

Mag. Bio - 24 / 02

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur & de la Recherche Scientifique  
Institut National de l'Enseignement Supérieur de Biologie  
Université de Tlemcen

**THESE**

Pour l'obtention du Diplôme de Magister en Sciences Biologiques

Option: Eco-biologie Végétale

Inscrip: 6986  
Date: 30/04/2013  
Comm:

**Thème**

**Contribution à l'étude de l'Oyat [*Ammophila arenaria* (L.) Link.]  
Approche écologique. Germination des caryopses, croissance des feuilles, anatomie,  
histochimie et évolution du tissu fibreux foliaires.**

Présentée par: Fatima Zohra  
BENDIMERED née MOURI

Le ..... /1../1997

Devant la commission d'examen:



**Jury:**

- M<sup>r</sup> BENABADJI. B (Maître de Conférences INES Biologie Tlemcen) Président
- M<sup>r</sup> BOUAZZA M. (Maître de Conférences INES Biologie Tlemcen) Examineur
- M<sup>r</sup> LETREUCH. B.N. (Maître de Conférences INES Biologie Tlemcen) Examineur
- M<sup>me</sup> HARCHE-KAID. M. (Professeur USTO) Promoteur
- M<sup>r</sup> BENABDELLI. K. (Chargé de cours INES Biologie S.B.A) Co-encadreur

A :

*Ma mère*

*Mon père*

*Mon mari et mon fils*

*Mes soeurs et mon frère*

*Mes nièces et mon neveu*

*Toute ma famille et ma belle famille.*



## REMERCIEMENTS

*Au terme de ce travail, le bout d'un chemin qui n'était pas évident, j'adresse une pensée particulière au regretté Monsieur le Professeur DJEBAILI S., qui m'a orientée vers la recherche sur les écosystèmes dunaires côtiers qui m'étaient assez étrangers au départ.*

*J'exprime ma grande reconnaissance à Madame le Professeur HARCHE-KAID M. qui, malgré ses nombreuses occupations, a accepté de suivre le déroulement de ce travail, c'est dans son laboratoire en côtoyant son équipe, que j'ai acquis un certain esprit de recherche. Qu'elle soit assurée de ma haute gratitude.*

*Je remercie Monsieur BENABDELI K., chargé de cours d'écologie à l'université de S.B.A qui a bien voulu effectuer la lecture et la correction de la partie écologique.*

*J'adresse mes remerciements à M<sup>re</sup> BENABADJI qui a bien voulu se charger de présider le jury. Je remercie également M<sup>re</sup> BOUAZZA et M<sup>re</sup> LETREUCH qui ont accepté de faire partie de ce jury.*

*Mes remerciements s'adressent à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail, je cite en particulier :*

- Le personnel des laboratoires de l'INES de biologie de Sidi Bel Abbès,*
- L'ensemble du personnel technique et pédagogique des laboratoires de cytologie et ultrastructure végétales de l'université d'Oran où j'ai effectué des séances d'initiation aux techniques histologiques et histochimiques.*
- Les responsables du service des archives de l'ONM d'Oran.*
- Le personnel des laboratoires d'écologie et de pédologie et celui de la bibliothèque de l'université de Tlemcen. Qu'il soient tous remerciés pour leur collaboration et leur disponibilité.*

*Je ne saurai exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes de ma famille, pour leur patience, leur compréhension, leur soutien et leurs encouragements pendant les moments les plus durs ; sans eux, je n'aurais jamais pu mener à terme ce travail.*

*Je remercie également mon oncle, pour son aide, ma cousine et mon cousin qui ont collaboré patiemment à la réalisation de la frappe et des graphes de ce manuscrit.*

*J'adresse, par la même occasion une pensée affectueuse à toutes mes amies dont les encouragements et l'enthousiasme m'ont souvent aidée.*

## **ABREVIATIONS :**

### **Partie écologique :**

St1: 1<sup>ère</sup> station (dune de Bomo-plage)

St2: 2<sup>e</sup> station (dune d'Etoile-plage)

R<sub>1</sub>: Relevé relatif aux touffes d'oyat effectué au printemps 1990 au milieu de la dune de Bomo-plage (station 1)

R<sub>2</sub>: Relevé relatif aux touffes d'oyat effectué en été 1990 au milieu de la dune de Bomo-plage (station 1)

B<sub>1</sub> (M<sub>1</sub>, S<sub>1</sub>) : Relevé floristique au bas de la dune (milieu, sommet) de la station 1 en hiver 1990.

B<sub>2</sub> (M<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>) : Relevé floristique au bas de la dune (milieu, sommet) de la station 1 au printemps 1991.

B<sub>3</sub> (M<sub>3</sub>, S<sub>3</sub>) : Relevé floristique au bas de la dune (milieu, sommet) de la Station 1 en hiver 1991.

B<sub>4</sub> (M<sub>4</sub>, S<sub>4</sub>) : Relevé floristique au bas de la dune (milieu, sommet) de la station 2 au printemps 1992.

B<sub>5</sub> (M<sub>5</sub>, S<sub>5</sub>) : Relevé floristique au bas de la dune (milieu, sommet) de la station 1 en automne 1992.

B<sub>6</sub> (M<sub>6</sub>, S<sub>6</sub>) : Relevé floristique au bas de la dune (milieu, sommet) de la station 1 au printemps 1993.

H : hiver ; P: printemps ; A : automne ; E : été

W : Ouest; N : Nord; S: Sud; E: Est.

SG : Sable grossier

SF : Sable fin

L : Limon - A : Argile

CaCO<sub>3</sub> : Calcaire

Co : Carbone organique

M.O. : Matière organique

### **Partie Anatomique , Histochimique :**

F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> ... : Feuilles d'ordre 1,2 ...

A.P.S. : Acide périodique - Réactif de Schiff

FE : Fibres extrêmes (marginales)

FSEi(s) : Fibres sous-épidermiques inférieures (supérieures)

FAi(s) : Fibres axiales inférieures (supérieures)

FL : Fibres latérales

G.P.F. : Gaine périfasciculaire

PI : Paroi primaire

PII : Paroi secondaire

Ei(s) : Epiderme inférieur (supérieur)

Polys.: polysaccharides

Cell. : cellulose

Lign. : lignine

Comp.pect.: Composés pectiques

### **Remarque :**

Les figures A à D, et les Tableaux de A à I se trouvent dans la partie Annexes.

## SOMMAIRE

Pages

<b><u>INTRODUCTION</u></b> .....	<b>1</b>
----------------------------------	----------

### **PARTIE 1 - PRESENTATION, HISTORIQUE ET CLASSIFICATION DE L'OYAT**

1- Présentation et description botanique de l'espèce .....	2
1-1- Généralités sur le genre <i>Ammophila</i> .....	2
1-2- Description de l'espèce .....	3
2 - Importance de cette espèce dans la lutte contre l'ensablement des zones littorales...	5
3- Sa répartition dans le monde.....	6
4- Sa répartition en Algérie .....	7

### **PARTIE 2 - APPROCHE ECOLOGIQUE ET COMPORTEMENT DE L'OYAT DANS LES BIOTOPES DUNAIRES DE BOMO-PLAGE ET ETOILE-PLAGE, DU CORDON DE CAP FALCON**

#### **CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude et caractérisation des principaux facteurs écologiques**

I-1- Choix des stations d'étude .....	8
I-1-1. Objectif .....	8
I-1-2. Méthodologie .....	9
I-2- Caractéristiques écologiques régionales et stationnelles .....	9
I-2-1. Localisation géographique et administrative .....	9
I-2-2. Géologie, géomorphologie, hydrographie .....	9
1- Géologie .....	9
2- Géomorphologie .....	11
3- Hydrographie .....	11
4- Dynamique et évolution du complexe dunaire .....	12
I-2-3. Climat et synthèse climatique .....	12
Introduction .....	12
1- Climat régional (Généralités) .....	13
2- Climat local .....	14
3- Synthèse climatique .....	17
4- Conclusion.....	21
I-2-4. La végétation .....	21
Introduction .....	21
1- La végétation dunaire littorale (Généralités) .....	22
2- La végétation des dunes du littoral Algérien .....	23
3- La végétation des dunes du Cap Falcon .....	24
4- Conclusion .....	25
I-2-5. L'impact humain.....	26
I-3- Conclusion .....	26

## **CHAPITRE II : Méthodologie**

**Pages**

II-1- Etude floristique .....	27
II-2- Etude du comportement de l'oyat dans les sites choisis .....	29
II-3- Etude pédologique .....	29

## **CHAPITRE III : Etude floristique accompagnant l'oyat dans les deux dunes du Cap Falcon durant les quatres saisons d'observation, pédologie et comportement de l'espèce**

III-1- Résultats	
III-1-1. Dune de Bomo-plage .....	30
1- Composition floristique .....	30
2- Comportement .....	38
III-1-2. Dune d'Etoile-plage .....	40
1- Composition floristique .....	40
2- Comportement .....	45
III-1-3. Etude pédologique .....	45
III-2- Discussion .....	47
III-3- Conclusion .....	52

## **PARTIE 3 : ETUDE EXPERIMENTALE DE LA GERMINATION DES CARYOPSES, SUIVI DE LA CROISSANCE DES FEUILLES, EVOLUTION DU TISSU FIBREUX, ANATOMIE ET HISTOCHIMIE FOLIAIRES**

### **CHAPITRE IV : Matériel et méthodes**

IV-1- Matériel végétal .....	53
IV-1-1. Caryopses .....	53
IV-1-2. Echantillons de feuilles .....	54
IV-2- Méthodes .....	54
IV-2-1. Recherche des conditions optimales de température pour la germination des caryopses .....	54
IV-2-2. Influence des températures extrêmes sur la viabilité des caryopses.....	54
IV-2-3. Suivi de la croissance des feuilles .....	54
IV-2-4. Obtention de coupes anatomiques .....	56
IV-2-5. Mise en évidence de la nature chimique des composants pariétaux foliaires .....	56
1- La cellulose .....	56
2- Les polysaccharides.....	57
3- Les composés pectiques .....	57
4- La lignine.....	57
5- Extraction ménagée des composés pariétaux foliaires .....	58
IV-2-6. Dissociation des fibres.....	59

## **CHAPITRE V : Germination et croissance foliaire**

**Pages**

V-1- Résultats	
V-1-1. Influence de la température sur la germination des caryopses .....	60
V-1-2. Effet des températures extrêmes sur la viabilité des caryopses .....	61
V-1-3. Observations de la morphologie des caryopses au cours de la germination et des premiers stades de la croissance .....	64
V-1-4. Suivi des premiers stades de la croissance des feuilles .....	64
V-2-Discussion .....	69
V-2-1. Germination .....	69
V-2-2. Croissance .....	71
V-3- Conclusion .....	73

## **CHAPITRE VI : Mise en place et évolution du tissu fibreux au cours de la croissance foliaire**

VI-1- Résultats	
VI-1-1. Evolution du tissu fibreux .....	74
VI-1-2. Morphologie et statistiques des fibres .....	78
VI-2- Discussion .....	78
VI-3- Conclusion .....	80

## **CHAPITRE VII : Anatomie et histochimie des tissus foliaires**

VII-1- Résultats	
VII-1-1. Observations anatomiques .....	81
VII-1-2. Histochimie pariétale .....	84
VII-2- Discussions.....	90
VII-2-1. Etude anatomique.....	90
VII-2-2. Etude histochimique.....	93
VII-3- Conclusion .....	96

## **CONCLUSION GENERALE ET PROBLEMES POSES** ..... 97 |

## **BIBLIOGRAPHIE**..... 99 |

**ANNEXES** : Cartes - Graphes - Schémas - Tableaux - Planches.

## INTRODUCTION

Cette étude concerne une espèce méconnue dans notre pays mais si bien représentée dans le littoral oranais et qui joue un rôle dans la stabilisation des dunes côtières : il s'agit de l'oyat (*Ammophila arenaria*). Les recherches bibliographiques ont permis de se rendre compte de l'importance écologique de cette plante et de son rôle dans la fixation des espaces dunaires littoraux et lacustres dans une grande partie du monde .

Les écosystèmes dunaires côtiers ont une tendance à l'aridité, malgré la proximité de vastes étendues d'eau (mer, océan ou lac), causée par la nature granulaire de leurs sols dont la perméabilité est très élevée et provoque un fort lessivage des éléments nutritifs et de la matière organique ainsi qu'un drainage exagéré. Ces systèmes sont des facteurs naturels dynamiques d'une importance vitale (MAUN et BAYE, 1989), ils présentent deux rôles opposés, le premier comme barrière flexible s'opposant aux intempéries et à l'action des vagues et le second, une menace réelle et parfois irréversible pour les zones avoisinantes si leur entretien est abandonné.

Tous les auteurs s'intéressant à ce domaine, s'accordent à affirmer que l'oyat est de loin la plante la plus intéressante et la plus efficace dans l'initiation, l'édification et la stabilisation des dunes littorales. Elle influence donc, la géomorphologie, le développement des communautés végétales par un enrichissement faunistique et floristique et participe à la pédogenèse.

Son rôle est ainsi marqué par le système foliaire qui crée une surface dans laquelle la vitesse du vent est fortement réduite et permet une accumulation de sable, cette dernière provoque une croissance verticale que seule l'oyat peut réaliser dans de telles conditions. Par ailleurs, elle permet le développement d'associations mycorhiziennes et de bactéries fixatrices d'azote dans sa rhizosphère, et la fixation de grains de sable au niveau des racines (MAUN et BAYE, 1989).

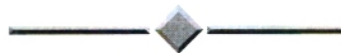
Intéressée par la grande importance écologique de l'oyat, et poussée par le manque de recherches dans notre pays concernant son écologie, sa biologie et son anatomie, nous avons entrepris, malgré les nombreuses contraintes matérielles, une étude globale sur les exigences écologiques et son comportement dans deux dunes du cordon de Cap Falcon, ce complexe dunaire a montré, ces dernières années, un développement spectaculaire menaçant jusqu'à nos jours les zones voisines à savoir, les voies de communication, les terrains agricoles, les habitations. Malgré l'extension de l'urbanisation dans la région, les vastes étendues de sable progressent et doivent être maîtrisées et stabilisées, ainsi dans la même optique nous avons essayé de cerner les conditions de température pour la germination des caryopses ainsi que la dynamique foliaire afin de pouvoir, à l'avenir, exploiter au mieux cette espèce puisqu'elle se développe naturellement dans de telles espaces.

Dans un second temps, l'étude de l'anatomie et l'histochimie pariétale foliaires a été suivie ainsi que l'évolution du tissu fibreux en comparaison avec les autres graminées vivaces steppiques.



- PARTIE 1 -

PRESENTATION, HISTORIQUE ET CLASSIFICATION DE  
L'OYAT [*AMMOPHILA ARENARIA* (L). LINK.]



## **1- PRESENTATION ET DESCRIPTION BOTANIQUE DE LA PLANTE :**

### **1-1- Généralités sur le genre *Ammophila* :**

Le genre *Ammophila* appartient à la famille des Graminées et à la tribu des Agrostidae (BATTANDIER et TRABUT, 1902). Etymologiquement le nom de ce genre traduit l'affinité stricte de ces plantes pour les sables. Ce genre occupe une part appréciable dans la littérature scientifique des côtes du monde entier depuis le début du siècle. Ainsi, il a fait l'objet de nombreuses descriptions (BATTANDIER et TRABUT, 1902 ; l'Abbé COSTE, 1937 ; MAIRE, 1953 ; QUEZEL et SANTA, 1962 ; FOURNIER, 1977) et d'études se rapportant à son écologie et son écophysologie (s'agissant surtout de *A. arenaria*, *A. littoralis* et *A. breviligulata*), nous citerons particulièrement : MAUN (1981), ALCARAZ (1982), AIME *et al* (1983), DOING (1981-1985), MAUN et LAPIERRE (1984), PAVLIK (1983, 1984 et 1985), LECLERC (1985), GRAY (1985), PAGE *et al* (1985), GRATINI (1987), MAUN *et al* (1989), AIME (1991).

Ce genre a fait aussi l'objet d'études anatomiques et physiologiques : DUVAL-JOUVE (1875), PEE LABY (1898), PURER (1942), GENEVES (1962), HUISKES (1977 *in* LECLERC, 1985), WILLIS (1965), quelques uns d'entre eux ont donné la description anatomique et histologique de la feuille et quelques données sur celles de la racine.

Le genre *Ammophila* regroupe des plantes robustes à rhizome squameux, rampant, à croissance rapide, et à feuilles longues involutées (MAIRE, 1953). La panicule est dense et spiciforme. Les épillets uniflores sont comprimés latéralement et à rachéole se désarticulant au dessus des glumes et formant un callus poilu au sommet, au dessous de la lemme.

Les glumes sont subégales, l'inférieure est uninerviée, la supérieure 3- nerviée, à paléole subégale. La rachéole est prolongée au delà de la fleur en une baguette villose. Le caryopse est subcylindrique, libre, comprimé latéralement et sillonné (MAIRE, 1953).

L'espèce-type est selon le même auteur : *Ammophila arundinaceae* host. équivalente à *Ammophila arenaria* (L). Link.

MAUN et BAYE (1989) précisent que le genre *Ammophila* est représenté par deux espèces : *Ammophila breviligulata* Fern. de l'Amérique du Nord appelée vulgairement l'herbe des plages Américaines et *Ammophila arenaria* (L) Link. d'Europe et citent également une troisième espèce : *Ammophila baltica* L. qui est un hybride entre *Ammophila arenaria* (L). Link, et *Calamagrostis epigeijos* L.

Ces mêmes auteurs indiquent que *Ammophila arenaria* était connue avant 1920 sous différents synonymes :

- *Arundo arenaria* linn.
  - *Ammophila arundinaceae* host.
  - *Psamma littoralis* Beauv.
  - *Calamagrostis arenaria* Roth.
  - *Phalaris maritima* Nutt.
- et - *Psamma arenaria* Roem et Sch. selon l'Abbé COSTE (1937).

En 1935, TRABUT dans son répertoire des noms indigènes des plantes de l'Afrique du Nord donne les noms communs de *Ammophila arenaria* : Gourbet , Seboth ( ), Neci ( ), Rechig ( ).

QUEZEL et SANTA (1962) précisent, pour leur part, que cette espèce est nommée communément l'oyat ou roseau des sables.

### **1-2- Description de l'espèce : *Ammophila arenaria* (L) Link :**

L'espèce *A. arenaria* est décrite selon l'abbé COSTE (1937), MAIRE (1953), FOURNIER (1977), et PAVLIK (1983) comme étant une « herbe » d'un vert franc plus ou moins glauque (Fig.1).

1- Le rhizome : le rhizome est enterré dans le sable, grêle, pouvant atteindre 5 m de long, il sert à la fixation du sable, rampant ou oblique, il peut régénérer une hiérarchie complexe de rhizomes-filles, d'autres peuvent provenir de courts entre-noeuds de rhizomes verticaux (MAUN, 1989) .

Le rhizome porte un bourgeon unique sur chaque noeud et peut donner des pousses aux chaumes florifères et des innovations stériles formant des touffes plus ou moins lâches.

2- Les feuilles : Les feuilles sont étroites, involutées, glabres et lisses et atteignent une longueur de 60 cm ; elles sont profondément sillonnées à côtes contenant un seul faisceau cribro-vasculaire. Elles sont densément pubescentes sur la face interne (MAIRE, 1953). Le sclérenchyme y est continu sur toute la face externe. Elles se terminent par une pointe piquante au sommet. A la base du limbe, la ligule est très longue et peut atteindre 2,5 cm, elle est étroite, bifide et un peu scabre.

