun apporte à son niveau une réflexion sur l'écosystème phœnicicole.

Les documents, articles, ouvrages, colloques, ... traitant de l'ensablement sont de moins en moins nombreux jusqu'à présent.

A l'heure actuelle, les résultats des différentes actions mises en œuvre pour freiner l'ensablement sont encore insuffisants.

Pour mener une politique de lutte contre l'ensablement dépassant l'approche sectorielle de l'environnement et d'amélioration du cadre de vie des unités de production phœnicicoles, il est indispensable de tenir compte de l'impact et des conséquences des grandes quantités de sable au niveau de ces dernières.

Pour lutter contre l'ensablement trois principes sont à respecter :

- Equité sociale dans les conditions de vie du monde ouvrier agricole.
- L'efficacité des moyens à mettre en œuvre et ce du point de vue de la lutte mécanique ou biologique (économique).
- L'amélioration de l'environnement agro/géographique.

La lutte contre l'ensablement est une démarche transversale qui intègre l'environnement au développement économique et social des unités de production phœnicicoles, devant faire appel à la participation du monde ouvrier agricole et à la mise en œuvre des moyens adaptés, pour permettre une rentabilité des cultures pratiquées.

---

\* Université Kasdi Merbah de Ouargla. [Ka\\_cherif\\_dz@yahoo.fr](mailto:Ka_cherif_dz@yahoo.fr).

## Utilisation de la maille plastique extrudée pour la stabilisation des formations éoliennes

Tolba K. \*, Chouial A., Amraoui A.

### Résumé

L'institut national de la recherche forestière (INRF) a uni ses efforts avec l'entreprise nationale de la plasticulture (ENPC), dans le cadre d'une série d'essais d'utilisation de matériaux synthétiques pour la fixation des dunes vives.

Les essais ont porté sur la porosité de la maille, sa résistance aux vents forts, les techniques d'attache et la durée de vie du dispositif.

Les palissades en maille plastique extrudée à haute densité, dressées perpendiculairement au vent dominant, ont permis d'équilibrer le bilan sédimentaire des formations éoliennes.

Les différentes améliorations apportées au matériau plastique, ont permis aux palissades de résister aux conditions climatiques extrêmes.

Les matériaux synthétiques procurent les mêmes avantages que les produits végétaux inertes et de plus, les problèmes de l'homogénéité, de la disponibilité et de la rapidité d'exécution ne se posent pas.

La durée de vie du dispositif de fixation mécanique des dunes passe ainsi de 1 à 10 ans.

Les palissades en maille plastique améliorée, dont la porosité se situe entre 40 et 60 %, de couleur noire, ont créé un microclimat stable dans le milieu dunaire.

De part et d'autre des palissades, on a enregistré le même dépôt de sable sous forme de « chevrons » mettant ainsi fin à l'érosion éolienne.

La porosité optimale est atteinte à 50 % après une série d'essais utilisant quatre différentes mailles.

Cela a permis la stabilisation mécanique des formations éoliennes, suivie d'une remonté biologique.

**Mots clés :** Dunes, bilan sédimentaire, palissades, maille plastique, porosité, fixation.

---

\* INRF, BP 37, Chéraga, Alger. Algérie. [tolbakamel@yahoo.fr](mailto:tolbakamel@yahoo.fr).

**SUCCESSION DES SEDIMENTS HYDRO-EOLIENS  
DANS LA *SEBKHA* DE *OUARGLA* ET LA *DHAYA D'EL AMIED* :  
ASPECTS ANALYTIQUES, MINERALOGIQUES,  
MACRO ET MICROMORPHOLOGIQUES**

**Youcef F. \*, Hamdi-Aissa B. \*/\*\*/\*\***

**Résumé**

Ce travail a été mené au niveau de la *Dhayâ* d'*El Amied* et de la *Sebkha* de *Ouargla*, dans le cadre du projet DAYACLIM, intitulé :

*"Reconstitution des changements climatiques en Afrique du Nord à partir des fluctuations du cycle hydrologique"*.

Les sols étudiés conservent des paléo-caractères (les nodules calcaires, les revêtements argileux, l'alternance des horizons sableux et sablo-limoneux, ...) qui témoignent d'un fonctionnement passé et reflètent la fluctuation des conditions paléo-climatiques qui se traduisent par une succession de sédiments hydro-éoliens, s'expliquant par une mobilisation des sédiments par les processus éoliens durant les périodes plus arides et une stabilisation par les sédiments fluvio-lacustres durant les périodes plus humides.

