

## Approche phytocéologique descriptive de dunes fixées par des graminées vivaces au Maroc oriental

Ahmed KHALIL & Abdelmajid BELABED

Mots-clés : Phytocéologie, Graminées, dunes, Maroc oriental.

احمد خليل و عبدالمجيد بلعابد

### ملخص

تمت دراسة أربع محطات حسب موقعها الجغرافي. النجالية المثبتة *Ammophila arenaria* ناحية السعيدية، *Stipa tenacissima* جهة تندرا، *Lygeum Spartum* بوعرفة و *Aristida pungens* في فكيك. التدرج البيومناخي العرضي شمال-جنوب يبين أربع أنماط من الكتبان الرملية وثلاث مجموعات حسب الغطاء النباتي: الساحلي، الجاف والصحراوي. تم تقديم الغنى النوعي لمختلف المحطات والشروط البيئية المحددة لها وأيضا التشابه بين المحطات.

### RESUME

Quatre stations ont été étudiées en fonction de leur position géographique. La graminée fixatrice : *Ammophila arenaria* vers Saïdia, *Stipa tenacissima* vers Tendirara, *Lygeum Spartum* vers Bouarfa et *Aristida pungens* à Figuig. L'existence d'un gradient bioclimatique latitudinal Nord-Sud fait apparaître 4 types de dunes dont le couvert végétal laisse distinguer 3 groupes : littoral, aride, et saharien. Les richesses spécifiques des différentes stations et des conditions écologiques qui les régissent sont présentées dans ce travail, ainsi que les similitudes existantes entre les 4 stations.

### ABSTRACT

**Phytocological study of sandhills stabilized by hardy Poaceae in eastern Morocco.** Four stations have been studied according to their geographical position: Saïdia with *Ammophila arenaria*, Tendirara with *Stipa tenacissima*, Bouarfa with *Lygeum spartum* and Figuig with *Aristida pungens*. The existence of a bioclimatical and latitudinal gradients North-South shows four types of sandhills in which the vegetal cover is divided on three groups: littoral, arid and Saharian. The specific richness of the different stations and their ecological conditions are presented in this work as well as the similarities between the four stations.

### INTRODUCTION

Le Maroc oriental est dans son ensemble une aire exposée aux dangers de la désertification aussi bien à l'intérieur du continent que sur le littoral.

Les dunes littorales constituent des structures dont la formation et le maintien dépendent de l'interaction entre trois éléments : sable, vent et obstacles, que KIM & LUMARET (1981) ont dénommé "trinôme dynamique". L'obstacle est constitué principalement d'une végétation adaptée à ce milieu à substrat mobile. *Ammophila arenaria* Link. est une espèce bien adaptée sur le plan physiologique et morphologique à ce milieu ; ses touffes croissent vers le haut au fur et à mesure que le sable s'accumule. C'est pour cela que nous l'avons retenue comme graminée édifiatrice et fixatrice des dunes littorales de Saïdia.

La formation des dunes continentales du Maroc oriental est la conséquence de la désertification des biotopes. Ainsi, la partie meuble est emportée par déflation et accumulée ailleurs sous forme de dunes mobiles. Les végétaux peuvent alors fixer

partiellement et localement ces dunes. Les meilleurs fixateurs non arborés semblent être des graminées locales comme *Aristida pungens*, *Stipa tenacissima*, et *Lygeum spartum*. Pour PIERRE (1958), aucune comparaison ne semble être possible entre les peuplements (flore et faune) des sables littoraux et ceux des sables continentaux.

Notre étude, qui porte sur les graminées fixatrices des dunes littorales et continentales, a pour but de vérifier si cette thèse s'applique dans le cas de la flore de ces milieux situés au Maroc oriental et s'il y a ou non une similitude entre les peuplements végétaux qui colonisent ces dunes.

