



INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY  
UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION



INTERNATIONAL CENTRE FOR THEORETICAL PHYSICS  
34100 TRIESTE (ITALY) - P.O. B. 589 - MIRAMARE - STRADA COSTIERA 11 - TELEPHONE 2240-1  
CABLE: CENTRATOM - TELEX 460892-I

H4.SMR/193 - 22

"COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LA SCIENCE DES MATERIAUX POUR L'ENERGIE".  
(26 août - 11 septembre 1986).

ETUDE DE QUELQUES TECHNIQUES DE FIXATION  
DES DUNES CONTINENTALES

Par OLDACHE E.H.

Enseignant à l'I.N.A. (Alger)

Ces notes de recherche provisoires, sont destinées aux participants. Eventuellement, d'autres copies seront disponibles au bureau 231.

## Introduction.

Le problème de la désertification se pose avec acuité sur une grande partie du globe. Les régions les plus touchées par ce fléau sont les zones comprises entre les isohyètes 100 et 400 mm de pluie par an.

On a estimé que chaque année 100 000 Ha de terres subissent les effets de la désertification.

Les causes de cette désertifications sont multiples, mais elles peuvent être regroupées en deux causes majeures:

- d'ordre climatique,
- d'ordre humaines.

Historiquement, il a été reconnu que le climat n'est pas le facteur essentiel dans le processus de la désertification, bien qu'il joue un rôle non négligeable.

En effet, tout le monde reconnaît que c'est avant tout l'action de l'homme qui accélère les processus de la désertification.

D'après Le Houerou et Rapp (1976), la désertification résulterait de deux groupes de facteurs qui peuvent agir séparément ou combinés:

- la sécheresse prolongée,
- la surexploitation des terres.

Ces deux facteurs agissent en rendant le sol très vulnérable aux actions des agents érosifs; le vent et l'eau.

On pourrait penser que l'action érosive de l'eau dans ces régions soit négligeable, car la quantité de pluie qui tombe annuellement est relativement faible.

En fait, en raison de la nature de ces pluies qui sont le plus souvent sous forme orageuse, elles peuvent être dévastatrices.

Néanmoins c'est surtout le vent qui représente le danger le plus redoutable pour ces contrées.

En effet CHEPIL a estimé que par un vent de 40 Km/h, la quantité de terre déplacée serait de 450 Kg/h.

Ce qui serait l'équivalent du taux d'érosion hydrique pour une année.

Bien que les régions touchées par la désertification reçoivent une quantité d'énergie considérable en raison de leur position géographique et de la transparence de l'atmosphère à cause de la nébulosité très faible dans ces zones; seulement très peu de cette énergie est utilisée en raison d'une végétation très clairsemée.

À côté du déficit hydrique l'une des raisons fondamentale de la difficulté d'installation de la végétation est directement liée à la nature même du sol.

En effet, sous l'influence d'un vent souvent assez violent, les particules fines du sol sont constamment en mouvement laissant soit un sol complètement recailleux (reg), qui ne permet pas l'installation de la moindre végétation; soit des dunes de sable en mouvement (erg), ce qui ne permet que l'installation d'une végétation psammophile souvent éphémère.

L'objet de cette communication concernera l'étude de quelques techniques de fixation des dunes.

### I/ Dynamique du sable

#### 1.1 Différentes formes de déplacement

Avant d'aborder l'aspect stabilisation des dunes de sable, il est nécessaire d'avoir un aperçu sur ce phénomène.

En fonction de la vitesse du vent et de la taille des particules, le sable est transporté sous trois formes de déplacement:

- en suspension
- en saltation
- et en reptation.

#### 1.1.1 La suspension.

Les particules les plus fines sont emportées en suspension dans l'air. La taille des particules concernées par ce mouvement ne dépasse généralement pas 0,1 mm de diamètre. La vitesse de dépôt des particules est si faible qu'elles peuvent rester en suspension dans l'air pendant de longues périodes.

Les vents de poussière sont constitués de particules fines en suspension et peuvent être emportées sur de très grandes distances.

Des particules de sable du Sahara ont été retrouvées au Nord de l'Europe jusqu'en Scandinavie, voir même au pôle Nord.

#### 1.1.2 La saltation

Le mouvement se fait par une série de bonds sur la surface du sol elle a lieu pour les taille intermédiaire, assez légère pour être soulevée, mais pas assez pour être entraîné en suspension.

Les tailles de particules concernées par ce mouvement se situe entre 0,05 et 0,5 mm de diamètre. Avec le plus entre 0,1 et 0,15 mm de diamètre.

De loin, c'est la forme la plus importante de déplacement quant à la quantité de sol déplacé.

.../...

.../...