**Mots clés :** *Ouargla, Guerara, sol, Sebkha, Daya, sédiments hydro-éoliens, paléoclimat, micromorphologie.*

---

\* *Laboratoire d'Analyses Physico-chimiques et Protection de l'Environnement, Université Kasdi Merbah de Ouargla, Département des Sciences Agronomiques. BP. 511, Ouargla 30000. E-mail : [youcef\\_yf@yahoo.fr](mailto:youcef_yf@yahoo.fr).*

\*\* *CRSTRA, UMK, BP. 1682 R.P. Biskra 07000, Algérie.*

\*\*\* *Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-arides, Université Kasdi Merbah de Ouargla.*

**APPORT DES ANALYSES MULTIDIRECTIONNELLES DANS L'ETUDE  
DES DIFFERENTS PROCEDES DE FIXATION DES DUNES REALISES  
DANS LE CORDON DUNAIRE D'EL MESRANE/W. DJELFA**

**Benderrah Z.\***

*Résumé*

Une étude sur les différents procédés de fixation des dunes vives (mécaniques et biologiques) a été réalisée dans le cordon dunaire d'El Mesrane (Djelfa).

Les analyses multidimensionnelles (AFC et CHA) adoptées ont été d'un grand apport lors du traitement des variables phytoécologiques et pour l'analyse des différents procédés de fixation.

En effet, l'utilisation de ce mode d'analyse montre bien que la fixation des dunes vives dépend de plusieurs facteurs (pentes, type et date de fixation, densité du carroyage, exposition et espèces plantées).

Les résultats de cette analyse montrent bien que la dune ne peut pas être prise isolément, mais elle doit s'intégrer dans une dynamique globale en tenant compte des facteurs locaux qui peuvent notamment changer le cours des événements.

**Mots clés :** *Cordon dunaire, Dunes, Fixation mécanique, Fixation biologique, Analyse multidimensionnelle.*

---

\* Direction de l'environnement de la Wilaya de Djelfa. E-mail : [zineb\\_env@yahoo.fr](mailto:zineb_env@yahoo.fr).

**QUANTIFICATION DE LA DYNAMIQUE EOLIENNE  
ET MOYENS DE LUTTE CONTRE LE PHENOMENE D'ENSABLEMENT  
(CAS DU CORDON DUNAIRE DE ZAHREZ GHARBI)**

**Benlabiod D. \*, Brague A. \*, Makhlouf L. \*, Amraoui A. \***

*Résumé*

Le cordon dunaire des *Zahrez (Gharbi et Chergui)*, situé au Nord de l'Atlas saharien (Monts des *Ouled Nail*) est une formation éolienne quaternaire, constituée essentiellement de dunes de sable très mobiles.

Le vent garde toute son efficacité au niveau de cette cuvette et est considéré comme un facteur de première grandeur en raison de :

- Réduction du couvert végétal protecteur.
- Présence d'un matériel sableux fin et remobilisable.
- Relief favorable à la circulation des flux éoliens.

L'ensemble de ces facteurs réunis concourent au déclenchement des processus éoliens, et contribuent à l'accélération de la dynamique éolienne.

L'élaboration de la carte de sensibilité à la désertification a permis d'établir un diagnostic de dégradation et de classer la frange steppique en 5 classes distinctes\*\* .

- Désertifiée 487 902 ha.
- Très sensible 2 215 035 ha.
- Sensible 5 061 388 ha.
- Peu ou pas sensible 2 379 170 ha.
- Moyennement sensible 3 677 035 ha.

Dans ce contexte, l'Institut National de la Recherche Forestière avait élaboré un programme de recherche reposant sur une approche méthodologique qui vise à une contribution à la connaissance du milieu dunaire, en vue de définir les facteurs physiques de mise en place de ces accumulations sableuses.

Le second objectif est de définir la dynamique des vents et du déplacement des sables le long de la bordure Nord de l'Atlas saharien.

Au vu de ces objectifs, l'intervention concernant les travaux de fixation ou autres, doit être menée au niveau des zones soumises à une forte activité éolienne.

**Mots clés :** *Désertification – Quantification – Vents.*

\* INRF. Route de Moudjebara Djelfa

\*\* Source : Direction générale des forêts.)



## SIMULATION DU CYCLE DE LA VIE DU SABLE PAR LE MODELE ETA

Mokhtari M.\*

### Résumé

Cette étude est basée sur le module de traitement du sable développé et intégré dans le modèle ETA, par *Nickovic* et *Dobricic* à l'Université d'Athènes/Grèce.

La compréhension et le traitement du sable par des techniques numériques sont d'une importance capitale pour des secteurs économiques vitaux, tels : l'aéronautique, le transport routier, l'agriculture, etc.