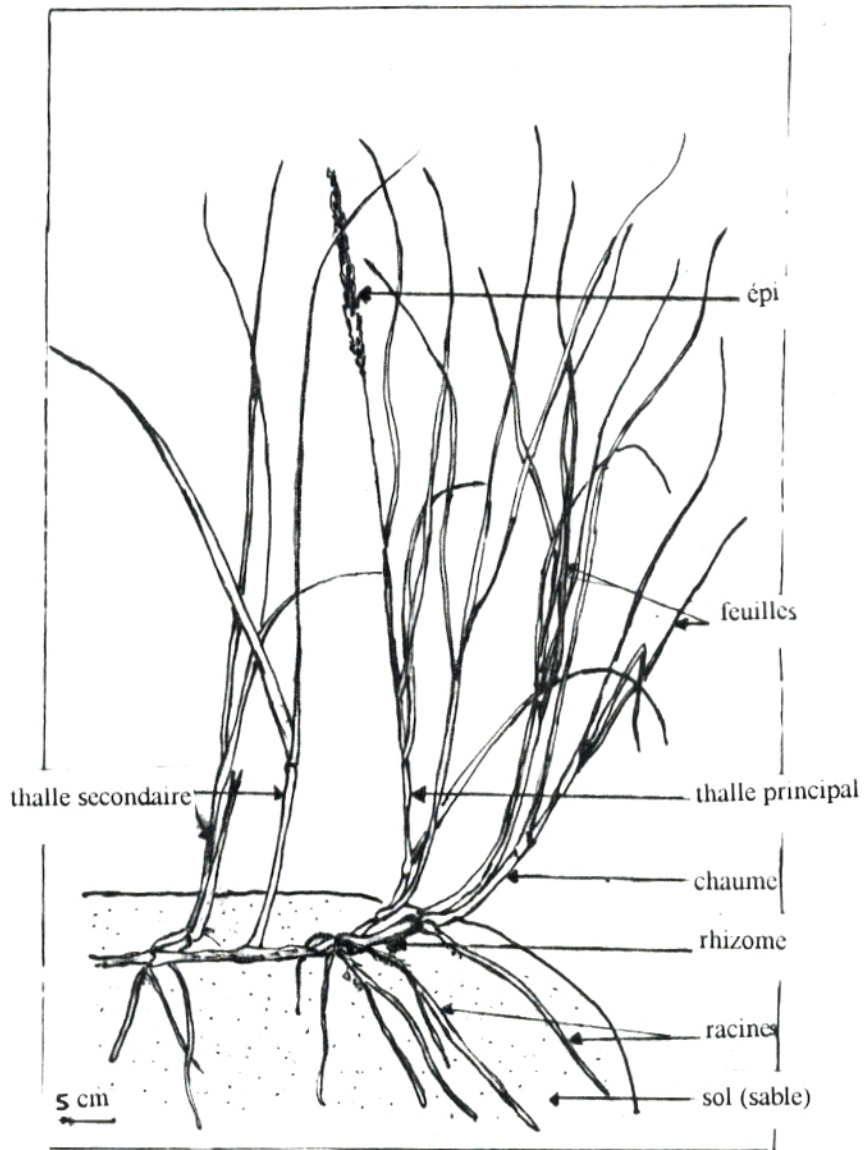
3- La tige : La tige est raide et dressée, elle appartient au type simple des Monotylédones (PURER, 1942), elle présente de petits espaces intercellulaires. La base de la tige est enveloppée par de nombreuses gaines striées larges et chevauchantes. Les touffes (chaumes et feuilles) dépassent parfois 1 mètre de hauteur.

4- Les racines : Elles sont courtes et fibreuses, selon le même auteur, et elles perdent facilement leur couche corticale externe, l'épiderme est formé de petites cellules. Le cortex est formé de cellules parenchymateuses qui occupent environ les 2/3 de la surface sur une coupe transversale. L'endoderme est composée de cellules à parois épaisses (PURER, 1942).

5- L'inflorescence : La panicule est dense et plus ou moins longuement articulée, elle est lancéolée cylindrique, fusiforme, lobée et peut atteindre une longueur de 30 cm et un diamètre de 2 cm environ (var. *arundinaceae* Host.) ce qui correspond à l'espèce étudiée. Les épillets sont longuement pédicellés, longs de 12 mm, comprimés par le côté, uniflores et portent des poils (callus) , (Abbé COSTE , 1937).

Les glumes sont papyracées, subcoriaces, lancéolées, glabres et lisses, de couleur jaune-paille, la glume inférieure est uni-nerviée, la supérieure tri-nerviée. Le lemme a une longueur d'environ 1 cm , 5-nervié, courtement bifide au sommet avec une arête courte, il est porté par un callus poilu. La paléole subégale, est scabre et bifide.

Les anthères sont au nombre de 3 ; le carpelle , mesure de 3 à 5 mm. L'ovaire est surmonté de deux styles apicaux et plumeux, à stigmates latéraux.



**Fig. 4** Représentation schématique d'une touffe d'oyat ( d'après LECLERC, 1985)

D'autre part, *Ammophila arenaria* a fait l'objet de quelques études caryologiques (LARIBI, 1983) qui indiquent que, c'est une espèce, dans la plupart des cas, tétraploïde avec  $2n = 28$  (ou  $n = 14$ ), le complexe chromosomique de base étant  $n = 7$  (MAIRE, 1953, LÖVE, 1961 in LARIBI, 1983 ; MAUN et al 1989).

Cette espèce est diploïde ou octaploïde sur les côtes atlantiques et baltiques alors que la forme tétraploïde est plus fréquente dans les régions méditerranéennes (LARIBI, 1983). L'espèce étudiée par LARIBI (1983) répond aux descriptions de la variété *arundinaceae* dans les dunes de la plage de Zéralda.

## **2 - IMPORTANCE DE L'OYAT DANS LA LUTTE CONTRE L'ENSABLEMENT DES ZONES LITTORALES :**

*A. arenaria*, ainsi que les autres espèces du même genre, est une espèce strictement psammophile (Ammos : sable, philos : ami), elle a une extension spontanée qui peut avoir été utilisée en plantations pour renforcer les systèmes dunaires (côtiers et lacustres) à l'intérieur même de son aire comme à l'extérieur de celui-ci (CORRE\*). C'est l'espèce la plus efficace dans les projets de fixation des dunes littorales (ZAFFRAN, 1960 ; AIME et al, 1983 ; CRAIG, 1985; CORRE\*)

Son utilisation dans la stabilisation et l'initiation des dunes côtières est possible grâce à sa grande adaptation aux conditions édaphiques par sa forte plasticité phénotypique traduites par les caractères suivants :

1/ Les plantules se multiplient facilement, leur transplantation est facile et leur croissance rapide concernant *A. breviligulata* (MAUN et BAYE, 1989).

2/ Les plantes répondent vigoureusement à un enfoncement important par l'accumulation de quantités appréciables de sable (MAUN et BAYE, 1989), et leur bonne vigueur est intimement liée à l'apport incessant de sable (MARSHAL, 1965 ; GEHU et al, 1985 ; PAGE et al, 1985). Cette stratégie adaptative à l'apport de sable est qualifiée d' "offensive" selon KÜHNHOLTZ LORDAT (1928 in LECLERC, 1985).

3/ La réponse à l'enfoncement se fait par une croissance rapide du rhizome au fur et à mesure que la dune monte .

4/ La souplesse et la perméabilité de son appareil aérien diminuent l'effet de déflation et provoquent l'accumulation de sable (AIME et al, 1983) : c'est un rôle édificateur, et prépare ainsi à l'installation d'autres espèces plus sensibles au mouvement incessant de sable.

5/ Elle possède un système racinaire plus ou moins dense qui peut fixer les grains de sable au niveau de la couche externe des racines.

6/ Du point de vue structure des feuilles, l'oyat présente quelques caractères qui concourent à réduire au maximum les déperditions hydriques par évaporation et lui permettent ainsi à résister aux conditions de xéricité imposées par le climat (vent, sécheresse) et par le substrat lui même.

---

(\*) : Communication personnelle.

Ces caractères sont :

- Un sclérenchyme bien développé.
- La présence d'un tissu bulliforme qui favorise l'enroulement de la feuille.
- La face inférieure de la feuille est couverte d'une épaisse cuticule et la face supérieure est tapissée par une forte pillosité.
- Le nombre de stomates est très réduit et se trouvent sur la face supérieure seulement. (voir Partie 3).

Sur les côtes ouest du territoire Algérien, *Ammophila arenaria* est utilisée depuis longtemps dans la stabilisation des dunes. Par exemple les dunes de Cap Falcon, suite à un projet de fixation des dunes prévu par les services de foresterie de la wilaya d'Oran, s'appuyant sur les nombreux travaux réalisés par S. AIME et ses collaborateurs qui ont préconisé cette espèce en premier plan avec *Retama monosperma* ssp *bovei* en second plan. L'oyat est plantée en première ligne, sur les crêtes les plus exposées au vent là où d'autres espèces ne résistent pas, puis une fois la dune plus ou moins stabilisée, le retam peut s'installer vigoureusement car l'oyat diminue de vigueur au fur et à mesure que le milieu (dune) se stabilise (AIME et al, 1983) ce qui constitue le principal inconvénient que présente cette espèce.

Jusque là, l'établissement de cette espèce à partir de semis reste délicat et le taux de réussite à partir de semis "à la volée" est très faible (naturellement ou artificiellement), (LECLERC, 1985 ; MAUN , 1989; MAACHI, 1989 ) .

Tandis que la meilleure méthode, comme le confirment MAUN et BAYE (1989), semble être l'établissement à partir de boutures d'éclats et de portions de rhizomes (importance de la multiplication végétative), technique utilisée surtout chez *A. breviligulata*.

### **3- REPARTITION GEOGRAPHIQUE DE L'OYAT DANS LE MONDE :**

La présence de l'oyat fut signalée dès la fin du siècle dernier, dans les espaces dunaires des côtes maritimes et lacustres en tant qu'indigène pionnière ou introduite.

*Ammophila arenaria* (L) Link, est considérée comme circumboréale (CORRE\* ; QUEZEL et SANTA, 1962 ; FOURNIER, 1977) jusqu' à 62° N en Norvège (CORRE \*).

MAIRE en 1953, distingue, dans son encyclopédie biologique, deux variétés : la variété « *genuina* » Briq. présente, selon le même auteur, sur les côtes atlantiques de l'Europe et les pays Baltiques (alors que CORRE\* cite la variété « *arenaria* » dans les mêmes régions), et la variété « *arundinaceae* » (Host.) Lindl. , d'extension méditerranéenne; alors que TUTIN (1980 in LARIBI, 1983) élève ces deux variétés au rang de sous-espèces.

Cette espèce est signalée dans toutes les côtes autour du bassin méditerranéen (France, Espagne, Portugal, Italie, Grèce, Turquie, Lybie, Egypte, Palestine), ainsi que dans les côtes des zones tropicales, des côtes Américaines (PAVLIK, 1982 ; MAUN et BAYE, 1989) en Amérique Boréale (Abbé COSTE, 1937 ; MAIRE, 1953 ; CORRE\*).

---

(\*) : Communication personnelle.

Ammophila disparaît, et est graduellement remplacée par Elymus, en Amérique du Nord et en Europe vers le Nord (DOING, 1985). En Afrique du Nord, elle est commune sur le littoral de l'Algérie, du Maroc, y descend jusqu'à El Jaddida, le long du littoral Atlantique, en Tunisie jusqu'au sud de Sousse (CORRE\*). Le HOUEROU en 1957, décrit la variété "arundinaceae", en Tunisie dans la régions de Djerba, Gourine et entre Zarzis et Bengardane.

#### **4 - REPARTITION EN ALGERIE :**

Dès le début du siècle, ce taxum vivace est signalé sur les côtes Algériennes (BATTANDIER et TRABUT, 1902) , d'autres auteurs en signalent la présence tout le long du littoral (MAIRE, 1953, QUEZEL et SANTA, 1962) sans avoir pour autant, le moindre renseignement sur la superficie réelle couverte par l'oyat en Algérie.

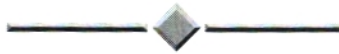
FAUREL et THOMAS (1968) le signalent le long des côtes constantinoises, ZAFFRAN (1960) et LARIBI (1983) dans l'Algérois, à Mostaganem par MEZIANI et BELGAT (1982), en Oranie littorale par ALCARAZ (1982, AIME et PENVEN (1982), KAYIRANGWA(1984), ELAFIFI (1986) et MAACHI (1989).

---

(\*) : Communication personnelle.

**- PARTIE 2 -**

**APPROCHE ECOLOGIQUE ET COMPORTEMENT DE L'OYAT  
DANS DEUX DUNES DU CORDON DE CAP FALCON**





## **CHAPITRE - I - PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET CARACTERISATION DES PRINCIPAUX FACTEURS ECOLOGIQUES :**

### **Introduction :**

Le groupement à *Ammophila arenaria* caractérise le processus de consolidation biologique des dunes (GRATINI, 1987 ; CORRE, 1987 ; GEHU *et al* 1987) et traduit un état d'évolution ou de dégradation du milieu (AIME *et al* 1982), ou en cours de cicatrisation (CORRE, 1987). Ainsi, les premiers monticules de sable constitués en arrière-plage par l'action des vents (pouvant être alimentés par la déflation des dunes avoisinantes), peuvent constituer les premiers habitats potentiels de l'oyat.

Les crêtes élevées et massives, les versants exposés aux vents et les versants qui subissent une forte accumulation de sable (sommets et pentes des dunes) sont également occupés par cette espèce. Le choix de la zone d'étude de l'oyat dans son milieu naturel a porté sur les dunes de Cap Falcon, où elle présente un développement et une vigueur variables. Pour de nombreuses difficultés techniques et pratiques, l'étude a été limitée dans le temps et dans l'espace, pour mener à terme et dans de bonnes conditions ce travail.

### **I- 1- Choix des stations d'étude :**

Les stations sont choisies (carte 1) sur la base d'informations tirées d'une synthèse bibliographique relative à la répartition de l'oyat dans le complexe dunaire du Cap Falcon et la cartographie de ces dunes établie par AIME (1982, 1983) d'une part et par MAACHI (1989) d'autre part, lors d'une étude menée par un groupe de chercheurs dans le but de protéger et d'aménager ces sites instables, justifient le choix de cette zone ; les différentes cartes ramenées à la même échelle (cartes A, B, C, et D) sont superposées. Les différentes cartes représentent respectivement : la surface des dunes vives, les expositions, la sensibilité à l'érosion, les formations végétales.

Les deux stations retenues appartiennent au même cordon dunaire, de Cap Falcon, à deux séries différentes de dunes : la première, à la série II, la seconde à la série I (carte A), les deux plus grandes formations dunaires de la zone Ouest et Sud-Ouest de ce cordon.

Ces deux sites sont sensibles à l'érosion et présentent la même exposition (Ouest).

La première se trouve sur les dunes de Bomo-plage (Planche 1-A) ; la seconde sur celles d'Etoile plage (Planche 1-B).

#### **I- 1- 1. Objectif :**

Le but de cette étude se résume à la mise en évidence des éléments écologiques stationnels (ou régionaux) à savoir la géologie, la géomorphologie, la pédologie, le climat, l'impact humain et la composition floristique qui gouvernent la présence de l'oyat ; son comportement dans son aire naturelle et les facteurs du milieu susceptibles d'influencer sa dynamique dans les deux stations choisies, prises comme exemple (référence) seront également abordés. Dans la première station la diversité floristique est évidente avec une abondance variable de l'oyat (selon l'altitude), tandis que dans la seconde station, cette diversité est moins marquée. Des échantillons de feuilles, des épis sont prélevés de touffes de la première station, pour l'étude anatomique histo-chimique de

la feuille et pour tester l'impact du facteur thermique sur la germination des caryopses ainsi que le suivi des premiers stades de la croissance des feuilles.

### I- 1- 2. Méthodologie :

La méthodologie suivie est détaillée dans le chapitre II .

## I- 2- Caractéristiques écologiques régionales et stationnelles :

### I- 2- 1. Localisation géographique des stations :

Les deux stations d'étude appartiennent au complexe dunaire du Cap Falcon qui s'étale de Aïn-El-Turk à l'Est, à Bou Sfer plage au SW , sur une douzaine de Km de distance et entre le village de Cap- Falcon au Nord et Bou-Sfer village au Sud. Elles se trouvent entre la Madrague au Nord et Bou-Sfer plage au SW, à une trentaine de Km à l'Ouest d'Oran.

L'ensemble dunaire de ce complexe a une altitude de 25 à 120 m (ALCARAZ, 1982). Il est limité au Nord, à l'Ouest et à l'Est par la mer Méditerranée (carte 1), au Sud par la zone militaire d'Ain-El-Turk et au SE par les limites administratives de la daïra d'Ain-El-Turk. Ce complexe est entrecoupé par de vastes terrains agricoles au Sud.

Cette région relève de la wilaya d'Oran et se situe dans la daïra d'Aïn-El-Turk et dans la commune de Bou-Sfer.

**a- Station 1** : se situe sur les dunes de Bomo-plage qui couvrent une superficie d'environ 66 ha et se trouvent à une cinquantaine de mètres au S-E de la plage de Bomo, (Carte A).

**b- Station 2** : Dune d'Etoile-plage, se trouvant à environ 1,5 km au Sud-Ouest de la première localité et au S-E de la plage "Etoile", ayant une superficie d'environ 40 ha, (Carte A).

### I- 2- 2. Géologie, géomorphologie, hydrographie de la région :

Du point de vue orographique, le littoral oranais appartient au domaine des chaînes calcaires littorales (Sahels oranais ) défini par QUEZEL (1957) qui correspond aux massifs métamorphiques et à leur couverture sédimentaire.

Le cordon dunaire du littoral, à l'Ouest d'Oran, occupe la partie septentrionale et orientale de l'unité topographique déterminée par la plaine formée par Bou-Sfer-village / Aïn-El-Turk / les Andalouses, un vaste triangle adossé au versant septentrional des djebels Murdjadjo et Santon au Sud.

#### 1. Géologie (Carte 6) :

La zone des dunes se distingue par une topographie monotone mamelonnée, correspondant à une cuvette plioquaternaire inclinée vers la mer. Cette cuvette a l'allure d'un véritable synclinal à remplissage quaternaire, elle est constituée essentiellement de grès lumachelliques pliocènes (HAMIDI, 1989).

C'est un graben où se sont accumulées des formations marneuses miocènes, des ensembles gréseux du pliocène et enfin des sables et des grès dunaires qui s'étalent du quaternaire ancien à l'actuel. L'holocène y est caractérisé par les dunes vives et fixées et par les sables de plage. Leur extension est grande sur la façade NW de la plaine entre Bou-Sfer et la Madrague.

Ce graben est situé entre le petit horst du Cap Falcon (75m d'altitude) et ceux de Santon et du Murdjadjo au Sud (REMAOUN, 1981).



Une coupe géologique établie par HAMIDI (1989) au niveau des dunes de Bomo-plage (station 1), illustre la disposition des différentes dunes : à la base affleurent les grès dunaires à stratification entrecroisée surmontés par un mince niveau sableux. Au dessus du premier plan, c'est la dune fixée ou en cours de fixation qui surmonte le niveau sableux. A l'arrière plan, un ensemble de dunes vives blanches est visible sur une grande étendue.

### 2. Géomorphologie et caractéristiques édaphiques :

L'édification de la dune dépend des apports et des retraits de sable par la mer et leur remaniement par le vent. Ce sont des formations éoliennes sur le Cap Falcon, REMAOUN (1981) distingue quatre générations dunaires anciennes, les plus récentes sont grésifiées.

Leur direction générale est SW-NE dans la région des Andalouses - Bou Sfer plage, et devient Nord-Sud au niveau de la localité d'Aïn-El-Turk ( influence du Djebel Santon qui fait écran et élève les vents venant du SE).

Nos stations d'étude appartiennent aux dunes vives et semi-fixées récentes dont la forme est parabolique et la progression à l'intérieur se fait vers l'Ouest et vers l'Est, (REMAOUN, 1981). Ces dunes sont constituées par des dunes encroûtées (dalle grise) surmontées par une épaisse série de sables dont une partie est faiblement pédogénisée en surface. La dynamique récente et actuelle a remobilisé les sables qui, libérés, alimentent les dunes vives (AIME, 1982).

Leur sable est souvent de couleur jaune, et présente des dimensions de 0,25 à 0,30mm, ce qui indique un dépôt marin littoral où le façonnement éolien est important (HAMIDI, 1989).

Les sols sableux formant les dunes de cette région ont les caractéristiques suivantes :

- Le taux de sable grossier varie de 45 à 50% , il est sec selon ALCARAZ (1982), celui de l'argile de 0,68 à 2,48% et le limon de 0,40 à 0,57%.
- Le taux d'humus est très faible traduisant une fertilité médiocre.
- Un taux assez élevé de calcaire (restes de coquilles venant de la mer)
- Le pH de la solution de ce sol est basique.
- Le taux d'azote est important dans la rhizosphère.
- Le sol présente une structure particulière à forte perméabilité et une capacité d'infiltration très élevée, une aération importante et une faible évaporation (en raison de la remontée capillaire) ; le point de flétrissement y est atteint très rapidement car le réchauffement est rapide: sa surface présente un fort pouvoir de réflexion de la lumière (l'albédo y est important) et de la chaleur. Ces différents caractères favorisent le bon développement des racines des espèces qui sont adaptées à ce type de sol (psammophytes).