1.1.3 La reptation

La reptation est le mouvement des particules les plus grosses, elles sont entraînées par le vent en les roulant sur le sol. Théoriquement il n'y a pas de limite supérieure à la taille de ces particules, mais dans la réalité les limites des particules entraînées par ce mouvement se situe entre 0,5 et 1 à 2 mm de diamètre.

Le mouvement des dunes se fait surtout sous ces deux dernières formes.

1.2 Danger des dunes mobiles

Le danger que représente le mouvement des dunes est connu de tous.

En effet, en plus de la perte de terres arables que ce soit par le départ des particules fines du sol, ou l'enfouissement des horizons fertiles sous une couche de sable stérile. Le perpétuel déplacement des particules ne permet pas la germination des graines.

Sont aussi menacés tout ce qui est infrastructure socio-économique: routes, aéroports, ouvrages d'art, poteaux électriques ou de téléphone etc...

Cà représente aussi une gêne pour les riverains, voire même cause d'exode rural.

1.3 Méthodes d'étude du déplacement du sable.

Différentes méthodes ont été utilisées pour étudier le déplacement des particules tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif.

Pour l'étude qualitative, une méthode consiste à piéger les particules contenues dans un vent de sable à l'aide d'un filtre placé au dessus d'un véhicule à environ 2 mètres du sol, et de capter ainsi les particules pour avoir une idée sur leur composition granulométrique. Seulement une telle méthode ne peut concerner que les particules entraînées en suspension à un ou deux mètres du niveau du sol, de plus le filtre peut piéger les particules entraînées par les roues du véhicule.

Pour ce qui est de l'étude quantitative des jalons marqués ont été utilisés, et on mesure régulièrement la quantité de sable apporté ou qui a été enlevé. cette technique permet aussi de connaître le sens de déplacement du sable.

Avec l'avènement de l'utilisation des satellites dans le domaine civil, particulièrement scientifique, les images satellites peuvent apporter une contribution non négligeable dans ce secteur, certains chercheurs n'ont hésité à l'utiliser dans l'étude du mouvement de sable.

.../...

2. Fixation des dunes

Comme on vient de le voir, les dunes mobiles constitue un danger potentiel permanent pour tout ce qui est installation socio-économique environnante. C'est pourquoi il est nécessaire d'entreprendre une action énergique et urgente pour freiner et pourquoi pas arrêter ce mouvement.

Deux méthodes de stabilisation sont utilisées:

- Une première méthode consiste à passer par deux étapes:

\* Une première étape consiste en la pré-fixation par méthode mécanique ou chimique. ( Obstacle, ou émulsion )

\* la deuxième étape, consiste une fois la dune stabiliser à passer à la fixation définitive par reboisement ou engazonnement.

- Dans la deuxième méthode, la préfixation n'a pas lieu et on passe directement à la fixation biologique.

2.1 Méthode classique de fixation.

La méthode classique de fixation consiste, comme il a été déjà, signalé à passer par deux étapes:

une première étape consiste en la stabilisation provisoire de la dune par des moyens artificiels.

La deuxième étape, c'est la fixation définitive par plantation

2.1.1 La pré-fixation

Avant toute plantation en milieu dunaire, il est souvent nécessaire de passer par la pré-fixation, ou stabilisation de la dune.

Pour la préfixation, différentes méthodes ont été utilisées:

- Réalisation de dune artificielle,
- Utilisation de brise-vent
- Spandage de produits chimiques,
- Utilisation de filet, maille plastique ou vieux pneus

2.1.1.1 Dunes artificielles

Le rôle de la dune artificielle est de créer un obstacle aux apports éoliens et protéger ainsi la dune en aval, pour faciliter l'installation d'une couverture végétale.

2.1.1.2 Installation de brises-vent:

Les brises-vent sont de deux sortes:

\* Les brises vent vifs constitués de végétaux ligneux ou des roseaux.

\* Les brises-vent inertes réalisés à partir de végétaux morts ou même à partir de matériaux synthétiques.

Le rôle du brise vent est de dévier une partie du vent au dessus du rideau.

Il a été démontré qu'un brise-vent n'est efficace que si sa perméabilité est d'environ 50%, Tandis qu'un brise vent opaque entraînait des tourbillons, ce qui réduit donc son efficacité.

### 2.1.1.3 Stabilisation à base de produits chimiques.

Des épandages à base de produits pétroliers ont été utilisés dans certains pays ( Pays producteurs de pétrole ).

Le rôle de ces épandages serait de réaliser une cohésion entre les particules de sable et de favoriser ainsi la germination des graines.

Les essais menés en Algérie avec ces produits n'ont pas donné de résultats probants. Car la couche de goussan ne permet pas à la végétation de s'installer, de plus la stabilisation n'est que de très courte durée.