### CADRE GEOGRAPHIQUE

Le choix des quatre stations (Fig. 1) repose sur leur répartition suivant un axe nord-sud du littoral jusqu'aux confins sahariens, et de la présence dans chacune des stations de dunes ou de formations sableuses fixées par des graminées vivaces. Les stations se distinguent par les espèces qui les colonisent et les conditions du milieu.

– La station de Saïdia (S1) est située sur le littoral méditerranéen, au sein d'un cordon dunaire orienté E-W. Les dunes, de 1 à 3 m de hauteur, sont mobiles ou fixées par *Ammophila arenaria*, relativement abondante.

– La station de Tendirara (S2) est située à 1480 m d'altitude, avec des dépôts d'origine éolienne relativement importants par endroits, qui forment localement des micro-dunes de 0,5 à 1 m de hauteur. Ils sont généralement fixes et leur sommet est occupé par des touffes de *Stipa tenacissima*.

– La station de Bouarfa (S3) est située à 1020 m d'altitude en zone présaharienne ; les dunes (nebkhas) y sont peu nombreuses et isolées, avec des hauteurs de 0,8 à 1 m. Elles sont occupées au sommet par *Lygeum spartum* à développement réduit.

– La station de Figuig (S4) est située à 880 m d'altitude en bordure du Sahara avec des dunes de dimensions variables (1 à 10 m de hauteur), à sable mobile ou fixé par *Aristida pungens* qui peut former par endroits des peuplements assez denses.

## MATERIEL ET METHODES

### METHODE D'ETUDE SUR LE TERRAIN

La méthode utilisée est l'approche phyto-édaphique qui permet une meilleure intégration des données de base sur la végétation et le milieu (LONG, 1974) ainsi qu'une bonne répartition des variables dans l'analyse.

Les principaux paramètres édaphiques retenus permettent de mettre en évidence les relations entre le substrat de base, qui est principalement du sable, et la végétation dunaire. Cette approche s'inspire en partie des travaux de NEGRE (1960), BRECKLE (1982 et 1986), BENCHABANE (1985), JEFFERIES & PITMAN (1986), et BENCHABANE ABBAD (1995). Les paramètres édaphiques retenus sont (Tableau I) : la température ; la granulométrie en profondeur et en surface ; la porosité ; l'humidité par voie électromotrice et la teneur en matière organique. La salinité totale a été déterminée par conductimétrie sur les extraits de sable.

Suivant la méthode de BRAUN-BLANQUET & *al.* (1951), 120 relevés ont été réalisés sur les différentes dunes (petites, moyennes et grandes), à raison de 30 relevés par station. Nous avons relevé les espèces avec abondance-dominance, ainsi que les caractéristiques édaphiques citées précédemment et le degré de recouvrement des dunes par la végétation.

Dans la rhizosphère, où s'effectue l'essentiel des

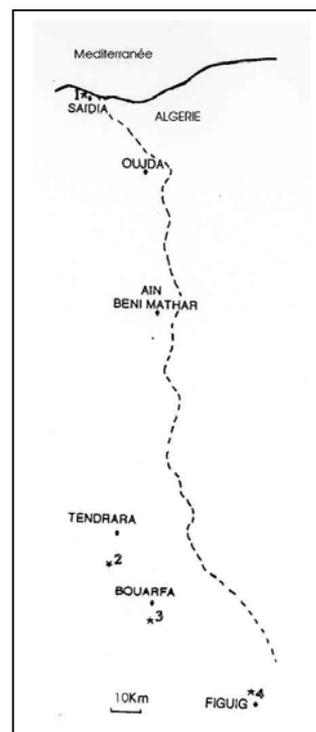


Figure 1. Localisation des stations d'étude.

interactions entre la végétation et les substrats, nous avons effectué une prise d'échantillons du substrat dunaire en surface et en profondeur (50 cm). Cette rhizosphère constitue la zone privilégiée d'accumulation et de concentration des sels dans le profil édaphique d'un substrat salé, en zone essentiellement aride (BRECKLE, 1982 ; MCKELL, 1986 ; FISHER & SKERMAN, 1986).