### 3. Hydrographie :

Le massif dunaire du littoral est drainé par deux oueds de faible longueur, à l'Ouest : l'oued Ouedit, exoréique, il descend du Murdjadjo et forme une large boucle avant de se jeter

dans la mer; à l'Est : l'oued El Bachir, endoréique, qui prend lui aussi sa source du Djebel Murdjadjo puis il vient butter au nord contre les cordons dunaires, (REMAOUN , 1981).

Compte tenu des propriétés hydrodynamiques des sols dunaires, il a été possible d'évaluer potentiellement la réserve dynamique en eau des nappes dunaires (entre Bou-Sfer plage et le Pain de Sucre), elle est de  $10,1.10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ , soit un débit total de  $147,6.10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  dans toute la région : cette étude a été établie par HAMIDI (1989).

Quelques sources de très faible débit appartiennent à des niveaux aquifères superficiels locaux au pied des dunes vives (HAMIDI, 1989).

#### 4. Dynamique et évolution du complexe dunaire en relation avec l'activité biologique :

La déflation des flancs exposés au vent peut provoquer une dissymétrie des cordons dunaires et par endroit une mise à nu des encroûtements, il en résulte un déplacement latéral de 15 à 20 m en 20 ans (AIME, 1982), ainsi l'évolution de la pédogénèse est gênée et perturbée.

La présence de l'oyat sur les surfaces vives qui sont le siège d'une dynamique d'accumulation modérée, favorise la formation de dunes régulières et permet l'installation de nouvelles espèces menant à l'enrichissement et à la stabilisation du milieu.

Les sables vifs sont prépondérants à l'Est et au Sud du complexe dunaire, la progression y est très rapide (AIME, 1982).

En 20 ans, cette progression varie d'une quinzaine de mètres sur le flanc Nord-Est du complexe à une cinquantaine de mètres au Sud et 150 mètres vers l'Est. Elle provoque l'enfouissement de la végétation arborescente limitrophe ainsi que quelques cultures.

La superficie du complexe dunaire du Cap Falcon était, selon AIME (1982) de 74,3 ha en 1982 et a vu sa superficie s'accroître de 75 % en 20 ans, en 1989 elle atteint 166,22 ha (MAACHI, 1989). Parallèlement, la végétation arborescente est soumise à une régression importante depuis 1962 à 1982 (AIME, 1982), son recul est de 31,4 % par enfouissement total. Seuls 28,1% de la végétation en place sont restés stables, alors que 52,2% sont en voie de déchaussement.

#### I- 2- 3. Climat et synthèse climatique :

##### **Introduction:**

La caractérisation des paramètres climatiques est faite sur la base de données météorologiques de deux stations : celles de Cap Falcon et d'Oran Es-Senia, cette dernière est relativement éloignée de nos localités mais quelques paramètres peuvent être pris en considération tels que : le vent, l'insolation. Ce choix est imposé par l'absence, la carence ou l'ancienneté des données dans les autres postes.

Le tableau qui suit (Tableau 1) résume les caractéristiques locales des stations météorologiques retenues:

Stations météo	Région	Longitude E	latitude N	Altitude (m)	Site	Paramètres mesurés	Période de fonctionnement	Distance % site d'étude	Observations
Cap Falcon	Littorale	00°47	35°46	75,0	Phare	P(mm)→ T°(C) → Humidité→ Evaporation Insolation	1913-1991 1960-1985 1974-1986 1974-1986 1974-1986	~ 4 Km	Calculs personnels : 1970-1985 Reste : HAMIDI, (1989)
Oran-Es-Senia	Semi-continentale	00°39 W	35°44	90	-	T°, P (mm) Evaporation Vent Insolation Humidite	1930-1985 1988-1993 1988-1993 1988-1993 1988-1993	~ 15 Km →	HAMIDI (1989) Calculs personnels

**Tableau 1: Caractéristiques des stations météorologiques retenues**

Toutes les données météorologiques sont fournies par l'ONM d'Oran (période, 1970-1985). Concernant la station de Cap Falcon, quelques valeurs sont tirées des résultats fournis par HAMIDI (1989) et REMAOUN (1993) pour la période antérieure à 1970.

### 1. Climat régional :

#### Généralités:

L'Oranie (région Ouest de l'Algérie) présente partout un climat méditerranéen où les précipitations sont de courte durée avec un premier maximum en automne et un second en hiver ou au printemps, et une sécheresse estivale (ALCARAZ, 1982).

La région relève, du point de vue bioclimatique, de l'étage semi-aride (REMAOUN *et al*, 1993) à l'exception de quelques sommets (Saïda, Tlemcen) qui appartiennent au sub-humide et quelques dépressions qui se rattachent à l'étage aride (LETREUCH, 1991).

Cette région connaît depuis une dizaine d'années, une sécheresse marquée ayant des effets très sensibles sur le milieu naturel (REMAOUN *et al*, 1993). Ces auteurs ont pu déterminer quatre périodes pluviométriques, sur 60 ou 30 ans, de plusieurs stations, continentales et de bord de mer qui sont :

- 1924-1934 : Période relativement humide.
- 1935-1945 : Période relativement sèche.
- 1946-1976 : Période humide.
- 1977-1990 : Période sèche.

La région littorale est largement ouverte aux influences marines qui se caractérisent par la modération du climat : l'hiver est doux et pratiquement sans gel (m varie, de 5 à 9,5 °C selon ALCARAZ (1982), l'été est relativement moins chaud et plus humide que celui de l'intérieur de la région oranais (ALCARAZ, 1982).

La brise marine et le sirocco, en raison de l'aridité estivale jouent un rôle prépondérant dans la répartition de la végétation en relation avec les nuances microclimatiques locales qui en résultent (ALCARAZ, 1982).

## 2. Climat local :

### a- La température :

La température conditionne l'activité biologique des plantes (transpiration, photosynthèse, germination, floraison), règle leur bilan hydrique et celui du sol et agit sur l'humidité relative de l'air. Le Tableau A présente les valeurs des températures moyennes mensuelles pour la période de 1960 à 1986 pour la station de Cap Falcon , l'écart  $\Delta M$  avoisine  $18^{\circ}\text{C}$  ce qui confirme le type littoral du climat stationnel (ALCARAZ, 1982); l'écart moyen mensuel est de l'ordre de  $5^{\circ}\text{C}$ , le maximum moyen au mois de Janvier est de  $13,62^{\circ}\text{C}$  pour la période de 1970 à 1986. L'amplitude thermique moyenne (M-m) est de l'ordre de  $11,13^{\circ}\text{C}$  pour la période 1970 à 1986 et  $11,06^{\circ}\text{C}$  pour la période 1960 à 1986, M et m étant , selon EMBERGER (1942 *in* ALCARAZ, 1982), les limites thermiques entre lesquelles se déroule la vie végétale , et l'amplitude thermique traduit l'intensité de l'évaporation. (M : c'est la moyenne des maximas du mois le plus chaud ; et m : la moyenne des minimas du mois le plus froid).

### b- Les précipitations :

La carte pluviométrique établie par CHAUMONT et PAQUIN (1971 *in* MAACHI, 1989) montre que la région de Cap Falcon appartient au secteur le plus sec de l'Oranie (Carte 3), avec une pluviométrie inférieure à 400 mm/an. Pour la période 1971-1986, la quantité annuelle enregistrée se situe entre 578,8 mm en 1971, valeur maximale et 133,2 mm en 1981, valeur minimale (Tableau B), le maximum de pluviométrie est noté au mois de Janvier ou Décembre, le minimum en Juillet. Pour la période s'étalant entre 1930 et 1985, la quantité la plus élevée est enregistrée en 1942 (plus de 550 mm) et la plus faible en 1945 (120mm) ( Fig. 1 ).

	Dec-Jan-Fev Hiver	Mar-Avr-Mai Printemps	Jun-Juil-Aou Eté	Sep- Oct-Nov Automne	Type
<b>Es Senia</b> P (mm)	135.33	122.65	9.45	91.59	H.P.A.E.
1 (%)	37.7	34.16	2.63	25.51	
<b>Cap Falcon</b> P (mm)	110.36	60.98	10.96	62.17	H.A.P.E.
2 (%)	45.1	24.9	4.5	25.4	
P (mm)	140.0	84.0	8.0	90.0	H.A.P.E.
3 (%)	43.5	26.1	2.5	27.9	

**Tableau 2 : Régime saisonnier des stations d'Es-Senia et de Cap Falcon**

P : Précipitations (mm)

1 : Période 1970 - 1993

2 : - 1971 - 1985

3 : - 1930 - 1985 (HAMIDI, 1989)

Pendant cette période, la distribution annuelle est très variable et la quantité de pluie enregistrée présente également une forte variabilité interannuelle pour une même station météorologique.

Nous pouvons noter une légère diminution de la quantité totale de précipitations, pour cette période, dans la station de Cap Falcon par rapport à la station d'Es-Senia (Fig. A et carte 3 ).

La valeur moyenne annuelle (cumulée) n'a pas une grande importance vis à vis de la vie des végétaux mais c'est la variation saisonnière qui a une influence sur la répartition et le comportement de la flore, car pour le végétal, l'eau utile est celle disponible durant son cycle de développement (DJEBAÏLI, 1984).

A partir du Tableau B d'une part et de la (Fig. 2) d'autre part on peut retenir que le minimum de précipitations (0,4 mm à Cap Falcon) coïncide avec la saison estivale (la probabilité d'un jour pluvieux est inférieure à  $10^{-1}$ ). Cette période coïncide en général avec l'arrêt de l'activité végétative. Le maximum enregistré à la saison hivernale est de 54,4 mm en Décembre pour la station de Cap Falcon et la probabilité d'un jour pluvieux est de 0,25 pour le même mois (Tableau C) et 110 à 140mm pour toute la saison (tableau 2 ), et ce qui détermine un régime saisonnier du type H.A.P.E. , tandis que la station d'Es-Senia connaît un type H.P.A.E.

A la suite d'une étude par la méthode des courbes isohyètes aux limites du massif dunaire, HAMIDI, en 1989, conclue que, pour la période 1930 à 1985, la lame d'eau moyenne tombée sur le massif dunaire serait de 415 mm et ce même auteur affirme, en comparant les moyennes et les variances, qu'il n'y a pas eu d'évolution climatique au niveau de la bande littorale durant cette période.

### c- Le vent :

L'action du vent est déterminante dans le milieu dunaire aussi bien du point de vue physique (évaporation, humidité, érosion, teneur en sels, etc), que du point de vue biotique (dessèchement du sol, augmentation de l'évapotranspiration des végétaux, leur enfouissement par les sables etc...). Il agit par son intensité et la durée de son action ainsi que par sa charge en humidité qui dépend de sa direction.

La rose des vents de la station de Cap Falcon et d'Es-Senia et accessoirement celle d'Oran est significative (Fig.B). Les vents du secteur Ouest sont les plus fréquents (Tableau D ) pour la station d'Es-Senia avec une force qui varie entre 10 m/s et 20 m/s et domine pendant la saison froide et humide et la saison printanière, pour la période (1988-1993). Les vents de secteur Ouest et NW sont chargés d'humidité marine dans la région dunaire, ceux du secteur SW sont dominants pendant la période estivale.

Quant à Cap Falcon, on y constate une dominance de la fréquence des vents de secteur W (Fig.B), et SW pendant l'hiver et N-NE pendant l'été avec une intensité souvent supérieure à 15 m/s. Pendant l'année, la direction dominante des vents est W, WSW et WNW ceci est reflété par la forme en drapeau des plantes sur les dunes; parfois , ils arrivent du NE et s'opposent aux vents chauds (Sirocco) venant du Sud (MAACHI, 1989). Le transport des particules sableuses se fait en



fonction de leur forme, de leurs dimensions, de l'intensité et de la vitesse du vent. Si elles sont rondes et petites leur transport est plus faible et leur dépôt se fait sur de longues distances à l'origine de mouvements sableux importants.

#### d- L'évaporation :

C'est un paramètre climatique à ne pas négliger vu que nos stations se trouvent à proximité de la mer et sont soumises directement à l'action du vent qui provoque par son intensité le dessèchement des sols et une évaporation importante (BENABADJI, 1991 *in* BENNAI, 1993) et éliminent en partie l'humidité (SELTZER, 1946 *in* BENNAI, 1993).

Le Tableau E présente les valeurs moyennes mensuelles de l'évaporation pour la station de Cap Falcon pendant la période 1970 à 1986, le Tableau G, présente les valeurs du même paramètre pour la station d'Oran Es-Senia pendant la période 1988 à 1993 (les données sont manquantes pour cette période dans la station de Cap Falcon).

Les valeurs de l'évaporation varient de 60 mm à 80 mm en moyenne pendant l'année pour la période de 1970 à 1986 pour la station de Cap Falcon, la variation annuelle est relativement faible; la différence entre les valeurs moyennes annuelles de la station d'Es-Senia est plus marquée et on constate que le maximum coïncide avec la saison estivale sèche et chaude (194,88 mm en Juillet, 197,46 mm en Août) et le minimum avec la saison humide et froide (67,36) en Décembre, et 58,78mm en Janvier, Tableau G). Les caractéristiques particulières des sols dunaires limitent l'évaporation.

#### e- L'humidité :

L'humidité relative est particulièrement élevée sur le littoral oranais, elle est toujours supérieure à 60 %, dans la station de Cap Falcon (Tableau F) elle varie peu durant l'année et présente une moyenne annuelle de 82,40 % pour une période de 12 ans (1974 à 1986).

Les écarts journaliers (7h, 13h et 18h) sont également faibles même en été, la valeur de l'humidité reste voisine de 80%. Pour la station de Es-Senia (Tableau H ), nous assistons à une faible fluctuation de la valeur de l'humidité relative pendant l'année : elle varie de 62 % au mois de Juin à 77,8 % au mois de Janvier pour la période : 1988 à 1993.

#### f- L'insolation :

L'insolation varie en raison inverse de la nébulosité. Sa durée mensuelle est reportée en heures pour la station Es-Senia (Tableau I). La fraction d'insolation est calculée: c'est le pourcentage de l'insolation par rapport au maximum possible. Sa durée influence le développement des végétaux, leur répartition géographique et leur localisation stationnelle (LEMEE, 1967).

Son action est importante sur le littoral, en particulier sur les dunes où le sable est clair et réfléchit de 35 à 60% des radiations solaires et où la végétation parsemée réfléchit aussi une grande partie des radiations, environ 30% (HUETZ de LEMPS, 1970).

L'insolation paraît plus forte pendant l'été (Tableau I) avec une valeur de 33% au mois d'Août et faible en hiver, avec 19 % au mois de Janvier; au delà de ces deux valeurs extrêmes, elle varie pendant le reste de l'année de 22 à 28%. Ceci est confirmé par le nombre d'heures d'insolation par mois qui est maximal en été (108,7 en Juillet en moyenne) et minimal en hiver (59,4 en Décembre).

### 3. Synthèse climatique :

Plusieurs indices sont utilisés afin d'apprécier le degré de xéricité de la saison sèche car un climat peut être météorologiquement méditerranéen sans l'être écologiquement ni biologiquement si la sécheresse estivale n'est pas suffisamment accentuée (EMBERGER, 1964 in ALCARAZ, 1982). Dans ces indices, sont intégrées les températures extrêmes et les précipitations.

a- L'indice de sécheresse estivale , Ise, d'EMBERGER (1942 in ALCARAZ 1982 ):

$$Ise = \frac{Pe}{M} \quad \text{où} \quad Pe = \text{Précipitations durant l'été (mm).}$$

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

Pour la station de Cap Falcon cet indice calculé donne une valeur moyenne de 0,27 pour la période de 1971 à 1986 (Tableau 3) affirmant que Cap Falcon appartient à une région phytogéographiquement méditerranéenne au sens EMBERGER (ALCARAZ, 1982).

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	Moyenne
<b>Pe (mm)</b>	0.3	4.7	8.2	9.0	19.0	19.7	0.6	0.0	7.0	0.0	42.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	<b>7.15</b>
<b>M</b>	28.90	26.50	27.90	28.70	29.10	29.13	26.14	26.82	27.20	26.80	26.76	27.57	27.53	28.01	28.40	-	<b>25.90</b>
<b>Ise</b>	0.01	0.17	0.29	0.31	0.65	0.67	0.023	0.0	0.25	0.0	1.56	0.0	0.14	0.0	0.0	0.0	<b>0.27</b>

**Tableau 3 : Indice de xéricité d' Emberger (Ise). pour la station de Cap Falcon (Période : 1971 - 1986)**

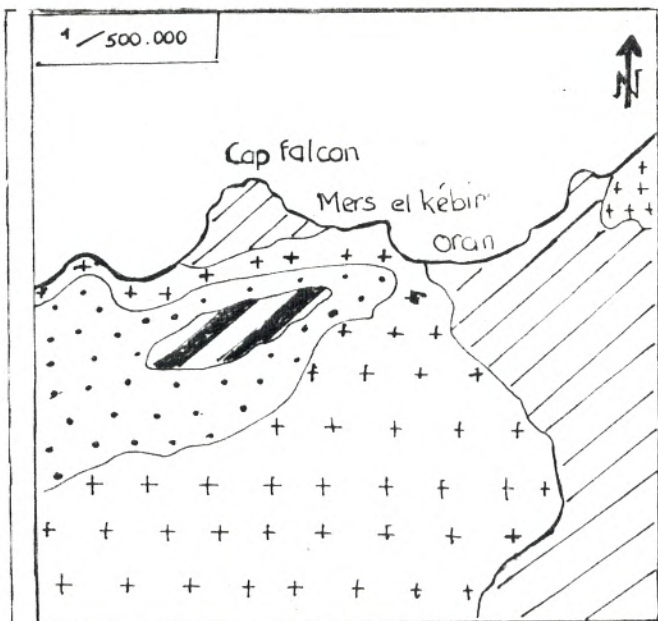
b- Critère de GIACOBBE (1937-1958 in MEZIANI, 1984) :

L'indice d'arido-humidité de GIACOBBE (1937) s'écrit :

$$I = 100 \frac{P}{M(M-m)} \quad \text{avec} \quad P : \text{précipitations (mm)} , \quad M \text{ et } (M-m) \text{ en } (^\circ\text{C}).$$

Il peut traduire selon cet auteur l'état hydrique du sol lorsque la température est élevée et les précipitations faibles. L'auteur propose des seuils de valeurs de l'indice pour lesquelles l'aridité présente une action sur la physiologie des végétaux (MEZIANI, 1984) , nous pouvons, par le calcul de cet indice dans la station de Cap Falcon, classer cette région selon les valeurs mensuelles et saisonnières (Tableaux 4 et 5 )

Cette zone possède, selon les valeurs mensuelles et saisonnières de I, une saison aride c'est la saison estivale où « I » saisonnier a une valeur de 2,25, pour la période 1971 à 1985, les 3 mois arides étant: Juin, Juillet et Août; puis deux saisons semi-arides, le printemps (Mars, Avril et Mai) avec I=16,32 et l'automne (Septembre, Octobre et Novembre) avec I=12,30 et des valeurs mensuelles inférieures à 7 (sauf pour les mois de Novembre I = 7,50 et Décembre I = 9,40), et une saison sub-humide, c'est la saison hivernale avec I = 22.