### 2.1.1.4 Utilisation de filet type "texan".

Un filet à maille serrée, type "texan" a été utilisé dans la région de Djelfa ( 300 Km au sud d'Alger ), le rôle de ce filet était de stabiliser le sable et piéger éventuellement des graines et favoriser ainsi leur germination.

Seulement vu les conditions climatiques très sèches de ces zones, l'état de surface des dunes ne permet pas aux graines de germer. 2.2

## 2.2 Méthode moderne de fixation.

### 2.1.2 Fixation biologique.

Que ce soit après pré-fixation ou sans pré-fixation, la fixation biologique consiste à réaliser des plantations d'arbres ou d'arbustes forestiers voir même des espèces herbacées pour assurer la fixation définitive de la dune.

Car quelle que soit la méthode de pré-fixation, utilisée, elle ne peut être efficace pendant une longue période, en général après deux ou trois années la protection devient négligeable.

C'est pourquoi il est nécessaire de passer à la fixation biologique qui va assurer la stabilisation pratiquement définitive de la dune.

Pour cela, il faut utiliser des espèces qui s'adaptent facilement à ces conditions souvent très difficiles.

Il faut donc des espèces adaptées aux climats aride et semi-aride, il faut utiliser des espèces à croissance rapide et qui résistent à l'ensablement.

La fixation biologique peut donc suivre une préfixation.

On peut par contre se passer complètement de la pré-fixation et passer directement à la fixation biologique.

.../...

## 2.2 Méthode moderne de fixation.

### 2.2.1 Méthode

Comme il a été déjà signalé, la méthode moderne de fixation consiste à utiliser uniquement des espèces naturelles: plantes ligneuses, arbres, arbustes ou même espèces herbacées, la pré-fixation n'a pas lieu.

La technique consiste à utiliser des plants d'assez grande taille pour qu'ils puissent résister à l'ensablement et au départ de sable, (plants de 80 cm à 1,20 M ).

La méthode de plantation consiste à creuser des pots profonds et de mettre en terre la plus grande partie du plant et ne laisser que 40 cm environ du plant en dehors.

### 2.2.2 Choix des espèces.

Pour la fixation biologique il faut utiliser des espèces à croissance rapide, mais adaptées aux conditions climatiques, comme il a été déjà signalé il faut utiliser des plants de grande taille (hautes-tiges, supérieur à 1 mètre en général) .

Le tamarix est une espèce qui convient très bien pour ce genre de fixation.

Beaucoup d'acacia conviennent très bien aussi, que ce soit des acacias australiens (A. farnesiana, A. dealbata, A. eberna, A. cyanophylla etc.) ou bien des acacia africains (A. senegal, A. arabica, A. raddiana )

L'intérêt des acacias, c'est que la plupart donne un bon fourrage, en plus, il enrichissent le sol en azote (légumineuses).

De plus il faudra utiliser les espèces selon leur adaptation à la toposéquence de la dune.

Et enfin, les plants utilisés pour les reboisements doivent être élevés en milieu dunaire.

## 2.3 Expérimentation

Le lieu de notre expérimentation se trouve au sud de Hassi Bahbah (v. de Djelfa), le climat est semi-aride.

Trois paramètres ont été testés:

- \* mode de plantation,
- \* espèce choisie
- \* mode de protection

2°) 2 mois après la plantation

Moyennes : E1 : 33,60 E2 : 35,63  
 S1 : 37,50 S2 : 31,63  
 P1 : 44,38 P2 : 24,75

Tableau de la variance

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs
FACT 1	1	0,0130	0,013	0,0872
FACT 2	1	0,0606	0,061	0,4065
FACT 3	1	0,7267	0,727	4,88
FACT 1 * FACT 2	1	0,2689	0,269	1,804
FACT 1 * FACT 3	1	0,0388	0,039	0,26
FACT2 * FACT 3	1	0,0061	0,006	0,041
FACT1*fact2*FACT3	1	0,0507	0,051	0,34
RESIDUELLE	8	1,1925	0,149	
TOTALE	15	2,3572		

3°) 5 Mois après E1 : 18,5 %

Moyennes : E1 : 30,25 E2 : 24,88 %  
 S1 : 24 % S2 : 13,12  
 S2 : 19,38 %

Tableau de la variance

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs
FACT 1	1	0,5284	0,528	6,727
FACT 2	1	0,0373	0,037	0,47
FACT 3	1	0,0653	0,065	0,83
FACT 1 * FACT 2	1	0,2086	0,209	2,656
FACT 1 * FACT 3	1	0,0639	0,064	0,813
FACT2*FACT3	1	0,0708	0,080	1,016
FACT1*FACT2*FACT3	1	0,1004	0,100	1,278
RESIDUELLE	8	0,6284	0,079	
TOTALE	15	1,7121		