## RESULTATS

### ANALYSE DES DONNEES PHYTO-ECOLOGIQUES

Afin de visualiser les affinités floristiques des stations, nous avons procédé à une analyse factorielle des correspondances (ROUX, 1983). Dans cette analyse, le plan *F1* et *F2* exprime 79% (*F1* : 45% et *F2* : 34%) de l'information. Les quatre stations sont bien individualisées avec une nette opposition entre Saïdia et les trois autres.

La station de Figuig (S4), franchement saharienne, est du côté négatif.

La station de Bouarfa (S3) est plus saharienne que méditerranéenne, et à un degré moindre Tendirara (S2), alors que la station de Saïdia (S1), isolée, est littorale. Cependant, l'élimination de la

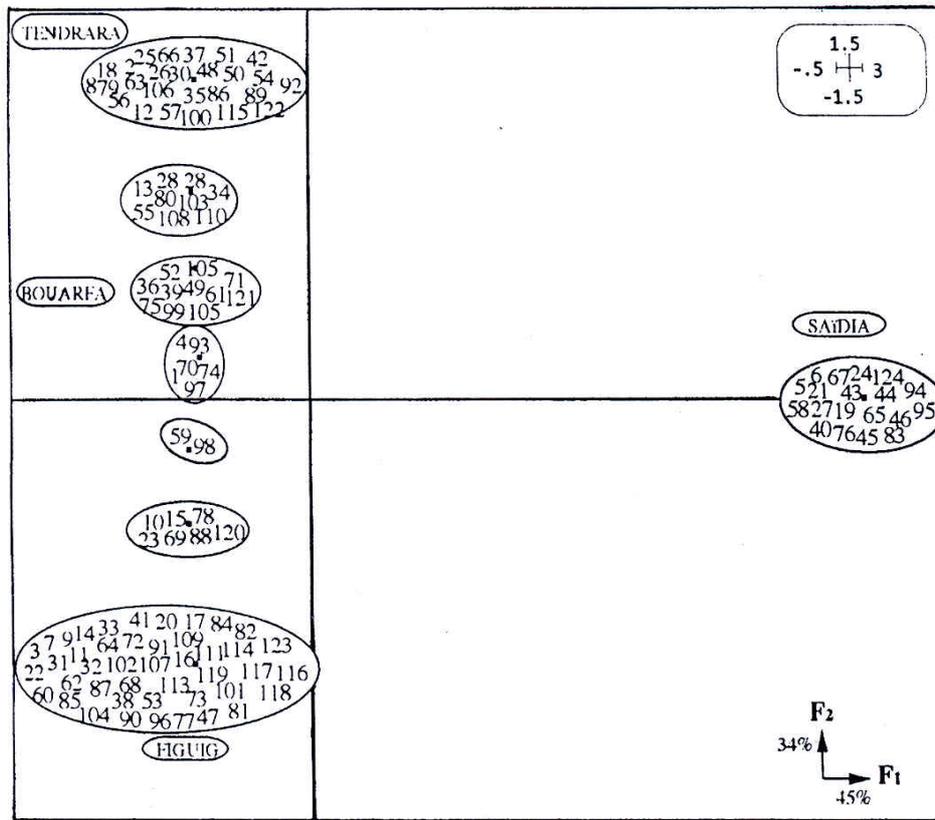


Figure 2. Typologie de la végétation des dunes fixées par les graminées.

Tableau I : Représentation des différents paramètres écologiques et édaphiques dunaires des différentes stations étudiées.