Carte 3: Carte pluviométrique de l'oranie

Extraite de la carte pluviométrique de l'Algérie par CHAUMONT ET PAQUIN (in MAACHI, 1989)

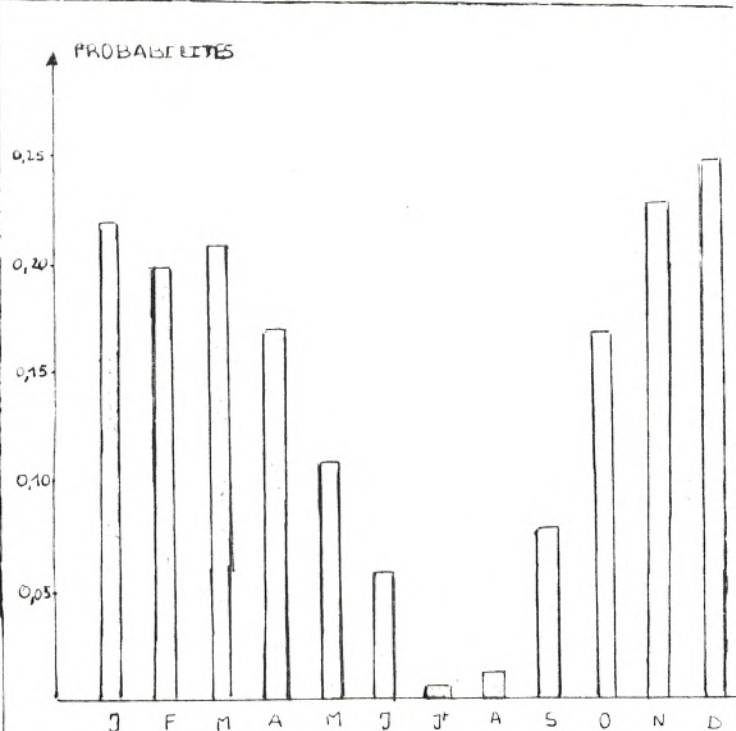


Fig. 2. Moyennes mensuelles des probabilités d'un jour pluvieux de la station de Cap Falcon pour la période 1913 à 1979 (HAMIDI, 1989)

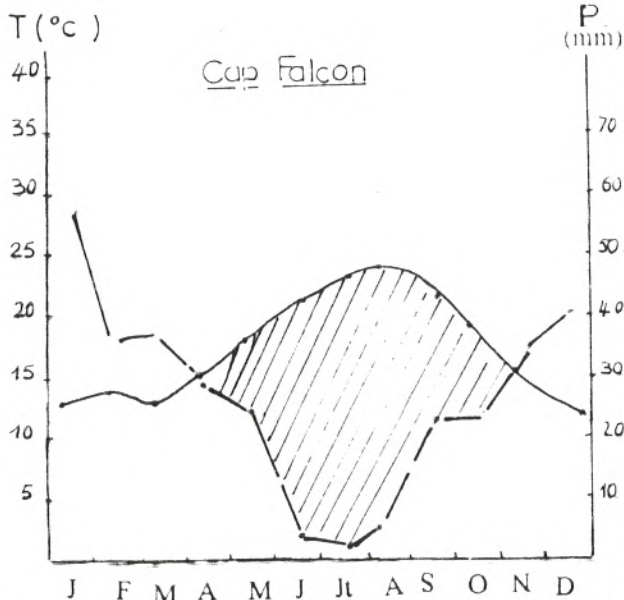


Fig. 3. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1957)

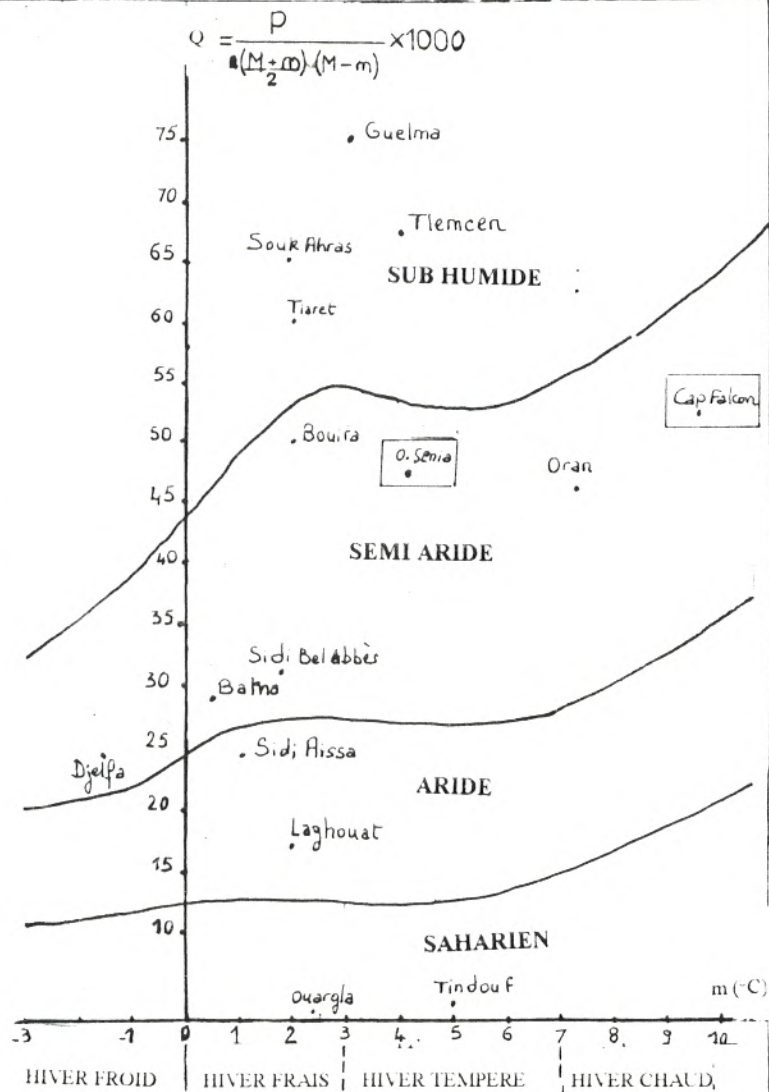


Fig. 4. Climatogramme d'EMBERGER (1971)

Valeurs de I		Type d'aridité
Mensuel	Saisonnier	
--	1	Très aride
1	1-4	aride
1-7	4-20	semi-aride
7-17	20-50	sub-humide
17	50	humide

**Classification proposée par GIACOBBE (1942 in MEZIANI, 1984)**

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>P(mm)</b>	32.85	30.07	32.27	25.02	24.40	8.25	0.6	2.4	5.04	18.85	37.68	47.44
<b>I</b>	6.56	6.13	6.44	4.95	4.87	1.70	<b>0.12</b>	0.48	1.0	3.70	7.50	<b>9.40</b>
<b>Type</b>	SA	SA	SA	SA	SA	SA	A	A	A	SA	SH	SH

**Tableau 4 : Indice d'arido-humidité de Giacobbe (I) de la station de Cap falcon**

	Dec-Jan-Fev Hiver	Mar-Avr-Mai Printemps	Jun-Juil-Aou Eté	Sep-Oct-Nov Automne
<b>P (mm)</b>	110.36	81.69	11.25	61.57
<b>I</b>	<b>22.00</b>	16.32	<b>2.25</b>	12.30
<b>Type</b>	SH	SA	A	SA

**Tableau 5 : Indice d'arido-humidité de Giacobbe « I » de la station de Cap falcon**

(P : précipitations mensuelles moyennes 1971 - 1985).

(A : aride ; SA : semi-aride ; SH ; sub-humide).

L'indice saisonnier révèle donc deux périodes semi-arides : le printemps et l'automne, une période sub-humide, l'hiver et une période aride , l'été, ce qui traduit le caractère différentiel des 4 saisons du point de vue de la sécheresse, ceci se rapproche de l'indicatif saisonnier (H.A.P.E.).

Ces deux indices (saisonnier et mensuel) montrent l'absence d'une période franchement humide dans cette région.

c-Indice de continentalité ( indice thermo-isodromique de KERNER in HAMIDI, 1989) :

Il s'écrit :  $\delta = (T_o - T_a). 100 / A$  où  $T_o$ : température d'Octobre,  $T_a$ : température d'Avril et A: amplitude thermique.

Selon les valeurs présentées dans le Tableau A, la valeur de «  $\delta$  » est 39.71. Cette valeur est élevée et reflète l'effet de l'influence marine.

d- Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953 in ALCARAZ, 1982):

Il intègre à la fois sur un même graphique, le rythme des précipitations et celui des températures mensuelles au cours d'une même année ou de plusieurs années et permet de déterminer la durée et l'intensité de la période sèche et l'intensité des périodes sèches et froides cruciales pour les végétaux.

Le diagramme établi (pour la période 1971 à 1985) fait ressortir nettement la période sèche pour la station de Cap Falcon (Fig.3 ), avec une durée de 7 mois (Avril à Novembre). Cette période sèche inclut largement la saison chaude : Juin, Juillet et Août.

e-Quotient pluviothermique d'EMBERGER (1955):

Ce quotient s'écrit:

$$Q_2 = \frac{P \times 100}{2 \left( \frac{M+m}{2} \right) \cdot (M-m)}$$

où:

- P: précipitations annuelles. (mm)
- M: Moy. max. mois. plus chaud (°C)
- m: Moy. min. mois. plus froid (°C)
- $\frac{M+m}{2}$  : Temp. moy. ann. (°C)
- M-m: Amplitude thermique (°C)

et pour la comparaison de plusieurs stations, il s'écrit :  $Q_2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$  .

La (Fig. 4) nous montre la position de Cap Falcon sur le climagramme d'EMBERGER, avec des valeurs de  $Q_2$  et m égales respectivement à :  $Q_2=50,46$  et  $m=9^\circ\text{C}$  85 et  $Q_2=46,08$  et  $m=4^\circ\text{C}$  37 pour Es-Sénia (Tableau 6), ces deux stations appartiennent à l'étage bioclimatique semi-aride, la première au sous-étage : hiver chaud, la seconde au sous-étage : hiver tempéré.

	M	M <sup>2</sup>	m	m <sup>2</sup>	M <sup>2</sup> -m <sup>2</sup>	P	$Q_2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$
<b>1</b>	27.81	773.39	9.85	97.02	676.37	264.52	<b>50.46</b>
<b>Cap Falcon 2</b>	29.4	864.36	8.9	79.21	785.15	266.0	<b>44.41</b>
<b>Es-Senia</b>	30.26	915.66	4.37	19.09	896.57	346.4	<b>46.08</b>

**Tableau 6 : Quotient pluviothermique d'Emberger (Q2) pour les stations de Cap Falcon et Es Senia.**

1 : Période : 1970 - 1986

2 : Emberger (1971)

P : Précipitations moyennes annuelles (en mm)

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (en °K)

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid (en °K).

#### 4. Conclusion sur l'étude climatique :

L'analyse climatique de la région de Cap Falcon montre que le facteur hydrique est d'une grande importance pour le milieu dunaire.

Bien que ce dernier soit soumis à une brise marine humide et fraîche (M est enregistré au mois d'Août d'après ALCARAZ (1982), notre écosystème dunaire est pleinement exposé aux vents violents et dominants d'W et de SW qui annulent l'action favorable de la forte humidité printanière et estivale, cette humidité qui peut compenser la rareté des précipitations durant ces deux saisons.

L'action de ces vents accentue l'évaporation au niveau des sols, l'évapotranspiration des végétaux, et favorise l'effet de l'insolation en plus de leur action d'érosion et de déflation.

Ces faits s'ajoutent à celui de la coïncidence des très faibles précipitations avec le maximum de température (« Ise » < 1, qui explique la longueur de la période sèche et l'augmentation du déficit hydrique). Ainsi la durée du repos estival des végétaux vivaces est importante. Le massif dunaire subit donc un climat méditerranéen appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride à été sec et hiver chaud. Compte tenu des caractéristiques physiques du substrat, il devient physiologiquement sec pour les plantes qui doivent s'adapter à cette sécheresse en réduisant leur taille, en favorisant la reproduction végétative, et en diminuant leur transpiration et leur surface de contact avec l'air.

#### I- 2- 4. La végétation :

##### **Introduction:**

Les milieux psammiques sont soumis à une inter-relation complexe des facteurs climatiques avec les facteurs biotiques et édaphiques et présentent une grande fragilité vis à vis de la modification de l'un de ses composants. Cette modification s'enregistre à travers l'indicateur le plus précis, le plus sensible et le plus stable qui est la végétation (METGE, 1988). En général, la végétation des dunes littorales présente un grand nombre de faciès s'ordonnant en zonation dont la succession est le plus souvent de faible étendue (CORRE et RIOUX, 1969) en raison du changement parfois brutal des conditions climatiques et (ou) imposée par l'action anthropique.

Le nombre des espèces végétales est particulièrement bas , dans les zones les plus exposées, nous assistons à un gradient floristique qui augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne du bord de la mer; mais les caractéristiques du cordon dunaire tend vers la sécheresse qui provoque une sélection sévère de la faune et de la flore, la végétation peut être dense mais localisée (BIGOT, 1977).

L'association la plus caractéristique des milieux dunaires instables est celle de *Ammophiletum arundinaceae* définie par BRAUN BLANQUET (1952 in CORRE, 1987). Cette association peut refléter deux états évolutifs opposés : un stade pionnier ou un milieu dégradé, que seul le contexte floristique ou morphologique permet d'en faire la différence (CORRE, 1987).

## 1. La végétation dunaire littorale :

### **Généralités :**

Tous les auteurs qui se sont intéressés à l'étude phytoécologique des dunes littorales s'accordent à dire qu'il existe des inter-relations entre la géomorphologie des dunes, les conditions climatiques, la composition chimique et minéralogique du sable, les communautés végétales et les propriétés morphologiques et phénologiques des espèces dominantes (DOING, 1971, 1975, 1981 ; AIME, 1982 et 1983; DOING, 1985 ; CORRE, 1987). Ces auteurs divisent ainsi, schématiquement, les milieux dunaires en plusieurs types suivant leur âge, leur histoire, leur proximité par rapport à la mer, leur morphologie et pour chaque type, ils ont décrit des associations végétales dont la composition floristique est variable et qui influence à son tour, par sa densité et sa physionomie, la distribution globale des dunes, leur évolution ainsi que leur morphologie (DOING, 1985; CORRE, 1985; LAAN, 1985; BUCKLEY, 1987).

Ils distinguent en général :

1/. Le haut de plage, soumis à l'action éolienne et marine, il est enrichi en sels, en éléments nutritifs et en matière organique (DOING, 1977), c'est le domaine des halophytes tels que *Salicornia fruticulosa* ou (et) *Agropyrum mediterraneum* (CORRE, 1977), dans le littoral méditerranéen français, ou celui des halo-nitrophytes tels que *Salsola kalli* ou *Cakile aegyptiaca* cités par GEHU et al (1987), en Crête sur la côte Grèque.

2/. Les dunes de front de mer (ou dunes bordières) : elles sont caractérisées par l'association à *Ammophila arenaria*, domaine des psammophiles pionniers. GEHU et al (1987) et DOING (1987) parlent de dunes embryonnaires qui sont, selon eux, un site monospécifique à *Eryngium maritimum* et *Elymus farctus* ou *Elymus farctus* et *Ammophila arenaria*.

3/. Dunes meubles et dunes herbacées : elles sont marquées par le modelage éolien lent, les associations végétales à *Ammophila arenaria* y présentent une originalité locale dont la composition floristique, plus riche en thérophytes annuelles que les dunes de front de mer, est variable.

4/. Les creux interdunaires : ils présentent une végétation plus complexe selon des gradients d'humidité (si les dunes sont rapprochées) ou de salinité (si les dunes sont assez éloignées), (DOING, 1985 ; CORRE, 1987 ; GEHU et al, 1987).

5/. Dune boisée : la stabilisation progressive de la dune et l'initiation à la pédogénèse sont accompagnées par l'apparition d'espèces ligneuses et réciproquement. Elle est plus résistante à l'action éolienne et son relief devient plus émoussé, les espèces héliophytes sont peu à peu remplacées par les espèces bouissonnantes et arborescentes (KILLIAN, 1943).

Il en ressort l'importance des Graminées vivaces à feuilles persistantes (*Elymus farctus*, *Elymus molli*, *Ammophila arenaria*, *Ammophila brevitigulata*, *Ammophila littoralis* etc..) et certains carex dans l'édification des dunes littorales dans pratiquement toutes les régions littorales du monde (DOING, 1981).

## 2. La végétation des dunes littorales en Algérie :

L'étude de la végétation des dunes du littoral en Algérie a intéressé un certain nombre de scientifiques parmi lesquels nous pouvons citer : ALCARAZ (1982), AIME et al (1982, 1983), AIME (1992), sur le littoral à l'Ouest d'Oran en Algérie occidentale; PON et QUEZEL (1955) antérieurement, sur les rochers maritimes du littoral de l'Algérie centrale et occidentale; KILLIAN (1943) sur les dunes Algéroises; ZAFFRAN (1960), sur la junipérais du littoral Algérois; THOMAS (1968 in ALCARAZ, 1982) sur la côte Kabyle de Djidjli; KAYIRANGWA (1985) sous la direction de MEZIANI, sur les dunes de Turgot plage et enfin MEZIANI et BELGAT (1984) sur les dunes de Mostaganem citant les travaux de SIMMONEAU et de THOMAS (1952) dans le golfe d'Arzew.

Parmi les espèces végétales rencontrées en commun sur les dunes littorales de l'Algérie et citées par la majorité des auteurs, nous pouvons retenir :

*Ammophila arenaria, Ononis variegata, Plantago coronopus, Eryngium maritimum, Lotus creticus, Centaurea sphaerocephala, Pancratium maritimum, Malcomia arenaria, M. littorea, Polygonum maritimum, Diotis candidissima, Salsola Kalli, Retama monosperma, Rumex bucephalophorus, Euphorbia paralias, Silene ramosissima, Lavandula stoechas, Pistacia lentiscus, Crucianella maritima, Lavandula dentata, Halimum halimifolium, Orlaya maritima, Ononis antennata, Anthemis Boverina, Anthemis maritima, Medicago littoralis, Echium confusum, Reseda alba, Senecio leucanthemifolius, Lycium intricatum, Ephedra fragilis, Juniperus Phoenicea, Juniperus oxycedrus, Corynephorus articulatus, Asparagus acutifolius, Chamaerops humilis, Asteriscus maritimus, Arenaria cerastioides, Phillyrea angustifolia etc.*

Les espèces qui arrivent à coloniser les espaces dunaires, peuvent être divisées en deux types :

- espèces annuelles : thérophytes nitrophiles, héliophiles etc.
- espèces vivaces arbustives, arborescentes, géophytes.

Elles peuvent être classées en groupements selon les caractéristiques du substrat et on distingue selon la classification de MEZIANI (1984) inspirée de celle de ZAFFRAN (1960):

1- Les groupements pionniers : on distingue 4 groupements caractéristiques en allant de la plage sableuse aux dunes éloignées plus ou moins fixées :

a-Groupement à *Cakile maritima* : Sur la plage constituée par une végétation éparse à base de thérophytes et géophytes halophiles (*Salsola Kalli, Eryngium maritimum, Ononis variegata, Euphorbia paralias, Ammophila arenaria...*)

b-Groupement à *Crucianella maritima* : C'est un groupement fragmentaire et temporaire formé par la majorité de thérophytes annuels, sur les dunes plaquées et sur les éboulis de falaises, soumis aux embruns salés. Il existe plusieurs faciès selon le substrat et le climat. (Exemple d'espèces rencontrées : *Crucianella maritima, Salsola Kalli, Senecio crassifolius...*)

c-Groupement à *Centaurea sphaerocephala* et *Ononis variegata* : Formant une pelouse basse (20 cm en moyenne) et présente une grande richesse floristique et caractérise la flore de trois milieux différents : les dépressions interdunaires, les carrières de la Juniperaie et certains terrains agricoles (*Ononis variegata, Retama monosperma, Lotus creticus, Centaurea Sphaerocephala...*)



d-Groupement à *Ammophila arenaria* : Cette espèce forme une association nette sur les sommets des dunes plus ou moins parallèles aux rivage et exposées aux vents dominants dont les touffes forment un abri pour quelques thérophytes tels que : *Orlaya maritima*, *Medicago marina*...

Ces 4 groupements appartiennent, selon MEZZIANI (1984), à la classe des *Ammophiletea*.

2- En arrière des groupements pionniers, on assiste graduellement à l'installation d'espèces ligneuses préforestières dont trois sont caractéristiques : (*Juniperus oxycedrus*, *Quercus coccifera*, *Cistus libanotis*), ceci dans la région de Mostaganem.

### 3. La végétation des dunes de Cap Falcon :

Les deux principales références bibliographiques sont les travaux de AIME (1982, 1983, 1991) et ALCARAZ (1982) qui se sont intéressés particulièrement à la phytoécologie des dunes de l'oranie et principalement celles de Cap Falcon.

L'ensemble de la végétation oranaise est caractérisée par la présence constante d'un certain nombre d'espèces qui peuvent se développer sur tous les substrats à toutes les altitudes et dans toutes les expositions mais qui peuvent faire défaut sur le littoral, il s'agit de *Pistacia lentiscus* L, *Chamaerops humilis*, *Phillyrea angustifolia* ssp *media*, *Calycotome villosa* ssp *intermedia*, *Quercus coccifera*, *Genista erioclada* et *Lavandula dentata* (AIME et al ,1983).