C'est pourquoi dans cette étude, nous nous proposons de contribuer à l'amélioration des performances du modèle ETA, dans le traitement du cycle de vie du sable et donc de la prévision de sa concentration, grâce à diverses simulations réalisées sur des situations météorologiques, où le sable a été transporté vers le Nord du pays et vers la Méditerranée.

La première partie de ce travail a été consacrée à la description de la méthode utilisée pour modéliser le cycle de vie du sable, qui se résume en trois phases : la mobilisation, le transport et le dépôt.

Après la description des équations utilisées dans le traitement du sable, par le modèle ETA, actuellement opérationnel à l'ONM, des simulations sur des situations météorologiques ont été réalisées.

L'analyse des résultats de ces simulations a permis d'identifier les modifications qu'il y a lieu d'apporter au module « sable » du modèle, afin d'améliorer la prévision de la concentration et donc de la visibilité.

Les simulations réalisées à l'aide du modèle modifié (mask, seuil de la vitesse d'érosion, flux de surface et concentrations partielles) sont meilleures que celles réalisées à l'aide du modèle original, comme il sera exposé dans la dernière partie de cette étude.

Les résultats obtenus grâce au modèle modifié, sont encourageants, mais d'autres simulations sont nécessaires pour l'amélioration des scores et pour une meilleure maîtrise des différents éléments qui interviennent dans la genèse de ce phénomène.

---

\* Office National de la Météorologie. E-mail : [m.mokhtari@yahoo.fr](mailto:m.mokhtari@yahoo.fr).

**EFFICACITE DE LA REVEGETALISATION DES RAVINES ACTIVES  
EN MOYENNE MONTAGNE SEMI-ARIDE ALGERIENNE.  
ORIENTATION GENERALE DE LA LUTTE ANTI-EROSIVE**

**Arabi M.\***

***Résumé***

Dans le contexte climatique de la sécheresse, la maîtrise de l'eau et la conservation des sols représentent deux objectifs prioritaires pour l'Algérie.

Les procédés antiérosifs mis au point dans la région semi aride de *Médéa* s'inspirent de tout un éventail de méthodes, selon une nouvelle approche participative appelée :

« *La gestion conservatoire de l'eau de la biomasse et de la fertilité des sols* » (GCES).

Les objectifs visés sont la réduction des transports solides, l'extinction des foyers d'érosion et la rentabilisation des aménagements en utilisant des seuils bon marché et une production diversifiée : bois de qualité, fruits et fourrages, en fonction des niches écologiques.

Dans ce Poster seront développés les méthodes et le matériel végétal utilisés dans la revégétalisation de deux ravines expérimentales situées à *Souagui* et à *Boughezoul* dans la wilaya de *Médéa*.

**Mots clés :** *Algérie - Montagne semi aride - Ravinement - Revégétalisation - Embroussaillage - Enherbement - Valorisation.*

---

\* Station INRF 26 001 Ain Dheheb Médéa. Tél. / fax 213 07 45 54 55 55. E-mail : [almouraddz@yahoo.fr](mailto:almouraddz@yahoo.fr)

**AMENAGEMENT DE RAVINES EXPERIMENTALES  
DANS LA WILAYA DE MEDEA**

**Bourougaa L.\***

*Résumé*

Dans le cadre du projet PNUD (RAB/011), le micro bassin versant de *Souagui* (lieu dit : *Sidi Zahar*), a été retenu pour l'expérimentation des méthodes de lutte antiérosive en milieu semi-aride algérien.

Il s'agit d'apporter des éléments de réponse à la problématique posée par l'érosion.

Les sédiments proviennent essentiellement des sapements de berges des oueds, des glissements de terrain, d'où la nécessité d'une correction torrentielle, avec introduction de plusieurs types de seuils dans différents sites, afin de tester l'efficacité, la solidité et le prix de revient pour chaque type de seuil, en première étape.

En seconde étape, on pourrait envisager non seulement de réduire les débits de pointe, et de stocker les sédiments situés en amont immédiat des seuils de correction torrentielle par les aménagements de ravines, mais aussi, de les valoriser, par les plantations d'arbres d'intérêt économique (fourrages, fruits ou bois de qualité) qui profiteraient des apports exceptionnels en eau et en nutriments.

La réhabilitation commence par la fixation mécanique du fond des ravines avec des micro-barrages perméables, pour éviter la pression hydraulique exercée par les eaux de crue.