Station Paramètres	Saidia	Si Tendirara : S2	Bouarfa : S3	Figuig • S4
Température moyenne en °C (en mai)				
- Surface	38	45	38	39
- (-15 cm)	27	30	30	29
- (-50 cm)	23	28	27	28
Porosité du sable en %	48	38	37	34
pH	8,5	7,5	8	8 Matière
organique en %				
- surface	6	1	2	2,5
- (-15cm)	5	2,5	3	2,7
- (-50cm)	5,5	3	3	3
Salinité en %	7,2	0,55	0,48	0,85
Pluviométrie annuelle en (mm)	350	209	160	100
Q2 = quotient pluviométrique d'Emberger	36,3	17,6	17,4	9,2
Classification bioclimatique d'Emberger	Semi-aride	Aride moyen Aride inférieur Saharien supérieur		
Humidité en % (en Mai)				
- Surface	2,05	0,50	0,1	0,08
- (-15 cm)	4,01	3,56	1,4	3,28
- (-50 m)	15,80	6,01	5,67	5,17

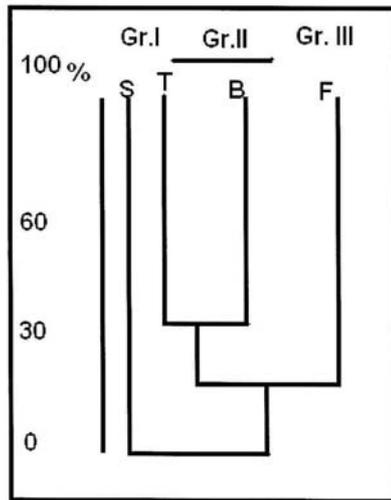


Figure 3. Dendrogramme interprétatif de la matrice de Jaccard (S, Saïdia ; B, Bouarfa ; T, Tendirra et F, Figuig).

station de Saïdia révèle par AFC un gradient d'affinité décroissante entre les stations pour les nuages secondaires d'espèces communes avec  $S_2, S_3 > S_3, S_4 > S_2, S_4$  sans grands changements entre la distribution des stations

#### ANALYSE DE L'AFFINITE DES QUATRE STATIONS

Cette analyse a été effectuée à partir de l'indice de JACCARD (1901), qui permet d'établir le degré de ressemblance entre la composition floristique des différentes stations.

Le résultat est exprimé sous forme d'un dendrogramme qui montre l'individualisation de trois groupes végétaux.

Celui de Saïdia (groupe I), totalement isolé, est constitué par des espèces végétales étroitement liées aux dunes littorales.

Le groupe II, de Tendirra-Bouarfa, montre une similitude relativement élevée (23%) due à la proximité géographique et à la similitude des milieux.

Le groupe III (station de Figuig), a peu d'affinité avec les autres stations continentales, en raison de son peuplement végétal, le seul à être de type franchement saharien.

#### DESCRIPTION DES FORMATIONS VEGETALES

Chaque station est caractérisée par une graminée principale fixatrice des dunes : *Ammophila arenaria*

pour Saïdia, *Stipa tenacissima* pour Tendirra, *Lygeum spartum* pour Bouarfa et *Aristida pungens* pour Figuig.

#### Peuplement végétal dunaire littoral

En avant des premiers cordons dunaires, du côté de la mer (pied de la dune) apparaissent *Cakile maritima* et *Euphorbia paralias*.

Les crêtes des dunes sont occupées principalement par *Ammophila arenaria*, espèce fixatrice des sables par ses racines profondes et fortement enchevêtrées. A ce niveau, la salinité est de 7,2%, et l'humidité augmente de la surface à la profondeur de 2,05% à 15,80%. Ce sable littoral se caractérise par une granulométrie très homogène, plus fine en surface qu'en profondeur. La porosité est de 48%.

Sur les versants sud des dunes, la richesse spécifique augmente, avec un cortège floristique varié, dont les plus abondantes sont *Anthemis arvensis*, *Silene cerastioides*, *Delphinium nanum*, *Centaureum tenuiflorum*, *Erygium Campestre*, *Lagurus ovatus*, *Medicago marina*, *Lycium intricatum*, *Sonchus tenerrimus*, et *Retama monosperma* etc. Ces espèces sont moins exposées aux vents marins du nord.