L'ensemble de la végétation strictement littorale de cette région est caractérisée par la présence de *Crucianella maritima*, *Arenaria cerastioides*, *Malcomia arenaria* et *Juniperus oxycedrus* ssp *macrocarpa* (AIME et al, 1983). Dans les zones sableuses soumises à des alternances de déflation et d'accumulation modérée, des fonds des cuvettes abritées, se développe un groupement caractérisé par la présence de *Plantago coronopus* ssp *macrorrhiza*, *Ononis variegata*, et *Pancratium maritimum*.

Dans les endroits où les accumulations sableuses deviennent prépondérantes, *Ammophila arenaria* s'établit et résiste à l'enfouissement et agit sur la dynamique de l'accumulation qui devient modérée et permet l'installation pendant la saison favorable d'autres espèces telles que *Lotus creticus* ssp *eu creticus*, *Cyperus Kalli*, *Anacyclus linearilobus*, *Orlaya maritima*, *Senecio Leucanthemifolius*, *Cakile maritima* et *Asteriscus maritimus*, *Pancratium maritimum*, *Medicago marina*.

*Retama monosperma* ssp *Bovei* fait son apparition sur les milieux plus ou moins stabilisés ainsi que quelques plantules de *Juniperus oxycedrus* ssp *macrocarpa* et *Juniperus Phoenicea* ssp *lycia*.

Pendant la saison humide nous assistons à l'apparition de quelques annuelles telles que : *Malcomia arenaria*, *Arenaria cerastioides*, *Ononis variegata* sur les parties modérément fixées de la dune.

Sur les cordons plus anciennement fixés, sur les sommets des dunes, la série littorale du Génévrier de Phénicie s'installe, formée par :

- *Juniperus Phoenicea*
- *Lycium intricatum*

- *Ephedra fragilis*
- *Reseda alba*
- *Centaurea sphaerocephala*
- *Chamaerops humilis*, cité par ALCARAZ et non par AIME.

Dès que l'abri est suffisant, cette série s'enrichit de quelques espèces non typiquement maritimes. ALCARAZ (1982) met l'accent sur quelques espèces endémiques du littoral oranais, il s'agit de *Ononis antennata*, *Anthemis chrysanta* et *Corynephorus articulatus ssp oranensis*.

Dans les dépressions interdunaires, ALCARAZ (1982) cite la présence des espèces suivantes: *Plantago coronopus*, *Centaurea sphaerocephala*, *Ononis variegata*, *Silene ramosissima* et *Juniperus oxycedrus*, alors qu'au bord de la plage, dans les endroits assez éloignés des vagues, il mentionne les espèces suivantes : *Diotis candidissima*, *Polygonum maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Cakile maritima*, *Salsola Kalli*, *Eryngium maritimum*, *Pancratium maritimum* et *Agropyrum maritimum* qui sont des espèces classées en psammohalophiles juxta-littorales. Cet auteur cite également quelques espèces présentes sur les dunes de Cap Falcon classées parmi les espèces psammophiles préférentielles des formations dunaires littorales : *Anacyclus linearilobus*, *Centraurea fragilis*, *Echium confusum*, *Triplachne nitens*, *Anthemis Boverina* (d'après cet auteur, en oranie, elle est exclusivement littorale).

*Rumex bucephalophorus* et *Medicago littoralis* sont des espèces psammophiles communes aux sables dunaires littoraux et ceux de l'intérieur (ALCARAZ, 1982). D'une manière générale, les dunes non consolidées sont colonisées par des espèces annuelles, les dunes légèrement fixées, par les psammophytes et les dunes fixées par une association de psammophytes d'espèces arbustives puis arborescentes (KILLIAN, 1943).

#### 4. Conclusion :

Les groupements végétaux de la région dunaire du Cap Falcon s'organisent et s'imbriquent les uns dans les autres selon une zonation liée à la proximité de la mer, la nature et la dynamique du substrat et à l'influence anthropique, ainsi nous distinguons : les dunes fixées par une végétation arborescente, les dunes avec une végétation herbacée, les dépressions interdunaires et les sables vifs.

La plante qui domine dans les dunes à végétation herbacée est *Ammophila arenaria*, elle résiste à l'enfouissement mais devient sensible au déchaussement (AIME et al, 1983), elle s'installe donc sur les flancs opposés à l'action des vents et sur les parties où la dynamique d'accumulation est généralisée et régulière.

Cette accumulation est assurée en retour par la présence constante de cette espèce (AIME et PENVEN, 1982). L'oyat présente une extension notable, sa superficie passe de 8,5 à 12,5 ha soit une progression de 46% en vingt ans.

Cette progression étant complexe, seulement 60% de la superficie initiale ont gardé une couverture d'oyat depuis 1959, alors que la végétation arborescente présente une régression importante par enfouissement, depuis 1962 (AIME et PENVEN, 1982). L'appauvrissement en végétaux et l'extension de l'oyat traduit l'instabilité du milieu.

### **I-2-5. L'Impact humain :**

L'influence humaine sur les milieux naturels est d'une grande importance et provoque le plus souvent leur dégradation et particulièrement ceux des dunes littorales.

Dans la région d'étude, le milieu est soumis à une forte action humaine vu sa concentration relativement importante dans les communes avoisinantes (9080 habitants à Bou Sfer et 21196 à Aïn-El-Turk dont 60% ont moins de 25 ans, 69% constituent une population urbaine et 31% riveraine (MAACHI, 1989) ; son influence se caractérise par :

- L'activité de la classe riveraine qui pratique régulièrement des coupes de bois pour le chauffage et la clôture.
- Le pâturage incontrôlé entraîne la destruction du couvert végétal.
- L'édification de complexes touristiques à proximité des dunes côtières aggrave la dégradation du milieu par piétinement des estivants provoquant la mobilisation des sables, et la pollution par les déjections et les ordures.
- L'activité agricole est représentée par une culture maraîchère et de sous-serres dispersée un peu partout autour du complexe dunaire. L'arboriculture est faiblement exercée. Des terres incultes sont soumises à un envahissement progressif de sable, il en résulte l'extention des dunes.

### **I-3- Conclusion :**

La végétation spontanée de cette localité, particulièrement l'oyat, subit une longue période de sécheresse (du mois d'Avril au mois d'Octobre), des températures modérées, l'action importante du vent , une forte humidité et surtout la xéricité et la stérilité du substrat qui sélectionnent la flore et la faune.

La région d'étude est donc soumise à une forte péjoration climatique, édaphique et une activité anthropique non négligeable.

## CHAPITRE II. METHODOLOGIE :

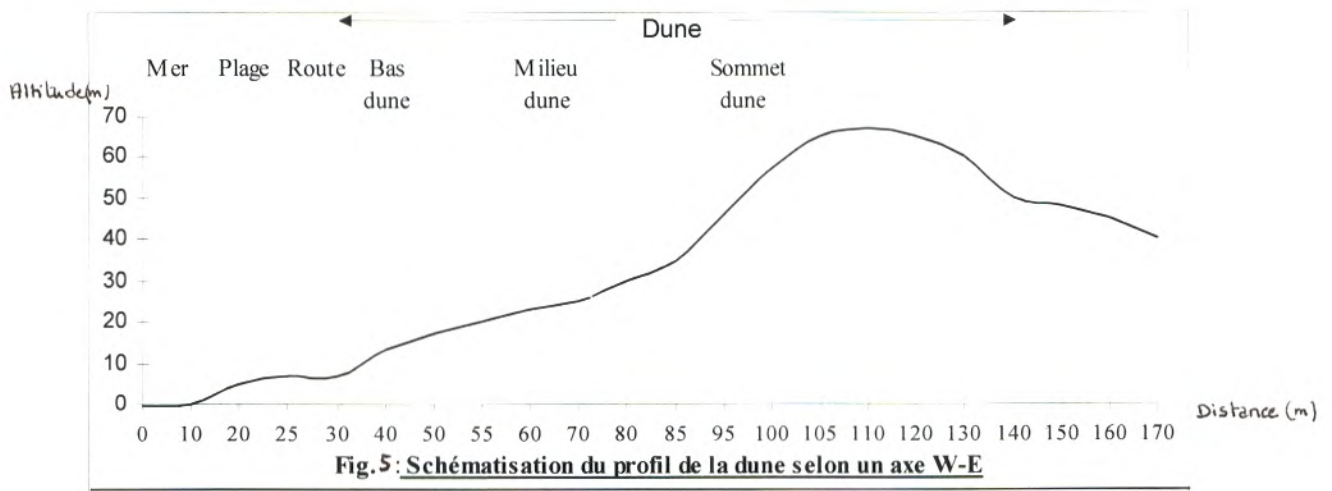
Deux aspects principaux font l'objet de cette étude : la description de la composition floristique saisonnière qui accompagne l'oyat, le comportement phénologique de l'oyat en fonction de l'altitude, des caractéristiques pédologiques et de la saison.

### II-4- Etude du cortège floristique accompagnant *A. arenaria* dans les sites d'étude :

Dans le but d'apprécier la diversité spécifique du groupement à *Ammophila arenaria* dans les deux localités choisies, la méthode des transects par bande est retenue, méthode utilisée généralement dans les milieux dunaires (CORRE et RIOUX, 1969 ; CORRE, 1971 ; MEZIANI, 1984 ; AIME, 1991) , l'échantillonnage est fait au hasard.

Un transect de 5m de large est établi dans la première station et un autre de 4m dans la seconde (la dune de la première station étant plus large que celle de la seconde). Les transects traversent les dunes de bas en haut, selon la direction W-E (Fig.5 ).

Cinq relevés par saison sont effectués aux trois niveaux de la dune (Tableau 7 ), répartis au niveau de chaque transect, ainsi, pratiquement toute la surface du transect est explorée.



I- Bas de la dune

II- Milieu de la dune

III- Sommet de la dune

Les relevés sont réalisés comme suit :

- 5 relevés à la base de la dune, exposition W-NW, pente : 10 à 15%
- 5 relevés sont réalisés au milieu de la dune, exposition W-NW, pente 5 à 20%
- 5 relevés sont réalisés au sommet de la dune, toute exposition.

Le choix de ces trois niveaux est basé sur l'aspect phénologique apparemment différent de l'oyat du bas jusqu'au sommet de la dune qui en présente trois : touffes âgées, pousses jeunes et relique ainsi que la structure verticale de la végétation. Les observations sont réalisées durant une période s'étalant du printemps 1990 jusqu'au printemps 1993 à raison d'une observation par saison.

		Exposition	Pente (%)	Surf. des relevés floristiques (m <sup>2</sup> ) (1)	Surf. du transect par niveau (m <sup>2</sup> ) (2)
Station 1	B	W	10 à 15	4	20
	M	W	5 à 20	4	20
	S	Toute exp.	5 à 20	4	20
Station 2	B	W	10 à 15	4	16
	M	W	15 à 25	4	16
	S	Toute exp.	15 à 30	4	16

**Tableau 7 : Caractéristiques des relevés floristiques (1) et de l'aire relative à l'étude du comportement de l'oyat (2)**

La détermination taxonomique des espèces est effectuée à l'aide de la flore de QUEZEL et SANTA (1963) ainsi que celle de Fournier (1977).

Des indices sont utilisés pour la caractérisation de la structure et de la dispersion spatiale des individus des différentes espèces selon BRAUN-BLANQUET (1952 *in* MEZIANI, 1984) et SAUVAGE (1956 *in* MEZIANI, 1984):

a/ Le coefficient d'abondance-dominance qui est une estimation globale de la densité du volume occupé par un individu (GUINOCHET, 1973), il suit une échelle : de 5 à (+) :

- 5 : Recouvrement > 75 % ; abondance quelconque =
- 4 : Recouvrement de 50 à 75 % ; abondance quelconque =
- 3 : Recouvrement de 25 à 50 % ; abondance quelconque =
- 2 : Recouvrement > 5 % ; très abondante =
- 1 : Recouvrement faible ; abondante =
- (+) présente (abondance et recouvrement faibles) =

GUINOCHET (1973)

- Dominante.
- Très abondante.
- Abondante.
- Peu abondante.
- Présente.
- Rare.

L'espèce dominante est d'après LEMEE(1967), la plus abondante du relevé.

b) La sociabilité : c'est une appréciation de la distribution des individus de toutes les espèces et leur disposition les uns par rapport aux autres selon une échelle établie par BRAUN-BLANQUET (1952 *in* MEZIANI, 1984).

- 5 : individus en peuplements.
- 4 : individus en petites colonies.
- 3 : individus en troupes.
- 2 : individus en groupes.
- 1 : individus isolés.

Afin de comparer la richesse floristique et la diversité des différents niveaux d'une même dune et en fonction des saisons nous utilisons un coefficient qui nous permet d'évaluer le degré de similitude floristique entre les relevés du bas du milieu et du sommet de la dune aux saisons où les observations sont faites.

Il s'agit du coefficient de similitude de JACCARD (LEMEE, 1967) qui représente le rapport du nombre d'espèces communes à deux relevés au nombre total recensé, et s'écrit :

$$S_{xy} = \frac{N_{xy}}{(N_x + N_y) - N_{xy}} \quad \text{où } N_x : \text{nombre d'espèces présentes dans relevé } x$$

$$N_y : \text{nombre d'espèces présentes dans relevé } y$$

$$N_{xy} : \text{nombre d'espèces communes à } x \text{ et } y$$

$$0 \leq S_{xy} \leq 1 \quad S_{xy} = 0 \Rightarrow N_{xy} = 0 \quad \text{aucune espèce n'est commune}$$

$$S_{xy} = 1 \Rightarrow \text{toutes les espèces sont communes.}$$

Une espèce est considérée comme présente si elle figure dans 3 relevés au minimum sur 5, pour la commodité des calculs.

### **II- 2- Phénologie de l'oyat dans les sites d'étude :**

Le comportement de l'oyat est suivi dans les deux localités, pendant un cycle de 4 saisons et pour chaque niveau de la dune. Sur chaque transect et à chaque niveau, ayant une aire déterminée selon la station (Tableau 7), plusieurs paramètres caractérisant globalement la qualité de la vigueur de la plante sont appréciés tels que :

- La hauteur de la touffe : En mesurant depuis le ras du sol jusqu'au point le plus haut de la touffe (tiges + feuilles).

- Le recouvrement moyen de la touffe : C'est la surface moyenne occupée par les touffes d'oyat par rapport à la surface totale du relevé (projection de la partie aérienne au sol, exprimée en (%) de la surface du sol).

- La fréquence des touffes moribondes : Le nombre d'individus par unite de surface.

- Stade de développement de la touffe (ou de la pousse).

- La fréquence de la floraison, exprimée par la densité des ports florescents: le nombre d'épis par unité de surface.

- La fréquence des pousses : Le nombre de pousses par unité de surface.

### **II- 3- Etude pédologique :**

Au niveau de chaque transect, des échantillons de sol sont prélevés aux trois niveaux de la dune à environ une trentaine de cm de profondeur. Ils subissent les analyses suivantes :

- La granulométrie : Par la méthode de tamisage par tamis dont les mailles varient de 2 à 0,05mm.

- La mesure du pH : Par la méthode électrométrique sur une suspension de terre avec de l'eau distillée, afin d'apprécier l'alcalinité ou l'acidité du sol.

- Le dosage du calcaire total : Par la methode du calcimètre de Bernard.

- Le dosage du calcaire actif : Par appréciation de la fraction chimiquement active du calcaire du sol.

- Le dosage du carbone organique: Par la méthode Anne, puis la déduction du pourcentage de la matière organique en appliquant la formule suivante : % M.O = % Carbone organique . x . 2.

## CHAPITRE III. APPROCHE ECOLOGIQUE ET COMPORTEMENT DE L'OYAT

### III-1-Résultats :

#### III-1-1. Etude de la composition floristique accompagnant l'oyat et comportement de l'oyat sur la dune de Bomo-plage (versant ouest) :

##### 1. Composition floristique :

-\*- Hormis *Ammophila arenaria*, le Tableau 8 indique la présence des espèces vivaces suivantes au sommet de la dune : *Retama monosperma* ssp *bovei*, *Crucianella maritima*, *Cyperus Kalli*, *Chamaerops humilis*, *Malcomia littorea*, des plantules de *Pistacia lentiscus*, des arbustes de *Juniperus Phoenicea*, *Juniperus oxycedrus* ssp *macrocarpa*. Toutes ces espèces sont présentes depuis l'hivers 90 jusqu'à l'hivers suivant. Exception faite de *Lyceum intricatum* et *Malcomia littorea* qui marquent leur présence en hiver 91, sont absents pendant les saisons précédentes (Fig.5A ).

\* Au milieu de la dune (Tableau 9), le nombre des espèces vivaces est nettement plus faible avec la présence constante de *Retama monosperma* et *Cyperus kalli* pendant toute la période d'observation. Tandis que *Lyceum intricatum* se trouve en très faible proportions entre quelques touffes de l'oyat (Fig.6A ). Nous avons observé la présence de *Senecio cineraria* en hiver 91.

\* Le nombre d'espèces vivaces diminue de plus en plus et se réduit à deux espèces, au bas de la dune, il s'agit de *Crucianella maritima*, qui semble disparaître en hivers 91 et seule *Senecio cineraria* persiste (Fig. 6A ).

-\*- Concernant les espèces annuelles et bisannuelles (Fig. 7A), elles présentent une variation plus marquée quand à leur présence et leur fréquence aux trois niveaux de la dune et durant les 3 saisons considérées (Tableau11 ).

\* Au sommet de la dune, il y a peu de représentants d'espèces annuelles (Fig.7A ). Leur nature, leur présence, leur abondance sont différentes depuis l'hiver 90 jusqu'à l'hiver 91. Aucune espèce n'a une présence constante durant toute la durée de l'observation à ce niveau de la dune, exception faite de *Rumex bucephalophorus* (Tableau 8 et Fig.7A ).

\* Au milieu de la dune (Fig. 7A), la composition floristique s'enrichit depuis l'hiver 90 par rapport à l'hiver 91, les espèces dont la présence est constante pendant les trois saisons d'observation sont : *Crepis bulbosa*, *Plantago coronopus* et *Silene arenaria*. Celles présentes en hiver 90 et non pas en hiver 91: *Sedum sediforme*, *Eryngium maritimum*, et *Reseda alba*. Tandis que *Malcomia arenaria* et *Daucus carota* sont présents seulement au printemps. *Anthemis Boverina*, *Orlaya maritima*, *Senecio leucanthemifolius* var *mauritanicus*, *Ononis variegata*, *Reichardia tingitana* ssp *eu-tingitana* sont présentes au printemps 91 et persistent en hiver; et seule *Plantago amplexicaule* a une présence unique seulement en hiver 91.

\* Au bas de la dune (Fig.7 A, Tableau 10), les espèces dont la présence est constante sont *Astragalus Baeticus*, *Silene sp*, *Sedum sediforme*, *Senecio cineraria*, *Plantago coronopus*; celles présentes en hiver 90 et ne réapparaissent pas au printemps suivant sont: *Sinapis pubescens*, et en hiver 91 il s'agit de *Eryngium maritimum*, *Daucus carota*, *Cakile maritima*.