Quand les seuils seront remplis de sédiments (en quelques crues), il faudrait rapidement les fixer à l'aide d'herbes dans le chenal et d'arbres le long des bords, pour éviter que le courant remette les sédiments en suspension.

Dans les zones méditerranéennes à fortes pentes, le ravinement déplace dix fois plus de terre que l'érosion en nappe.

**Mots clés :** Correction torrentielle - Erosion - Seuils - Atterrissements - Plantations - Coûts.

\* Station INR F de Médéa Tél. / fax 025.61 23 08. E-mail : [blakhdar11@yahoo.fr](mailto:blakhdar11@yahoo.fr).

## FORMULATION D'UN BETON A BASE DE SABLE DE DUNE

Bentebba M. \*, Kriker A. E. \*\*, Bentata A. \*\*\*

### *Résumé*

L'urbanisation des villes a connu un développement rapide durant les dernières décennies, dû à une croissance démographique très importante.

Ce développement a engendré un fort taux de consommation en matériaux de construction, dont le béton qui avoisine les 90 %.

Pendant que le sable entre à concurrence de 40 % dans la masse totale du béton, il est souvent de qualité médiocre.

Aussi, s'impose t-il la revalorisation de sable de dune, vu son abondance et son accessibilité économique.

Dans plusieurs pays un grand intérêt à nouveau était porté au béton de sable, dans les années soixante dix, notamment dans le sud-ouest de la France.

C'est dans ce contexte que s'ouvre la réflexion sur la formulation de nouveaux bétons de sable, qui utiliseraient une ressource abondante et peu exploitée et permettraient, en raison de l'expérience des laboratoires et des avancées techniques dans le domaine des caractéristiques comparables à celles des bétons traditionnels.

Son analyse granulométrique montre que la granulométrie est bien serrée, et se caractérise par une granularité discontinue.

L'intégration de ce sable de dune dans les régions arides nécessite une étude technico-économique assez poussée.

---

\* *Maître de conférence.*

\*\* *Maître de conférence.*

\*\*\* *Maître assistant. Laboratoire EVRNZA Université Kasdi Merbah de Ouargla.*

**VALORISATION DU SABLE DE DUNES  
ET DU SABLE DE CONCASSAGE  
DANS LA CONSTRUCTION**

**Kriker A. <sup>\*</sup> (1), Modjahed N. <sup>\*\*</sup>, Bentebba M.T. <sup>\*</sup>, Hammadi D. <sup>\*\*</sup>,  
Bakhouch Z. <sup>\*</sup>**

*Résumé*

La région de Ouargla renferme d'énormes gisements de sable sous formes de dunes et de sable de concassage qui sont peu valorisés dans la construction.

Des études qui ont traité l'utilisation de sable de dune dans le béton et mortier montrent la nécessité de corriger sa granulométrie pour qu'il puisse être utilisé dans le béton.

En revanche, le concassage du gravier engendre annuellement d'énormes quantités de déchets sous forme de sable de concassage.

L'objectif de cette étude est de présenter la possibilité de corriger la granulométrie du sable de dune en utilisant le sable de concassage dans le but de contribuer à la valorisation de ces deux sables dans la construction.

*Mots clés : Sable de dune, sable de concassage, valorisation, granulométrie, béton, construction.*

---

<sup>\*</sup> Laboratoire EVRNZA. Université Kasdi Merbah de Ouargla. <sup>(1)</sup>E-mail : [a\\_kriker@yahoo.fr](mailto:a_kriker@yahoo.fr).

<sup>\*\*</sup> LTPS Ouargla.

# RECOMMANDATIONS

**Des journées d'étude et de sensibilisation sur la  
quantification du sable en transit éolien  
et sur la lutte contre l'ensablement « JESSE'07 »**

**Organisées à Ouargla les 21 et 22 Janvier 2007**

**Par : le Centre de Recherche Scientifiques et Techniques  
dans les Régions Arides  
&  
L'Université Kasdi Merbah de Ouargla**

**Sous le patronage de  
Madame la Ministre déléguée  
Auprès du  
Ministre de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique,  
Chargée de la Recherche Scientifique  
Et  
Monsieur le Wali de la Wilaya de Ouargla**