2.3.1 Mode de plantation

A la plantation nous avons utilisé dans un premier cas le sol dunaire pour remplir le potêt : S1

Dans un deuxième cas nous avons utilisé de la terre fine du bas-fond en mélange avec le sable dunaire: S2

2.3.2 Espèces utilisées

Deux espèces ont été testées:

\* l'olivier de bohème (Eleagnus angustifolia) : E1

\* et le févier d'amérique (Gleditsia triacanthos) : E2

2.3.3 Protection

Le système de protection (pré-fixation) utilisé est un grillage en maille plastique, (les carrés de la maille sont de 2 mm de côté), le système de protection de plants sont des carrés de 4m X 4m. ( P1 )

On a comparé à des témoins sans système de protection. (P2)

Nous avons utilisé des placettes rectangulaire de 24 m sur 12m

Chaque placette contient 54 plants

2.3.4 Résultats.

Nous avons fait un comptage mensuel des plants encore vivants, nous donnons ici la moyenne pour chaque traitement ainsi que l'analyse de la variance.

Analyse de la variance et moyenne

1°) 1 mois après la plantation

Moyenne: E1 / 44,62 %  
 E2 : 58,12 %  
 S1 : 54,5 %  
 S2 : 48,25 %  
 P1 : 64 %  
 P2 : 38,75 %

Tableau de la variance

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs
Facteur 1	1	0,3843	0,384	3,746
Facteur 2	1	0,0868	0,087	0,846
Facteur 3	1	1,3991	1,399	13,64
Fact 1 * Fact 2	1	0,1437	0,144	1,40
FACT 1 * FACT 3	1	0,1309	0,131	1,276
FACT 2 * FACT 3	1	0,001	0,001	0,0097
FACT 1*FACT2*FACT3	1	0,1104	0,110	1,076
RESIDUELLE	8	0,8207	0,103	

4°) 7° Mois

Moyennes : E1 : 12,38 % E2 : 12,88 %  
 S1 : 11,88 % S2 : 13,38%  
 P1 : 19,25 % P2 : 6 %

Tableau de la variance

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs
FACT 1	1	0,2924	0,292	3,83
FACT 2	1	0,0036	0,004	0,047
FACT 3	1	0,0002	0,0002	0,0026
FACT 1 * FACT 2	1	0,1798	0,180	2,355
FACT 1 * FACT 3	1	0,0404	0,040	0,529
FACT 2 * FACT 3	1	0,0008	0,001	0,01
FACT 1 * FACT 2 * FACT3	1	0,0463	0,046	0,606
RESIDUELLE	8	0,6107	0,676	
TOTALE	15	1,1742		

Interprétation des résultats

Pour le facteur 1 , c'est -à-dire l'espèce il n'ya pas de différence significative les premiers et deuxième mois après la plantation.

A partir du 5° Mois il ya une différence significative au seuil de 0,97%

A partir du 7° Mois il n'y a plus de différence significative

Pour le facteur 2 : C'est-à-dire le sol: il n'y a pas de différence significative durant toute la durée de l'expérimentation.

Pour ce qui est de la protection, dès le premier mois il ya une différence hautement significative entre protection et non protection,

Par la suite il n'y a pas de différence significative.

2.4 Estimation des coût des différentes méthodes de fixation

Nous avons estimé les coût de trois méthode de fixation:

- 1°) Méthode de pré-fixation à base de palmes sèches,
- 2°) Méthode de préfixation à base de maille plastique
- 3°) Méthode de fixation biologique pure.

.../...

Avec la première méthode nous avons trouvé que 1 hectare traité revenait à 50 000 DA soit environ 71500 FF

Avec la deuxième méthode, c'est-à-dire avec préfixation à base de maille plastique 1 hectare revient environ 25000 B.A soit l'équivalent de 35750 FF.

Quant à la troisième méthode , par fixation biologique pure, elle revient à 13000 DA soit environ 18575 F.F.

Conclusion

En conclusion, on peut dire à partir de ces résultats très partiels, qu'une préfixation mécanique paraît nécessaire avant tout reboisement en milieu dunaire.

Néanmoins, en relation avec les coûts élevés de la technique utilisant les palmes sèches (très consommatrice en main-d'oeuvre), et en raison des problèmes d'approvisionnement en palmes sèches, il paraît plus intéressant d'utiliser comme technique de préfixation le grillage en plastique, qui revient moitié prix que les rideaux en palmes sèches.

De plus , il est nécessaire d'entreprendre d'autres expériences, particulièrement par fixation biologique pure par un choix judicieux des espèces ainsi que des techniques de plantation, car c'est l'opération qui est la moins coûteuse .