A- Sommet de la dune

PERIODE	HIVER 90					PRINTEMPS 91					HIVER 91				
N° de relevé / période	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<u>Espèces vivaces</u>															
<i>Ammophila arenaria</i>	2.2	2.2	2.1	.	2.1	2.2	2.2	2.2	2.1	1.1	2.1	2.2	2.1	2.2	3.1
<i>Retama monosperma ssp Bovei</i>	+	+	.	.	+	+	+	+	.	+	1.1	+	+	1.1	1.1
<i>Crucianella maritima</i>	.	+	+	+	.	+	+	.	+	+	.	.	+	+	+
<i>Chamaerops humilis</i>	2.1.	2.1	1.1	2.1	+	2.1	+	2.1	2.1	.	+	+	+	.	+
<i>Juniperus oxycedrus ssp macrocarpa</i>	.1.1	1.1	.	.	1.1	+	1.1	+	1.1	1.1	.	1.1	+	+	1.1
<i>Juniperus Phoenicea ssp lycia</i>	2.1	2.1	2.1	+	.	+	2.1	1.1	1.1	2.1	.	2.1	1.1	1.1	+
<i>Pistacia lentiscus</i>	1.1	1.1	1.1	+	+	1.1	+	.	1.1	1.1	1.1	+	+	1.1	.
<i>Lycium intricatum</i>	+	+	+	.	+	1.1	1.1	+	1.1	+	1.1	1.1	+	1.1	.
<i>Senecio cineraria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Malcomia littorea</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	1.1	1.1	+	.	1.1
<i>Cyperus Kalli</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+
<u>Espèces annuelles et bisannuelles</u>															
<i>Rumex bucephalophorus</i>	.	2.1	2.1	2.1	+	1.1	1.1	1.1	+	1.1	+	1.1	1.1	.	1.1
<i>Orlaya maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthemis Boverina</i>	.	.	.	.	.	2.1	1.1	1.1	.	1.1	2.1	2.1	2.1	+	1.1
<i>Silene sp</i>	.	.	.	.	.	1.1	1.1	+	+	1.1	+	+	.	+	+
<i>Astragalus Baeticus</i>	2.1	.	1.1	1.1	1.1	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	1.1	+
<i>Eryngium maritimum</i>	1.1	1.1	1.1	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Sedum sediforme</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago coronopus ssp macrorrhiza</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crepis bulbosa</i>	1.1	1.1	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ononis variegata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio Leucanthemifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Malcomia arenaria</i>						+	+	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Cakile maritima</i>	2.1	2.1	2.1	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echium arenarium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Reichardia tingitana ssp eutingitana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Reseda alba</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sinapis pubescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carthamus lanatus</i>	.	.	.	.	.	1.1	.	.	1.1	1.1	.	.	.	.	.
<i>Lobularia maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago amplexicaule</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+

**Tableau 8 - Relevés floristiques de la première station (dune de Bomo plage) pendant la période : Hiver 1990 à l'hiver 1991**



**B - Milieu de la dune**

PERIODE N° de relevé / période	HIVER 90					PRINTEMPS 91					HIVER 91				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<u>Espèces vivaces</u>															
<i>Ammophila arenaria</i>	3.2	3.2	3.1	3.1	2.2	3.2	3.1	2.2	2.2	2.2	3.2	3.1	3.1	.	3.1
<i>Retama monosperma ssp Bovei</i>	2.1	1.1	+	1.1	2.1	1.1	2.1	.	2.1	1.1	+	+	.	+	+
<i>Crucianella maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chamaerops humilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juniperus oxycedrus ssp macrocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juniperus Phoenicea ssp lycia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pistacia lentiscus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lycium intricatum</i>	+	+	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	+	.
<i>Senecio cineraria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+	.	1.1	+
<i>Malcomia littorea</i>	.	.	.	.	.	1.1	1.1	1.1	+	.	.	.	.	.	.
<i>Cyperus Kalli</i>	1.1	1.1	+	1.1	+	+	+	.	.	+	+	+	.	.	+
<u>Espèces annuelles et bisannuelles</u>															
<i>Rumex bucephalophorus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orlaya maritima</i>	.	.	.	.	.	2.2	.	2.2	2.1	+	1.1	.	+	1.1	+
<i>Anthemis Boverina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.1	2.1	1.1	2.1	+
<i>Silene sp</i>	2.1	1.1	1.1	+	1.1	1.1	2.1	+	1.1	+	1.1	1.1	+	1.1	1.1
<i>Astragalus Baeticus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eryngium maritimum</i>	2.2	2.2	1.1	+	2.1	2.1	2.1	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum sediforme</i>	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago coronopus ssp macrorrhiza</i>	+	+	+	.	+	.	.	+	+	+	1.1	1.1	2.1	1.1	.
<i>Crepis bulbosa</i>	1.1	1.1	+	1.1	.	1.1	+	+	1.1	1.1	+	+	1.1	+	1.1
<i>Ononis variegata</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	+	1.1	+	+	+	.	+
<i>Senecio Leucanthemifolius</i>	.	.	.	.	.	2.2	2.1	.	2.1	1.1	1.1	+	1.1	1.1	.
<i>Malcomia arenaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	2.1	2.1	1.1	.	.	.	.	.
<i>Cakile maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echium arenarium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Reichardia tingitana ssp eu-tingitana</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	1.1	1.1	1.1	+	1.1
<i>Reseda alba</i>	+	+	.	+	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i>	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	1.1	+	.	.	.	.	.
<i>Sinapis pubescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carthamus lanatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lobularia maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago amplexicaule</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+

**Tableau 9 - Relevés floristiques de la première station (dune de Bomo plage) pendant la période : Hiver 1990 à l'hiver 1991**

C- Bas de la dune

PERIODE N° de relevé / période	HIVER 90					PRINTEMPS 91					HIVER 91				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<u>Espèces vivaces</u>															
<i>Ammophila arenaria</i>	3.2	2.2	3.2	2.2	3.2	2.2	3.2	3.2	3.1	2.2	2.2	2.1	2.1	2.2	+
<i>Retama monosperma ssp Bovei</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crucianella maritima</i>	3.2	2.2	3.1	2.1	2.2	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Chamaerops humilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juniperus oxycedrus ssp macrocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juniperus Phoenicea ssp Lycia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pistacia lentiscus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lycium intricatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio cineraria</i>	2.1	1.1	2.1	1.1	1.1	+	+	.	+	+	2.1	1.1	+	1.1	1.1
<i>Malcomia littorea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cyperus Kalli</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Espèces annuelles et bisannuelles</u>															
<i>Rumex bucephalophorus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orlaya maritima</i>	.	.	.	.	.	1.1	1.1	1.1	.	.	1.1	+	1.1	.	1.1
<i>Anthemis Boverina</i>	.	.	.	.	.	2.2	1.1	2.1	.	2.1	2.1	2.1	1.1	2.1	+
<i>Silene sp</i>	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1	2.1	+	2.1	2.1	+	1.1	.	+	1.1	+
<i>Astragalus Baeticus</i>	2.1	2.1	+	2.2	2.1	2.1	1.1	+	2.1	1.1	+	+	.	+	.
<i>Eryngium maritimum</i>	2.2	2.2	+	+	2.1	1.1	+	+	1.1	+	.	.	.	.	.
<i>Sedum sediforme</i>	+	+	.	+	+	+	.	+	+	.	1.1	1.1	+	+	1.1
<i>Plantago coronopus ssp macrorrhiza</i>	2.2	1.1	+	2.1	2.2	2.1	1.1	1.1	+	1.1	1.1	.	1.1	+	.
<i>Crepis bulbosa</i>	.	.	.	.	.	2.2	2.1	2.2	2.1	2.1	1.1	1.1	+	+	.
<i>Ononis variegata</i>	.	.	.	.	.	1.1	.	+	2.1	2.1	+	+	+	1.1	.
<i>Senecio Leucanthemifolius</i>	.	.	.	.	.	2.1	1.1	.	1.1	+	.	.	.	.	.
<i>Malcomia arenaria</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Cakile maritima</i>	2.2	2.1	2.2	2.2	+	2.1	2.1	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Echium arenarium</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Reichardia tingitana ssp eut-ingitana</i>	.	.	.	.	.	1.1	1.1	+	1.1	2.1	2.1	1.1	1.1	.	+
<i>Reseda alba</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i>	2.1	2.1	.	2.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+	+	.	.	.	.	.
<i>Sinapis pubescens</i>	1.1	+	1.1	1.1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carthamus sp</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lobularia maritima</i>	.	.	.	.	.	2.1	1.1	2.1	2.1	+	.	.	.	.	.
<i>Plantago amplexicaule</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

**Tableau 10 - Relevés floristiques de la première station (dune de Bomo plage)  
pendant la période : Hiver 1990 à l'hiver 1991**

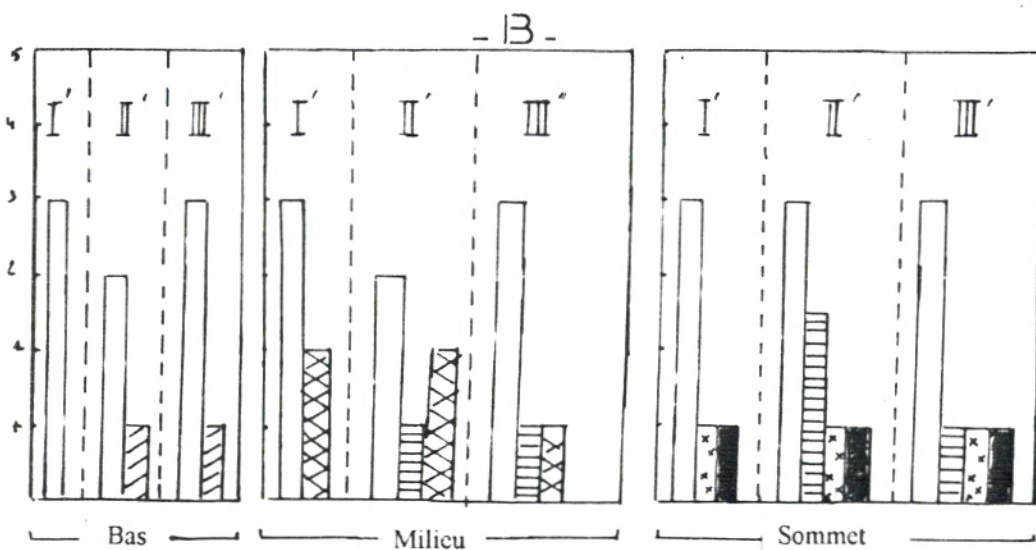
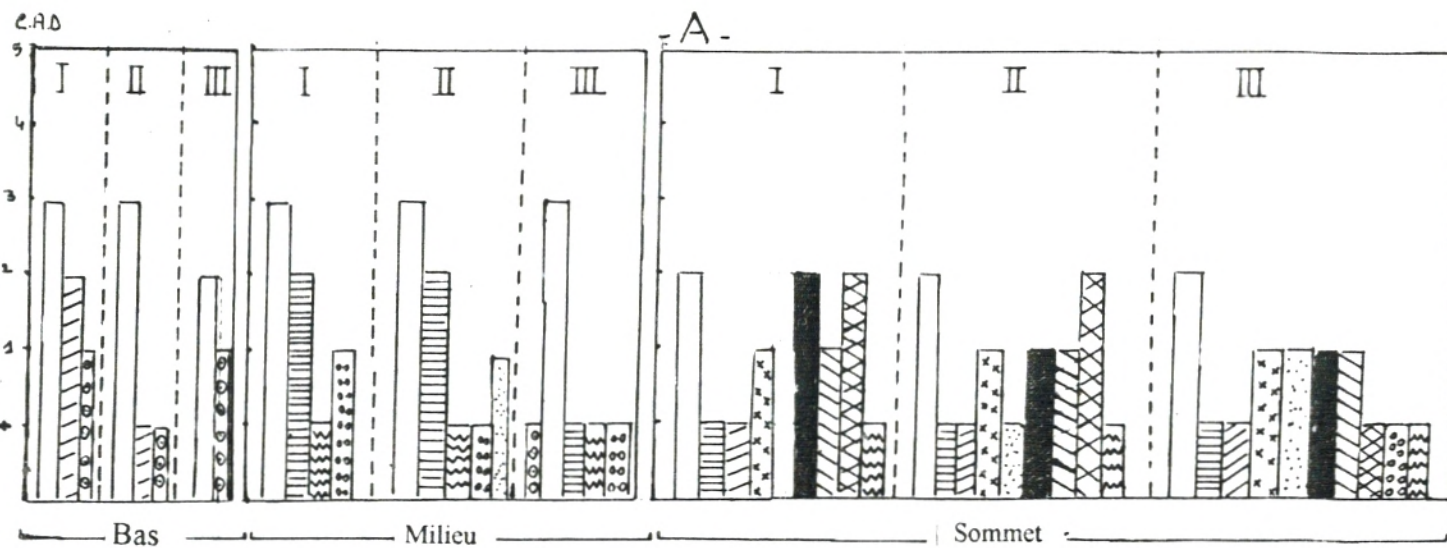


Fig. 6: Histogrammes représentant le coefficient d'abondance-dominance (CAD) des espèces vivaces aux trois niveaux ( bas, milieu, sommet) des deux dunes étudiées (A: Bomo-plage, B: Etoile-plage) au cours des saisons d'observation.

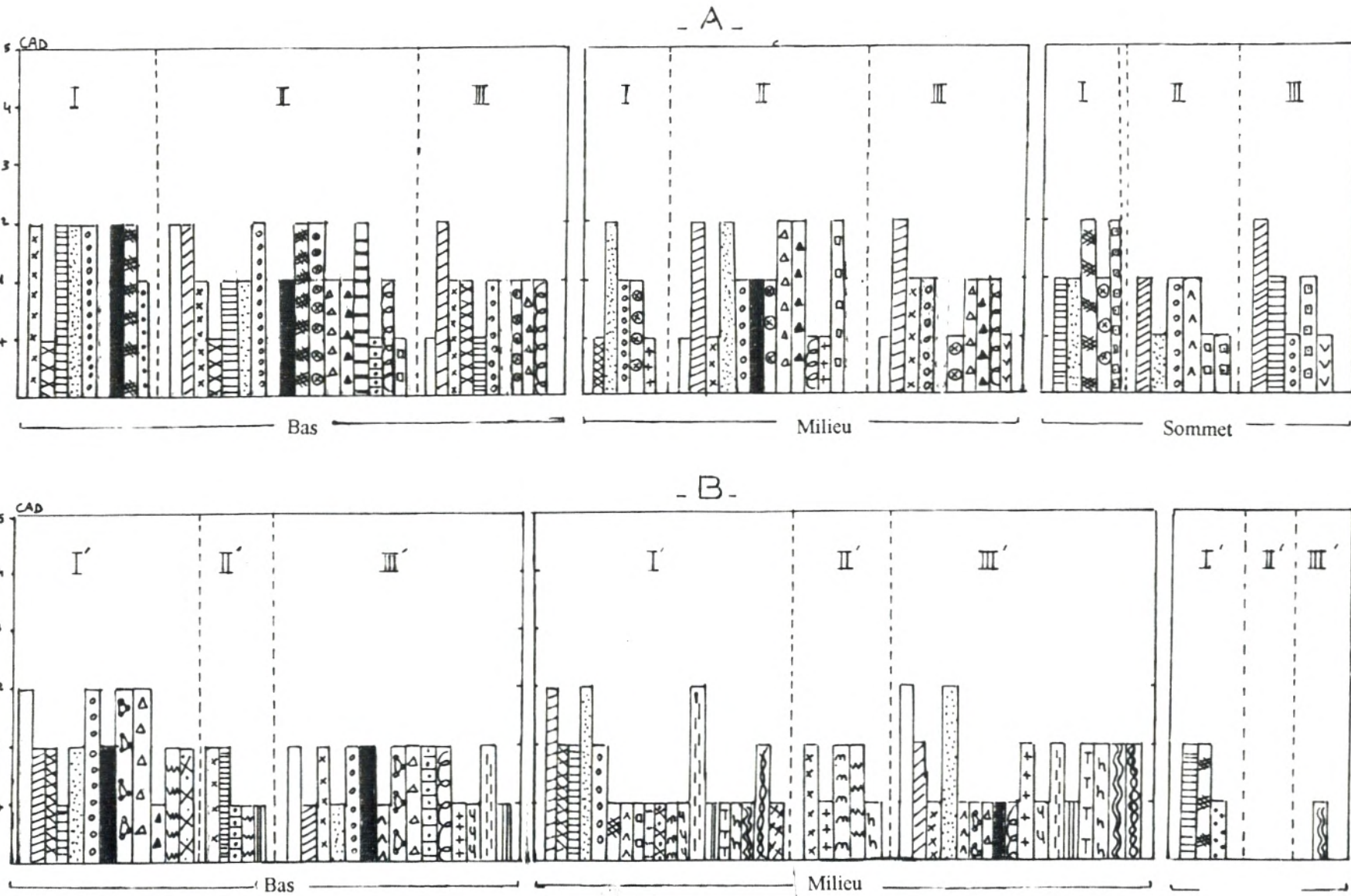


Fig.7: Histogrammes représentant le coefficient d'abondance-dominance (CAD) des espèces annuelles aux trois niveaux ( bas, milieu, sommet) des deux dunes étudiées (A: Bomo-plage, B: Etoile-plage) au cours des saisons d'observation .

Légende des Fig. 6 et 7 :

Espèces annuelles et bisannuelles

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <i>Ononis variegata</i> L.  | <i>Carthamus lanatus</i> L.   | <i>Gastridium lendigerum</i> (L.) Gand.                                   |
| <i>Anthemis Boverina</i> J. Gay.                                      | <i>Corynephorus articulatus</i> (Desf.) P.B.<br>ssp <i>Oranensis</i> (murb.) M et W |   |
| <i>Plantago coronopus</i> L.<br>ssp <i>maccrorhiza</i> (Poir.) Fiori. | <i>Orlaya maritima</i> L.   | <i>Polygonum maritimum</i> L.   |
| <i>Sedum sediforme</i> L.   | <i>Senecio Leucanthemifolius</i><br>Poiret.   | <i>Chenopodium murale</i> L.  |
| <i>Astragalus Baeticus</i> L.   | <i>Lobularia maritima</i> (L.) Desf.  | <i>Centaurea spherocephala</i> L.   |
| <i>Eryngium maritimum</i> L.  | <i>Echium arenarium</i> Guss.   | <i>Lotus creticus</i> L.<br>ssp <i>eu-criticus</i> Briquet                |
| <i>Silene sp</i>  | <i>Reichardia tingitana</i> (L.) Roth.<br>ssp <i>eu-tingitana</i> M.                | <i>Malcomia parviflora</i> L.   |
|   | <i>Reseda alba</i> L. ssp <i>maritima</i>   | <i>Triplachne nitens</i> L.   |
| <i>Daucus carota</i> L.   | <i>Malcomia arenaria</i> R. Br.   | <i>Brassica fruticulosa</i> Cyrillo<br>ssp <i>glaberrima</i> (Pomel) Batt |
| <i>Cakile maritima</i> Scop.  | <i>Rumex bucephalophorus</i> L.   | <i>Diploaxis virgata</i>  |
| <i>Sinapis pubescens</i> L.   | <i>Plantago amplexicaule</i> L.   | <i>Asparagus stipularis</i> Forsk   |
| <i>Crepis bulbosa</i> (L.) Tansh.                                     | <i>Asphodelus tenifolius</i> Cav  | <i>Vulpia membranacea</i> Link.   |

Espèces vivaces

- |   |
|---|
| <i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link.                                      |
| <i>Retama monosperma</i> (L.) Boiss.<br>ssp <i>Bovei</i> (Spach.) Maire   |
| <i>Crucianella maritima</i> L.  |
| <i>Pistacia lentiscus</i> L.  |
| <i>Malcomia littorea</i> (L.) R. Br.                                      |
| <i>Juniperus Phoenicea</i> L.   |
| <i>Juniperus oxycedrus</i> L.<br>ssp <i>maccrocarpa</i> (S. et Sm.) Ball. |
| <i>Chamaerops humilis</i> L.  |
| <i>Cyperus kalli</i> L.   |
| <i>Lyceum intricatum</i> Boiss.   |
| <i>Senecio cineraria</i> L.   |

I-Hiver 1990      I'-Printemps 1992  
 II-Printemps 1991    II'-Automne 1992  
 III-Hiver 1991      III'-Printemps 1993.

Nous remarquons que pendant le printemps, la richesse spécifique est plus importante (Fig.7A ) par la présence d'autres espèces telles que: *Ononis variegata*, *Crepis bulbosa*, *Orlaya maritima*, *Senecio leucanthemifolius*, *Lobularia maritima*, *Echium maritima*, *Reichardia tingitana ssp eu-tingitana*, *Malcomia arenaria* (Tableau 11 ).

Station 1	BAS			MILIEU			SOMMET		
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Saison	H 90	P 91	H 91	H 90	P 91	H 91	H 90	P 91	H 91
Recouvrement (%)	30-40	50-60	30-40	20-30	40-50	30-40	30-40	50-60	40-50
Hauteur moyenne (m)	0,4	0,6	0,4	0,4	0,6	0,4	1,4	1,5	1,4
Nbre d'espèces annuelles	8	16	9	6	12	9	5	6	5
Nbre d'espèces vivaces	3	3	2	4	5	5	8	9	10
Nbre total d'espèces (N)	11	19	11	9	17	14	13	15	15

**Tableau 11 : Caractéristiques floristiques de la première station (dune de Bomo) aux trois niveaux de la dune pendant les saisons considérées.**

La hauteur moyenne de la végétation est globalement plus élevée au sommet de la dune (1,4 m en moyenne) par rapport au milieu et au bas de la dune (0,4 à 0,6 m selon la saison), à ce niveau (bas) les espèces dominantes sont des annuelles sous forme de coussinets au ras du sol (Tableau 11 ).

La valeur du coefficient de similitude de Jaccard est calculée (Tableau 12 ) en prenant en considération un seul relevé par saison (sur 5) : l'espèce est considérée comme présente si elle se trouve dans 3 relevés minimum sur 5 du même transect ; cet indice nous donne une appréciation sur la variabilité spécifique en fonction du niveau et de la saison (variation spatio-temporelle).