## **Atelier I : Infrastructures Routières et Ferroviaires**

1. Élaborer un guide spécifique de conception du tracé routier en zone dunaire.
2. Élaborer un guide spécifique de conception de voie ferrée en zone dunaire.
3. Élaborer des méthodes de conception, de suivi et d'évaluation des projets de protection des routes et voies ferrées contre l'ensablement :  
Fiches types permettant l'aide au choix d'acquisition des engins de désensablement pour les routes et voies ferrées.
4. Applications expérimentales des résultats de l'étude sur modèle réduit physique de la lutte contre l'ensablement.
5. Formation et spécialisation de cadres, des ingénieurs spécialisés dans la lutte contre l'ensablement : procédés de fixation des dunes, dispositifs et écrans de protection etc.
6. Constitution de banque de données sur les mouvements de sable (origine, fréquence, quantité, vitesse de vent, etc.), par l'utilisation du quantificateur de sable.
7. Etablir des études spécifiques de prise en charge du phénomène d'ensablement pour chaque région.
8. Constitution d'un réseau d'échanges dans le domaine de l'ensablement des routes et voies ferrées. Le point focal pourrait être le LTP Sud.

## **Atelier 2 : Environnement, Installations Industrielles et Aménagements Urbains**

- 1- Cycle de formation à tous les niveaux sur des thèmes permettant la prévention, la protection et l'intervention dans le domaine de lutte contre les problèmes d'ensablement.
- 2- La mise en place de trois réseaux spécifiques correspondant aux thèmes des ateliers regroupés autour d'un point focal national dont les prérogatives seraient :
  - a. *Recenser les compétences œuvrant dans le domaine de la lutte contre l'ensablement.*
  - b. *Recenser les problèmes liés à l'ensablement.*
  - c. *Créer des cercles de réflexion pour dégager des projets de recherches pluridisciplinaires d'aide à la décision*
  - d. *Implanter et exploiter un réseau d'observation, d'analyse et de quantification des sables en transit éolien.*
  - e. *Responsabiliser chacun des intervenants dans ce réseau.*
- 3- Inclure dans les cahiers de charges des rapports d'impact la prise en charge des problèmes d'ensablement.
- 4- Adapter les installations aux conditions de l'environnement des zones arides permettant d'améliorer son rendement et sa durée de vie.
- 5- Adapter et diffuser les informations météorologiques nécessaires à la prise de décision des opérateurs sur le terrain.
- 6- S'inspirer du savoir-faire local dans le domaine de lutte contre l'ensablement.
- 7- Impliquer et sensibiliser les collectivités locales, les associations, la population à travers l'introduction d'un enseignement sur la lutte contre l'ensablement dans le primaire et le secondaire.
- 8- Consulter les scientifiques spécialisés dans la lutte contre l'ensablement avant toute action touchant à l'aménagement du territoire.

Utiliser d'autres sources d'énergie (solaire, biomasse ou éolienne, ....) pour éviter le recours à la déforestation qui favorise l'ensablement.



### Atelier 3 : Aménagements Hydrauliques et Agricoles

- 1- Une prise en charge effective de la réhabilitation des milieux naturels, agropastoraux et *Ksour*.
- 2- Une lutte contre l'ensablement des différents sites menacés,
- 3- Encourager les activités de recherche sur la lutte contre la dégradation des sols et l'ensablement,
- 4- Tout projet de mise en valeur dans ces régions doit faire l'objet au préalable d'une étude de faisabilité et d'impact répondant à un cahier de charges.
- 5- Associer et d'intégrer les populations locales aux différentes étapes de réalisation des programmes de lutte contre ce fléau et valoriser leurs savoir-faire.
- 6- Création d'un réseau interdisciplinaire et multisectoriel sur la dégradation des écosystèmes semi-arides, arides et sahariens et lutte contre l'ensablement.  
Le CRSTRA constituera le point focal de ce réseau.
- 7- Mener des actions de vulgarisation et de sensibilisation des populations et des opérateurs concernés.
- 8- Elaborer des textes juridiques instaurant une recherche concertée entre les différentes structures concernées et les chercheurs.
- 9- Doter les observatoires de la désertification existants en moyens humains et matériels nécessaires et les élargir aux régions sahariennes.
- 10- Lancer dans les meilleurs délais une cartographie des états de surface et d'occupation des sols utilisant l'imagerie satellitaire, les systèmes d'information géographique (SIG) et les bases de données.
- 11- Réalisation d'un listing du gros matériel d'analyse en matière de lutte contre la désertification et l'ensablement au niveau des différents Centres de recherche et Universités.
- 12- Recensement des compétences nationales spécialisées dans la lutte contre la désertification et l'ensablement.
- 13- Dans le cadre des projets de proximité de développement rural intégrés (PPDRI), recommandons l'inscription des projets de lutte contre l'ensablement comme axe prioritaire.



*Journées d'Etude et de Sensibilisation sur la Quantification du Sable en  
Transit Eolien  
et sur la Lutte Contre l'Ensablement.*