La végétation interdunaire est diversifiée avec en particulier *Sonchus tenerrinus*, *Silene cerastoides*, *Senecio leucanthemum*, *Orlaya* sp., *Lycium intricatum*, *Lotus creticus*, ...etc.

#### Tendirra

Dans cette station, le sable des dunes est caractérisé par une teneur relativement élevée en limons (26%) et par l'absence de différences entre la granulométrie en surface et en profondeur. 70% des grains ont un calibre qui varie entre 0,1 mm et 0,2 mm. La salinité est de l'ordre de 0,52% et l'humidité est faible (6,01 à 50 cm de profondeur). La pluviométrie annuelle est de 109 mm. Le couvert végétal des crêtes dunaires est caractérisé par *Stipa tenacissima*, *Aristida spinosa* et *Ferula cossoniana*. Du côté nord, le cortège floristique est formé principalement par : *Euphorbia calypttrata*, *Evax pygmaea*, *Filago furtescens*, *Helianthemum lippii*, *Plantago albicans* etc., alors que du côté sud apparaissent *Atractylis delicatula*, *Abyssum scutigerum*, *Bromus repens*, etc. (Fig. 5). Cette répartition n'est pas stricte des deux côtés de la dune, mais il y a toujours des espèces envahissantes comme *Bromus*. De plus, la flore des steppes alfatières varie en fonction du substrat et de la

topographie. L'armoise blanche est en règle générale l'espèce végétale la plus fréquemment associée à l'alfa. Le partage des sols entre ces deux espèces est rigoureux sur les hauts plateaux du Maroc oriental : sur des sols en pente ou bien drainés, l'alfa est dominante, alors que sur des sols argileux et sur des plaines où l'eau est retenue assez longtemps, c'est l'armoise blanche qui domine.

### Bouarfa

Les sables des dunes de Bouarfa ont une granulométrie en profondeur nettement plus fine qu'en surface. Les sables fins de moins de 1 mm constituent 44% (dont 58% ont un calibre de 0,1 mm et 0,125 mm). Les sables grossiers ne représentent que 15% de la texture. La salinité est de 0,48 ‰, l'humidité ne représente que le 1/3 de celle de *Saidia* (5,67 à 50 cm de profondeur). La teneur en matière organique est très faible (3% à 50 cm de profondeur). La pluviométrie est de 160 mm par an. La graminée fixatrice est *Lygeum spartum*, associée à *Ferula cossoniana*, *Zizyphus lotus* sur les crêtes des dunes, alors que sur les pieds des dunes se trouve un cortège floristique varié formé par *Salvia verbenaca*, *Zilla spinosa*, *Nolletia chrisocomoides*, *Bromus rubens*, etc.... Le sparte qui pousse même sur des sols relativement salés, se retrouve par endroits accompagné de l'alfa et de l'armoise blanche.

### Figuig

Le substrat de surface a une texture plus grossière que celui de profondeur à texture fine. 82% des grains de sable ont un calibre compris entre 0,1 mm et 0,2 mm pour le sable de profondeur, alors que 60%

des grains de sable de surface ont une taille comprise entre 0,2 mm et 0,4 mm. Une salinité faible de 0,85‰, une humidité également faible (5,17% à 50 cm de profondeur) et un taux de matière organique de 3% à moins 50 cm caractérisent les dunes. Ces taux sont comparables aux autres stations continentales. Les crêtes des dunes sont généralement occupées par *Aristida pungens* comme graminée fixatrice, associée à *Launea arborescens*, alors que sur les pieds des dunes se distingue un cortège floristique à *Eremobium aegyptiacum*, *Convolvulus supinus*, *Cutandia dichotoma*, etc.