St1	B <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	M <sub>1</sub> M <sub>2</sub>	M <sub>1</sub> M <sub>3</sub>	M <sub>2</sub> M <sub>3</sub>	S <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub> S <sub>3</sub>	S <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
Sxy I	0,50	<b>0,37</b>	0,57	0,42	0,41	0,63	0,55	0,55	<b>0,66</b>
(%)	50	37	57	42	41	63	55	55	66
	Hiver 90			Printemps 91			Hiver 91		
	B <sub>1</sub> M <sub>1</sub>	B <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	M <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> M <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	M <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	B <sub>3</sub> M <sub>3</sub>	B <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	M <sub>3</sub> S <sub>3</sub>
Sxy II	0,31	0,26	0,27	0,50	0,21	0,33	<b>0,56</b>	<b>0,18</b>	0,31
(%)	31	26	27	50	21	33	56	18	31

**Tableau 12 : Comparaison des relevés du même niveau de la dune à différentes saisons (I) et aux trois niveaux de la même dune à la même saison (II), pour la première localité (St.1).**

Le Tableau 12 illustre les valeurs du coefficient de la première station entre les différents niveaux de la dune à la même saison. Elle varie de 0,37 (hiver 90 / hiver 91) pour le bas et 0,66 (printemps 91 / hiver 91) au sommet.

La similitude est plus grande entre le bas et le milieu à la même saison puisque la valeur varie entre 0,31 à 0,56 que celle entre le bas et le sommet où elle oscille entre 0,18 (hiver 91) à 0,26 (hiver 90). Celle trouvée entre le milieu et le sommet est faible, elle varie entre 0,27 ( hiver 90) et 0,33 (printemps 91).

## *2. Comportement de l'oyat : Période Printemps 90 - Hiver 91*

Le Tableau 13 résume les caractères mesurés sur les touffes d'oyat aux trois niveaux de la première dune pour la période: Printemps 90 à l'Hiver 91.

Durant les quelques saisons d'observation (une année et demi) sur les dunes de Bomo-plage, l'oyat présente les caractéristiques suivantes:

1) La hauteur moyenne des touffes (adultes) d'oyat varie de 0,60m à 1,50m, la valeur la plus faible est notée au bas de la dune pour toutes les saisons : 0,85m (H 90); 0,60m (P 91); 0,65 (H 91). Les petites touffes (pousses) issues de la reproduction végétative a partir de rizhomes émis suivant la pente du sol présentent les plus faibles dimensions. La valeur la plus élevée est celles des touffes poussant au milieu de la dune: 1,5m s(E 90); 1,1m (H 90), 1,25m (P 91), 1,20m (H 91) et représentent le recouvrement le plus important (50% en moyenne ). Ces trois valeurs sont inférieures à la première par l'influence du nombre plus élevé de pousses.

2) Le taux de recouvrement de l'oyat est plus faible au bas de la dune (jeunes pousses dominantes mais dispersées).

3) Le repos végétatif de l'oyat débute en été, se poursuit en automne, elle entre en activité dès la fin de l'automne après les premières pluies de la saison et le retour de la fraîcheur. Cette entrée en activité est marquée essentiellement par la production de petites pousses ça et là au bas et au milieu de la dune.

La fréquence des pousses augmente au bas de la dune avec une valeur de 0,4 , 0,8 puis 0,88 en hiver 90, printemps 91 et hiver 91 respectivement; puis au milieu avec une valeur de 0,5 , 0,6 et 0,75 pour les mêmes saisons respectivement.

4) La floraison débute la fin avril, le début mai, les caryopses sont mûrs le début juin et se maintiennent dans les épis jusqu'à la mi-juin. Dès le début de l'été, les épis se vident, quelques feuilles se fânent et se replient. La densité des ports florescents observée varie de 0,3 épi au mètre carré, au bas de la dune, valeur la plus faible ( Printemps 91) à 3,1 , valeur la plus élevée.

La présence de touffes moribondes est importante au sommet de la dune (0,15 au m<sup>2</sup>), elles sont totalement absentes au bas de la dune.

En analysant le Tableau 13 , la relation entre le nombre des espèces vivaces et la fréquence des reliques de l'oyat semble évidente. La plus grande fréquence (0,15) coïncide avec le plus grand nombre d'espèces vivaces.

Caractères mesurés		Hauteur moyenne touffes(m)	Taux de recouvrement moyen	Stade de développement	Densité des ports florescents (nbre épi/m <sup>2</sup> )	Fréquence Pousses (nbre/m <sup>2</sup> )	Fréq. touffes reliques (nbre/m <sup>2</sup> )	Nbre. espèces vivaces	Nbre espèces annuelles
Période	Relevés								
Print. 90	R (milieu)	0,95	50	Epiaison(floraison)	3,1	1,1	-	-	-
Eté 90	R' (milieu)	1,5	50	végétatif	-	0,1	-	-	-
Hiver 90	B <sub>1</sub> (bas)	0,85	40	végétatif	-	0,40	0	3	8
	M <sub>1</sub> (milieu)	1,1	60	"	-	0,50	0,05	4	6
	S <sub>1</sub> (sommet)	1,1	40	"	-	0	0,15	8	5
Print. 91	B <sub>2</sub> (bas)	0,60	50	végétatif (pousses)	0,3	0,80	0	3	16
	M <sub>2</sub> (milieu)	1,25	60	épiaison maturation	2,6	0,60	0,05	5	12
	S <sub>2</sub> (sommet)	1,05	45	"	2,5	0	0,15	9	6
Hiver 91	B <sub>3</sub> (bas)	0,65	35	végétatif	-	0,88	0	2	9
	M <sub>3</sub> (milieu)	1,20	50	"	-	0,75	0,05	5	9
	S <sub>3</sub> (sommet)	1,05	45	"	-	0	0,15	10	5

**Tableau 13 :Caractéristiques phénologiques de l'oyat sur les dunes de Bomo plage pour la période Printemps 1990 à l'hiver 1991.**

Caractères mesurés		Haut. moy. touffes (m)	Taux de recouvrement moyen (%)	stade de développement	Densité des ports florescents (nbre épi/m <sup>2</sup> )	Fréquence Pousses (nbre/m <sup>2</sup> )	Fréq. touffes reliques (nbre/m <sup>2</sup> )	Nbre. espèces vivaces	Nbre espèces annuelles
Période	Relevés								
Print. 92	B <sub>4</sub> (bas)	0,55	40	Végétatif (pousses)	0,37	0,625	0	1	12
	M <sub>4</sub> (milieu)	1,05	50	Epiaison	4,37	0,30	0	2	19
	S <sub>4</sub> (sommet)	1,10	60	Epiaison	3,31	0,30	0,125	3	3
Aut. 92	B <sub>5</sub> (bas)	0,7	30	Végétatif	-	0,50	0	2	5
	M <sub>5</sub> (milieu)	1,10	50	Végétatif	-	0,18	0	3	5
	S <sub>5</sub> (sommet)	1,10	60	Végétatif	-	0,25	0,125	4	0
Print. 93	B <sub>6</sub> (bas)	0,55	40	Végétatif (pousses)	0,27	0,68	0	2	15
	M <sub>6</sub> (milieu)	1,1	50	Floraison (Epiaison)	5,18	0,75	0	3	16
	S <sub>6</sub> (sommet)	1,2	60	Floraison (Epiaison)	5,25	0,30	0,125	4	1

**Tableau 14 : Caracteristiques phénologiques de l'oyat sur les dunes d'étoile plage pour la période Printemps 92 - Printemps 93 .**



### III-1-2. Etude de la composition floristique accompagnant l'oyat et comportement de l'oyat sur la dune d'Etoile-plage (versant ouest) :

#### 1. Etude de la composition floristique :

La hauteur moyenne de la végétation est plus importante au sommet qu'au bas de la dune (Tableau 15).

Station 2	BAS			MILIEU			SOMMET		
	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>6</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>
Saison	P 92	A 92	P 93	P 92	A 92	P 93	P 92	A 92	P 93
Recouvrement (%)	40-50	10-20	30-40	50-60	20-30	50-60	40-50	40-50	50-60
Hauteur moyenne (m)	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	0,5	1,5	1,5	1,5
Nbre d'espèces annuelles	12	5	15	19	5	17	3	0	1
Nbre d'espèces vivaces	1	2	2	2	3	3	3	4	4
Nbre total d'espèces (N)	13	7	17	21	8	20	6	4	5

**Tableau 15 : Caractéristiques floristiques de la seconde station (dune d'Etoile) aux trois niveaux de la dune pendant les saisons considérées .**

-\*- Au sommet, les touffes âgées de l'oyat sont accompagnées de plantules de *Pistacia lentiscus* et *Juniperus Phoenicea*, d'abord, au printemps 92, puis celles de *Retama monosperma* pendant les saisons d'observation suivantes (Fig.6B).

\* Tandis qu'au milieu, (Tableau 17) nous assistons à la présence de quelques pieds de *Chamaerops humilis* au printemps 92, en automne et au printemps 93; puis l'apparition de quelques plantules de *Retama monosperma* en automne et au printemps suivant avec une nette dominance de touffes d'oyat (Fig 6B).

\* Au bas de la dune, seule l'oyat est représentée, parmi les espèces vivaces, et en automne 92, *Crucianella maritima* fait son apparition avec une faible présence (CAD : +), (Fig.6B, Tableau 18) et persiste au printemps 93.

-\*- Concernant les espèces annuelles, leur nombre est le plus faible en automne aux trois niveaux de la dune avec une valeur légèrement plus élevée au milieu (5), nulle au sommet (Tableau 15).

\* Au printemps 92, au sommet (Tableau 16), il y a la présence de trois espèces qui ne réapparaissent pas pendant les quatre saisons suivantes (d'observation), une seule est présente au printemps 93, c'est *Brassica fruticulosa*, (Fig. 7B), dont les tiges se trouvent piégées entre les touffes de l'oyat.

\* Au bas et au milieu de la dune, la présence d'espèces annuelles et bisannuelles est plus importante. Ainsi, au milieu de la dune, la variation spécifique est encore plus importante, ainsi le nombre d'espèces n'ayant pas réapparu au printemps 93, depuis le printemps précédent, est de 6, exemple: *Sedum sediforme*, *Astragalus Baecticus*, *Cakile maritima*, *Silene arenaria*.

**A- Sommet de la dune**

PERIODE N° de relevé / période	PRINTEMPS 92					AUTOMNE 92					PRINTEMPS 93				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Espèces vivaces															
<i>Ammophila arenaria</i>	3.3	3.2	3.3	3.2	.	3.3	3.3	3.2	.	3.2	3.2	3.3	3.3	3.2	3.2
<i>Retama monosperma ssp Bovei</i>	.	.	.	.	.	1.1	.	2.2	1.1	1.1	+	.	.	+	+
<i>Crucianella maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chamaerops humilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juniperus Phoenicea ssp lycia</i>	+	.	+	.	+	+	.	+	.	+	+	.	+	+	.
<i>Pistacia lentiscus</i>	.	+	+	+	.	.	+	.	+	+	+	+	.	+	.
Espèces annuelles et bisannuelles															
<i>Anthemis Boverina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Astragalus Baeticus</i>	1.1	+	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene sp</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eryngium maritimum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum sediforme</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago coronopus ssp macrorrhiza</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ononis variegata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orlaya maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio Leucanthemifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cakile maritima</i>	2.1	1.1	1.1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Malcomia arenaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gastroidium lendigerum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echium arenarium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Reichardia tingitana ssp eu- tingitana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Reseda alba</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sinapis pubescens</i>	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Malcomia parviflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea sphaerocephala</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corynephorus articulatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chenopodium murale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Triplachne nitens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brassica fruticulosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.
<i>Diploaxis sp</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum maritimum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asparagus stipularis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asphodelus tenuifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lotus creticus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vulpia membranacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carthamus sp</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

**Tableau 16 - Relevés floristiques de la deuxième station ( dune d'Etoile Plage)  
pendant la période : Printemps 1992 au Printemps 1993.**

**B - Milieu de la dune**

PERIODE N° de relevé / période	PRINTEMPS 92					AUTOMNE 92					PRINTEMPS 93				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<u>Espèces vivaces</u>															
<i>Ammophila arenaria</i>	3.2	.	2.2	3.2	+	2.2	2.2	+	+	2.2	3.2	+	3.2	.	3.2
<i>Retama monosperma ssp Bovei</i>	.	.	.	.	.	1.1	+	+	+	.	+	+	1.1	.	+
<i>Crucianella maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chamaerops humilis</i>	1.1	+	.	1.1	.	.	1.1	1.1	.	+	+	+	.	+	.
<i>Juniperus Phoenicea ssp lycia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pistacia lentiscus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Espèces annuelles et bisannuelles</u>															
<i>Anthemis Boverina</i>	2.1	2.1	+	+	2.1	.	.	.	.	.	+	+	.	1.1	1.1
<i>Astragalus Baeticus</i>	1.1	+	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene sp</i>	1.1	1.1	.	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eryngium maritimum</i>	2.1	2.1	+	1.1	2.1	.	.	.	.	.	+	2.1	1.1	2.1	2.1.
<i>Sedum sediforme</i>	1.1	1.1	1.1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago coronopus ssp macrorrhiza</i>	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	+	1.1	+	+	.	.	+
<i>Ononis variegata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	2.1	.	2.2	1.1
<i>Orlaya maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.
<i>Daucus carota</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	+	1.1	+
<i>Senecio Leucanthemifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cakile maritima</i>	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Malcomia arenaria</i>	1.1	+	+	1.1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gastroidium lendigerum</i>	.	.	.	.	.	1.1	+	1.1	.	1.1	.	.	.	.	.
<i>Echium arenarium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Reichardia tingitana ssp eu- tingitana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+
<i>Reseda alba</i>	.	.	.	.	.	+	1.1	+	.	+	1.1	.	1.1	.	+
<i>Sinapis pubescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Malcomia parviflora</i>	+	+	+	.	1.1	.	.	.	.	.	1.1	1.1	+	.	1.1
<i>Centaurea sphaerocephala</i>	2.1	2.1	2.1	.	+	.	.	.	.	.	+	+	1.1	1.1	.
<i>Corynephorus articulatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.1	+	+	.
<i>Chenopodium murale</i>	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.
<i>Triplachne nitens</i>	+	.	+	+	+	.	+	.	+	+	1.1	.	.	+	1.1
<i>Brassica fruticulosa</i>	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	1.1	1.1	+	+	.
<i>Diploaxis sp</i>	1.1	1.1	+	.	+	.	.	.	.	.	1.1	+	.	1.1	1.1
<i>Polygonum maritimum</i>	+	1.1	+	+	.	1.1	2.1	.	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Asparagus stipularis</i>	+	+	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asphodelus tenuifolius</i>	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lotus creticus</i>	+	+	.	+	1.1	.	.	.	.	.	1.1	+	+	.	+
<i>Vulpia membranacea</i>	1.1	+	+	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carthamus sp</i>	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+

**Tableau 17 - Relevés floristiques de la deuxième station ( dune d'Etoile Plage)  
pendant la période : Printemps 1992 au Printemps 1993.**

**C - Bas de la dune**

PERIODE N° de relevé / période	PRINTEMPS 92					AUTOMNE 92					PRINTEMPS 93				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<u>Espèces vivaces</u>															
<i>Ammophila arenaria</i>	3.2	3.2	3.1	.	2.2	2.2	2.2	2.2	+	+	3.2	3.2	+	2.2	+
<i>Retama monosperma ssp Bovei</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crucianella maritima</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	+	.	+	.
<i>Chamaerops humilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juniperus Phoenicea ssp lycia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pistacia lentiscus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Espèces annuelles et bisannuelles</u>															
<i>Anthemis Boverina</i>	1.1	1.1	+	+	1.1	.	.	.	.	.	+	1.1	.	+	+
<i>Astragalus Baeticus</i>	+	+	.	.	+	1.1	.	1.1	+	+	.	.	.	.	.
<i>Silene sp</i>	2.1	2.1	1.1	.	2.1	.	.	.	.	.	1.1	1.1	+	1.1	.
<i>Eryngium maritimum</i>	1.1	+	1.1	1.1	+	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.
<i>Sedum sediforme</i>	1.1	.	.	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago coronopus ssp macrorrhiza</i>	.	.	.	.	.	1.1	1.1	1.1	.	+	1.1	+	+	1.1	.
<i>Ononis variegata</i>	2.2	2.1	2.1	1.1	+	.	.	.	.	.	2.1	+	1.1	2.1	1.1
<i>Orlaya maritima</i>	2.2	2.1	2.1	.	+	.	.	.	.	.	1.1	1.1	1.1	.	+
<i>Daucus carota</i>	1.1	1.1	+	.	1.1	.	.	.	.	.	1.1	+	+	1.1	1.1
<i>Senecio Leucanthemifolius</i>	+	+	1.1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cakile maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Malcomia arenaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gastridium lendigerum</i>	1.1	+	+	1.1	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Echium arenarium</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	1.1	.	1.1	+	+
<i>Reichardia tingitana ssp eu- tingitana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	+	1.1
<i>Reseda alba</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.
<i>Sinapis pubescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Malcomia parviflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea sphaerocephala</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	+	1.1	+
<i>Corynephorus articulatus</i>	2.1	1.1	2.1	.	+	.	.	.	.	.	1.1	1.1	+	.	1.1
<i>Chenopodium murale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.
<i>Triplachne nitens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brassica fruticulosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Diploaxis sp</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum maritimum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asparagus stipularis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asphodelus tenuifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lotus creticus</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+	.	+	+	.
<i>Vulpia membranacea</i>	1.1	1.1	.	+	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carthamus sp</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+

**Tableau 18 - Relevés floristiques de la deuxième station ( dune d'Etoile Plage)  
pendant la période : Printemps 1992 au Printemps 1993.**

D'autres apparaissent en automne telles que: *Plantago coronopus*, *Reseda alba*, *Gastridium lendigerum*, d'autres ne marquent leurs présence qu'au printemps 93 telles que: *Ononis variegata*, *Reichardia tingitana*, *Orlaya maritima*, *Corynephorus articulatus* et *Daucus carota* (Fig.7B, Tableau 17).

★ Le nombre des annuelles est 12 au bas de la dune au printemps 92 et 15 au printemps suivant, mais quelques unes ne réapparaissent pas au printemps 93 à ce niveau, telles que: *Sedum sediforme*, *Astragalus Baeticus*, *Gastridium lendigerum*, *Vulpia membranacea*, *Senecio leucanthemifolius*, d'autres marquent leurs présence seulement au printemps 93 telles que: *Reseda alba*, *Carthamus lanatus*, *Reichardia tingitana* ssp *eu-tingitana*, *Centaurea sphaerocephala*, *Chenopodium murale* et *Carthamus sp*; seules *Plantago coronopus*, *Echium arenarium*, et *Lotus creticus* persistent depuis l'automne (Fig. 7B, Tableau 18).

La comparaison de la composition floristique a fourni des résultats variables (Tableau 19 ).

La similitude floristique est la plus élevée au sommet de la dune entre l'automne 92 et le printemps suivant ( $S_{xy}=0,80$ , Tableau 19-I )

La valeur du coefficient est de 0,42 et 0,37 respectivement : printemps 92 / automne 92 et printemps 92 / printemps 93 pour le sommet. La composition floristique, au milieu de la dune au printemps 92, est « similaire » à 41% avec celle du printemps 93, ainsi 36% au bas de la dune pour les mêmes saisons (Tableau 19-I). Nous avons noté une similitude de 80% au sommet entre l'automne 92 et le printemps suivant, ce résultat est favorisé par le nombre élevé d'espèces vivaces.