## CONCLUSIONS

Les graminées vivaces étudiées au Maroc oriental colonisent aussi bien les milieux littoraux, arides que sahariens. Ces graminées vivaces supportent bien les conditions environnementales extrêmes (sécheresse, salinité ou mobilité des substrats) par des adaptations en utilisant divers stratégies d'occupation de ces milieux spécialisés. Si le peuplement végétal de *Saidia* ne présente aucune affinité avec les autres stations, il n'en est pas de même pour celui de Bouarfa et de Tendrara, et à moindre degré celui situé entre Bouarfa et Figuig. Ceci met en évidence l'existence d'un gradient géographique Nord-Sud dans l'évolution de la végétation au Maroc oriental, la plasticité et la spécialité que possèdent ces graminées vivaces pour la colonisation de ces milieux arides. Il faut signaler enfin que pour la totalité des stations les peuplements végétaux subissent une dégradation anthropozoiqque accélérée, ce qui réduit considérablement la richesse spécifique.

## REFERENCES

- BENCHABANE, A. (1985). *Etude de la structure et de l'exploitation pastorale de la végétation de Ouljat Oued Tensift*. Thèse 3ème cycle. Univ. Cadi Ayyad, Fac. Sci. Marrakech, 138 p.
- BENCHABANE, A. & ABBAD, A. (1995). Les formations végétales d'un milieu halomorphe de la région de Tensift (Lac Zima, Chemaia, Maroc). *Rev. Res. Amelio. Prod. Agr. milieu aride*, 7, p. 73-86.
- BRAUN BLANQUET, J. ; ROUSSINE, J.N. & NEGRE, R. (1951). *Prodrome des groupements végétaux de la France méditerranéenne*. CNRS. Paris, 297 p.
- BRECKLE, S.W. (1982). The significance of salinity — in: Spooner, B. & Man, H.S. (eds) : *Desertification and development : dry land ecology in social perspective*. Acad. Press. London, pp. 277-292.
- BRECKLE, S.W. (1986). Studies on halophytes from Iran and Afghanistan. Ecology of halophytes along salt gradients. *Proc. R. Soc. Edinburgh*, p. 203-215.
- FISHER, M.J. & SKERMAN, P.J. (1986). Salt tolerant forage plant for summer rain fall areas. *Reclamation and Revegetation res.*, 5 ; Elsevier sci. pub B.V Amsterdam. p. 227-243.
- JACCARD, P. (1901). Distribution de la flore alpine dans le bassin des Dranses et dans quelques régions voisines. *Bull. Soc. Vanadoise Sci. Nat.*, 37, 241-272.
- JEFFERIES, R.L. & PITMAN, M.G. (1986). Perspectives of the biology of halophytes in natural habitat in relation to forage production. *Reclamation and Revegetation Research* ; Elsevier sci. pub B.V. Amsterdam, 5, p. 227-243.
- KIM, J & LUMARET, J.P. (1981). Ecologie de *Psammodytes porricollis* (Col. Aphodiidae), insecte sabulicole des dunes littorales du golfe du Lion. *Annls. — Soc. Entomol. Fr., (N.S.)*, 17, (4), p. 449-462.
- LONG, G. (1974). Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire (principes généraux et

- méthodes). T.1 .Masson et Cie éditeurs, Paris p. 7.24.
- McKELL, M. (1986). Propagation and establishment of plants on aride saline land. *Reclamation and Revegetation research*. 5., Elsevier, Amsterdam, p. 363-375.
- NEGRE, R. (1960). Les associations végétales du lac Zima. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, Rabat, 40 -16.
- PASKOFF, R. (1989). Les dunes du littoral. La Recherche, 212 (Juillet —Août), p. 883-895.
- PIERRE, F. (1958). Ecologie et peuplement entomologique des sables vifs du Nord occidental. C.N.R.S. Série biologique, n°1, p. 332.
- ROUX, M. (1983). Programme d'analyse des données multidimensionnelles. DATAVISION. CEPE/ CNRS Montpellier France.

*Manuscrit reçu le 13 mars 1998*

#### **Adresses des auteurs**

Laboratoire d'Amélioration et de Production  
Végétales Université Mohamed Premier Faculté  
des Sciences  
Département de Biologie B.P 724  
60.000 Oujda  
Maroc