St2	B <sub>4</sub> B <sub>5</sub>	B <sub>4</sub> B <sub>6</sub>	B <sub>5</sub> B <sub>6</sub>	M <sub>4</sub> M <sub>5</sub>	M <sub>4</sub> M <sub>6</sub>	M <sub>5</sub> M <sub>6</sub>	S <sub>4</sub> S <sub>5</sub>	S <sub>4</sub> S <sub>6</sub>	S <sub>5</sub> S <sub>6</sub>
S <sub>xy</sub> I	0,17	0,36	0,26	<b>0,11</b>	0,41	0,27	0,42	0,37	<b>0,80</b>
(%)	17	36	26	11	41	27	42	37	80
	Printemps 92			Automne 92			Printemps 93		
	B <sub>4</sub> M <sub>4</sub>	B <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	M <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	B <sub>5</sub> M <sub>5</sub>	B <sub>5</sub> S <sub>5</sub>	M <sub>5</sub> S <sub>5</sub>	B <sub>6</sub> M <sub>6</sub>	B <sub>6</sub> S <sub>6</sub>	M <sub>6</sub> S <sub>6</sub>
S <sub>xy</sub> II	0,41	0,11	<b>0,03</b>	0,25	0,10	0,20	<b>0,60</b>	0,09	0,13
(%)	41	11	03	25	10	20	60	09	13

**Tableau 19 : Comparaison des relevés du même niveau de la dune à différentes saisons (I) et aux trois niveaux de la même dune à la même saison (II), pour la deuxième localité (St.2).**

Les affinités floristiques sont faibles entre le bas et le sommet de la dune (à la même saison) (Tableau 19 II ). Le coefficient de similitude varie de 0,11 au printemps à 0,10 en automne 92 et 0,09 au printemps 93. Elles sont plus marquées en comparant le bas et le milieu (à la même saison),  $S_{xy}$  varie de 0,25 (automne) à 0,60 (printemps).

La plus faible valeur du coefficient est trouvée entre le milieu et le sommet, et entre le bas et le sommet.

**Remarque:** En été, seules les espèces vivaces persistent (dans les deux stations) et traversent cette période de sécheresse en réduisant au maximum leur activité métabolique.

## 2. Comportement de l'oyat sur la dune d'Etoile-plage:

L'illustration des résultats des caractères mesurés sur les touffes de *Ammophila arenaria* sur les dunes aux trois niveaux est faite sur le Tableau 14 .

Dans ce site, les touffes d'oyat ont un développement luxuriant et présentent une meilleure vigueur par rapport à celle de la première station, ceci se traduit par un recouvrement relativement plus important au sommet (60%). La fréquence de la floraison est sensiblement plus élevée au sommet et au milieu où elle varie de 4,37 / 5,18 pour le milieu et 3,31 / 5,25 pour le sommet; et surtout un taux de touffes moribondes très faible (0,125%).

Parallèlement, à ces niveaux, le nombre d'espèces vivaces est très restreint et pratiquement pas d'espèces annuelles. Tandis qu'au milieu et au bas de la dune, le nombre d'espèces annuelles important au printemps en présence des petites touffes et des pousses d'oyat dont la fréquence est maximale à cette période de l'année.

Nous notons également que le nombre de pousses en automne n'est pas nul ce qui peut traduire la reprise de l'activité végétative de la plante à cette période de l'année aux trois niveaux de la dune.

### III-1-3. Etude pédologique:

Les résultats des analyses physico-chimiques de trois échantillons-types de sols de la deuxième station aux 3 niveaux de la dune correspondent respectivement à B<sub>4</sub>, M<sub>4</sub> et S<sub>4</sub> (Printemps 92), pour la première station: les échantillons ont été récoltés au printemps 90 respectivement du bas au sommet: R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, sont présentés dans le Tableau 21. .

	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	M <sub>4</sub>	S <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>
<b>Altitude</b>	20	25	50	15	20	40	20
<b>Pente (%)</b>	5	15-20	5-25	10	15	15	20
<b>Exposition</b>	W	W	TTE	W	W	TTE	W
<b>Stucture</b>	Particulaire	Particulaire	Particulaire	Particulaire	Particulaire	Particulaire	Particulaire
<b>Couleur</b>	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune

**Tableau 20 : Caractéristiques stationnelles des relevés des échantillons de sol.**

Le Tableau 20 présente les caractéristiques stationnelles relatives aux relevés pédologiques.

		GRANULOMETRIE			pH	CaCO <sub>3</sub> Total (%)	CaCO <sub>3</sub> Actif (%)	C.O. (%)	M.O. (%)
		SG%	SF%	L+A %					
<b>Bomo- plage ST1</b>	<b>R<sub>1</sub></b>	96,97		2,68	8,4	-	-	0,230	0,460 très pauvre
	<b>R<sub>2</sub></b>	97,29		2,36	8,7	-	-	0,384	0,768 très pauvre
	<b>R<sub>3</sub></b>	96,65		3,36	8,4	-	-	0,815	1,690 pauvre
<b>Etoile plage ST2</b>	<b>B<sub>4</sub></b>	67,45	31,72	0,83	8,1	25,0 moyenne	0,125	0,922	<b>1,84</b> pauvre
	<b>M<sub>4</sub></b>	36,15	61,75	2,10	8,2	22,5 moyenne	1,000	0,707	1,41 pauvre
	<b>S<sub>4</sub></b>	57,72	41,40	0,88	7,9	22,5 moyenne	0,800	0,800	1,60 pauvre
<b>Bousfer plage*</b>		<b>87,03</b>	<b>2,70</b>	0,27	7,9	<b>30,0</b> forte	0,500	<b>0,153</b>	<b>0,30</b> pauvre

**Tableau 21 : Résultats d'analyses pédologiques**

(\*) : 3<sup>e</sup> station où *Ammophila arenaria* n'existe pas (Printemps 93).

Nous pouvons retenir les principales caractéristiques ressortant du Tableau 21 :

a- La fraction grossière (>0,05mm) est largement dominante déterminant une texture strictement sableuse (taux de sable >90% pour tous les échantillons), la proportion des sables fins et sables grossiers est variable, exemple: au bas de la dune (station 2) le taux de SG est de 67,45%, celui du SF il est de 31,72%, au milieu, SG : 36,15 et SF : 61,75% au sommet, SG : 57,72% et SF : 41,4%.

Le taux de limon et argile varie sensiblement avec l'altitude. La dune de Bomo possède un taux de L+A légèrement plus important que celui de la deuxième station, exemple: au sommet cette valeur est 3,36% contre 0,88%. GRATINI (1987) affirme que dans les dunes mobiles, il n'y a pas d'argile avec un taux de sable de 88%.

La fraction comprise entre 0,5 et 0,16 mm est dominante dans tous nos échantillons et constitue de 60 à 89% de la fraction sableuse.

La fraction caillouteuse (>2mm) est presque inexistante sauf la présence de quelques débris de coquilles et des fragments de racines. La plupart des grains de sable sont luisants et sub-émoussés, ce qui traduit une action éolienne certaine où la pédogénèse est presque nulle (REMAOUN, 1981).

**Remarque:** Au niveau des dunes de Bou Sfer-plage qui se trouvent à l'extrémité sud du cordon dunaire de Cap Falcon où il n'y aucun pied d'oyat, le taux de sable grossier est de 87,036 et celui du sable fin, de 14,7%, (le taux de calcaire total est de 30% et celui de la matière organique 0,3%).

b- Le pH présente des valeurs entre 7,9 (S<sub>4</sub>) et 8,7 (R<sub>2</sub>) et reflète le caractère basique des sols dunaires où le taux de calcaire est compris entre 22,5 et 25%, il est de 30% pour la station de Bousfer plage, ce calcaire peut avoir deux origines possibles : débris de coquilles (origine marine) et (ou) désagrégation des roches sous-jacentes (grès calcaire pliocène). L'oyat croît bien quand le taux de calcaire est élevé (GRATINI, 1987).

c- Le taux de calcaire actif, par contre est faible et varie de 0,1% à 1%.

d- Le taux de calcaire organique est également faible: 0,2 à 0,1% et ainsi, celui de la matière organique est très faible. Les valeurs se rapprochent, les plus faibles se trouvent au niveau des échantillons de sol de Bomo-plage (de 0,46 à 1,69%) et les plus élevées au niveau de la deuxième station ( de 1,41 à 1,8).

### III-2- DISCUSSION:

L'étude de la composition floristique des deux stations nous a révélé les faits suivants:

1- La composition floristique, révélée par les coefficients de similitude, change d'une saison à une autre, au niveau de la dune, surtout par rapport aux espèces annuelles.

2- Les formes biologiques dominantes rencontrées sont différentes selon le niveau de la dune.

3- Les espèces rencontrées sont différentes aux mêmes niveaux des deux dunes étudiées, la valeur du coefficient de similitude la plus élevée est relative aux relevés effectués au printemps 91, pour la station 1 et au printemps 93 dans la seconde, elle est de 0,44 (Tableau 22 ). La similitude floristique est donc faible entre les deux dunes .

	BAS	MILIEU	SOMMET
H 90/P 92	0,20	0,10	0,26
H 90/A 92	0,28	0,20	0,30
H 90/P 93	0,27	0,15	0,28
P 91/P 92	0,39	0,15	0,16
P 91/A 92	0,23	0,19	0,26
P 91/P 93	<b>0,44</b>	0,23	0,25
H 91/P 92	0,41	0,13	0,23
H 91/A 92	0,20	0,15	0,26
H 91/P 93	0,33	0,41	0,25

**Tableau 22 : Comparaison de la composition floristique des deux dunes aux mêmes niveaux pendant les quatre saisons d'observation**

Ainsi, mis à part la présence de touffes d'oyat dispersées un peu partout, avec une physionomie, une fréquence, et une taille sensiblement différentes, nous pouvons distinguer des strates selon l'altitude (des deux stations):

-Au bas de la dune, la strate herbacée est la strate dominante.

-Au milieu de la dune, la strate herbacée accompagnée de la strate buissonnante (*Retama*, l'oyat, *Chamaerops humilis* dans la première station).

-Au sommet de la dune, ce sont les strates arbustive et buissonnante qui dominent, accompagnées de la strate herbacée.

La strate herbacée étant formée essentiellement par des thérophytes telles que: *Ononis variegata* (station 1 et 2); *Anthemis Boverina* (station 1 et 2), *Daucus carota* (station1), *Eryngium maritimum* (station 1), *Gastroidium lendigerum* (station 2) etc.



La strate buissonnante est formée par des hémicryptophytes et les chamaephytes tels que: *Chamaerops humilis* (station 1 et 2) et la strate arbustive par des plantules d'espèces vivaces, telles que: *Juniperus Phoenicea* (station 2), et des phanérophytes, ex: *Pistacia lentiscus*, *Juniperus oxycedrus* (station 1).

La distribution, la fréquence et la densité des espèces surtout annuelles, reflétées par la composition différente d'une saison à une autre et d'une station à une autre peuvent s'expliquer par le changement temporaire et local d'un ou plusieurs facteurs écologiques surtout climatiques, comme l'affirment DJELLOULI et DAGET (1988) en mettant l'accent sur le rôle des conditions climatiques qui précèdent l'observation, sur la germination et le développement des annuelles en région aride; DJEBAILI (1983) précise que le nombre des espèces annuelles pourrait varier en fonction de la corrélation de variables du milieu, pour la même région. Ainsi la présence d'espèces annuelles en hiver (station 1) traduit la clémence de la température et la bonne humidité car le maximum de précipitations dans cette région est notée à cette saison, tandis que son minimum s'observe en été où seulement les touffes d'oyat et quelques espèces vivaces persistent.

Le vent paraît avoir, dans ces milieux un rôle non négligeable par sa fréquence et son intensité comme le notent GEHU-FRANK (1975-1977 in LECLERC, 1985) et KUHNHOLZ-LORDAT (1929 in LECLERC, 1985), CORRE (1981), AIME (1982), ELAFIFI (1986) en affirmant que la dynamique éolienne est la cause de la sériation de la végétation dans ces zones. L'action du vent se traduit de différents façons:

1-Action desséchante: surtout au printemps, en été et parfois même en automne, les vents secs dessèchent la surface du sol, entraînant des quantités variables de sable, en augmentant l'évaporation et la mobilité des particules fines de sable.

2-Transport: avec les grains de sable, des graines de thérophytes sont transportées loin de leur site de production, ce qui peut expliquer l'absence ou la disparition de quelques espèces la saison suivante même si les autres facteurs climatiques sont favorables à leur germination.

3-Les graines peuvent être mises à nu, donc la germination est impossible.

4-Les graines peuvent être enfouies par des mouvements en masse de sable (déflation intense ou accumulation).

En outre, la forme en drapeau des quelques espèces vivaces y compris l'oyat reflète l'action des vents dominants du secteur ouest et sud-ouest sur les versants (ouest) des deux dunes étudiées.

Une fois la plante annuelle établie, sa physionomie lui permet de s'adapter aux conditions climatiques et édaphiques par un port en coussinet au ras du sol (cas de *Orlaya maritima*, *Ononis variegata*, *Lotus creticus*, *Crucianella maritima* etc.), ainsi qu'un bon développement du système racinaire (vue la structure meuble et aérée du sol dunaire), mais encore une fois l'action du vent peut à tout moment mettre les racines à nu ou provoquer un enfouissement et la disparition de ces plantes. Leur disparition n'a pas d'effet apparent sur l'enrichissement des sables dunaires en éléments nutritifs (KILLIAN, 1943), pas plus que leur présence stoppe l'effet du vent contrairement aux espèces ligneuses (AIME et PENVEN, 1982).

La floraison de ces espèces annuelles peut disparaître avec les premières chaleurs du début de l'été (KILLIAN, 1943) qui dessèchent la surface du sol ce qui explique encore une fois la disparition de quelques unes d'entre elles.

En prenant l'exemple de la dune de Bomo-plage avec la composition floristique à ces trois niveaux, nous pouvons diviser ce biotope, globalement en trois micro-habitats en se référant à la description de KILLIAN (1943), DOING (1971,1985), (GEHU *et al* 1987), CORRE (1987) et celle de AIME (1991) par rapport à la végétation (mises à part quelques espèces qui se retrouvent en même temps au bas et au milieu de la dune ou au milieu et au sommet qui peut exprimer le possible chevauchement d'unités d'un niveau à un autre car la limite des différents niveaux est difficilement discernable, nous retrouvons schématiquement les types suivants:

1-Le bas de la dune (espèces thérophytes annuelles), correspond à la végétation des dunes côtières non consolidées de sable vif, décrite par AIME et PENVEN (1982), exemple: *Silene arenaria*, *Eryngium maritimum*.

2-Le milieu de la dune est colonisé par des espèces essentiellement psammophiles telles que *Lotus creticus* subsp *eu-creticus*, *Ononis variegata*, *Plantago coronopus* ssp *macrorrhiza*, *Reichardia tingitana* ssp *eu-tingitana*, *Brassica fruticulosa* (station 2), *Senecio leucanthemifolius*, *Triplachne nitens*, *Retama monosperma* ssp *Bovei*, toutes ces espèces sont classées parmi les psammophytes préférentielles des formations dunaires littorales par ALCARAZ (1982) et cette partie de la dune correspond aux dunes semi-fixées, instables, où l'accumulation de sable est modérée. Le puissant système racinaire des psammophytes garantit aux sables une meilleure fixation (KILLIAN, 1943).

3-Le sommet de la dune est colonisé par des espèces arbustives et buissonnantes correspondant aux dunes fixées et stables (KILLIAN, 1943; AIME *et al*, 1983; AIME, 1991).

Les espèces rencontrées sont principalement *Retama monosperma*, qui se développe sur les zones préalablement stabilisées par l'oyat (AIME et PENVEN, 1982) et prépare à l'installation d'autres espèces ligneuses, par *Juniperus Phoenicea* ssp *lycia* dont la présence indique, selon DJELLOULI et DAGET (1988), un climat semi-aride moyen et supérieur froid; le groupement à *J. Phoenicea*, par ailleurs, représente, selon ZAFFRAN (1960), un stade transitoire qui s'inscrit dans la classe de Quercetea et précède le groupement à chênes divers, climax jamais atteint dans les dunes littorales en raison des dégradations importantes et la rigueur des facteurs du milieu, mais constitue avec *Juniperus oxycedrus* ssp *macrocarpa*, le climax dunaire (ALCARAZ, 1982).

-*Rumex bucephaloporus*: décrite par ALCARAZ (1982) sur le littoral oranais dans la juniperaie et la suberaie sur sols sableux.

-*Pistacia lentiscus*: classée par ALCARAZ (1982) parmi les espèces qui indiquent les matorrals et l'ambiance forestière sur le littoral en compagnie de *Chamaerops humilis*.

Selon le même auteur, toutes ces espèces (vivaces) participent à la stabilisation de la dune.

Des espèces rencontrées sont typiques des formations dunaires littorales, en plus des espèces citées, il s'agit de: *Anthemis Boverina*, *Crucianella maritima*, cette dernière se trouve au bas de la dune (station 1), mais que GRATINI (1987) et AIME (1991) citent sur les substrats consolidés; *Centaurea sphaerocephala*, *Reseda alba* ssp *maritima*, *Cyperus kalli*, *Orlaya maritima*, *Malcomia arenaria* font également partie de notre liste floristique (les deux dernières espèces sont communes aux sables littoraux et continentaux d'après ALCARAZ (1982)).

La présence d'*Eryngium maritimum* traduit selon DOING (1977) et CORRE (1985), la présence relative de la matière organique (sur la station 2 le taux est plus élevé en M.O. par rapport à la station 1 (1,4 à 1,6%)).

*Corynephorus articulatus* ssp *oranensis* est une espèce endémique du littoral oranais (ALCARAZ, 1982), elle est présente dans la seconde station (Etoile) pendant le printemps, absente dans la première, elle est bien adaptée à la sécheresse et à l'ensablement. D'après AIME (1991), il existe un endémisme marqué dans la région littorale oranaise provoqué par le caractère contraignant des conditions écologiques locales.

La présence d'autres espèces, non essentiellement à «caratère littoral», peut être accidentelle (apport des graines par le vent, par les troupeaux, par l'homme etc..). Elles sont classées compagnes dans le groupement à *Ammophila* de cette région (ALCARAZ, 1982) telles que: *Sedum sediforme*, *Lobularia maritima*, *Chenopodium murale*. Cette dernière est citée par DOING (1971) sur les dunes anciennes, paraboliques des côtes Hollandaises.

Les espèces qui viennent se piéger entre les touffes de l'oyat sont principalement: *Brassica fuciculosa*, *Lotus creticus*, *Daucus carota*, *Diplotaxis* sp, elles y trouvent la stabilité recherchée pour leur développement. Celles qui forment pendant la saison favorable, des petits coussinets plus ou moins dispersés sont *Plantago coronopus*, *Orlaya maritima*, *Ononis variegata*, *Malcomia littorea*.

La plupart des unités taxonomiques rencontrées sont citées par les auteurs ayant étudié la phytosociologie dunaire littorale (KILLIAN, 1943; ZAFFRAN, 1960; AIME et PENVEN, 1982; ALCARAZ, 1982; AIME et al, 1983; MEZIANI, 1984) qui appartiennent principalement à la classe de l'*Ammophiletea* (Association: *Ammophiletum arundinaceae*).

Nous assistons donc, au niveau de la dune de Bomo-plage, à une tendance à la stabilisation du bas vers le haut avec l'apparition progressive d'espèces ligneuses, qui sont moins xéromorphiques que les espèces pionnières (oyat).

Tandis que dans la seconde station, l'absence presque totale d'espèces ligneuses au sommet et la variabilité spécifique marquée d'une saison à une autre révèlent un caractère beaucoup plus instable que la première localité.

D'autre part, l'étude sommaire du comportement de l'oyat dans les deux sites fait ressortir les faits suivants:

-Pour la dune de Bomo-plage: la fréquence des jeunes pousses est importante au printemps 91 au bas et au milieu de la dune (0,80 et 0,60 /m<sup>2</sup> respectivement) et nulle au sommet.

Les pousses sont issues de rhizomes horizontaux ou latéraux, elles sont verticales, leur extension suit la déclivité du sol, leur bonne croissance prouve la bonne vigueur des populations de l'oyat (WILLIS, 1965) ainsi que celles de *A. breviligulata* (MAUN, 1983; 1988; MAUN et BAYE, 1989).

L'absence presque totale de reliques, explique l'instabilité et l'accumulation modérée de sable (MARSHALL, 1965; MAUN et LAPIERRE, 1985). Cette accumulation stimule la production de talles chez *Ammophila breviligulata* étudiée par MAUN et LAPIERRE (1987), et permet l'élongation des entre-nœuds et du rhizome chez *Ammophila arenaria* avec l'émergence de quelques pousses à partir de bourgeons rentrant en activité à travers le sable (HUISKES, 1977 in WILLIS, 1965) en même temps le renouvellement des racines se fait et augmente la surface de contact avec le sable (MARSHALL, 1963 in WILLIS, 1965). Ces racines forment un feutrage qui emprisonne les grains de sable et prépare à l'installation d'autres espèces. La rhizosphère

s'enrichit où le taux en azote augmente sensiblement (présence d'Azotobacter et de champignons), l'humidité s'améliore et les grains de sable sont fixés (MAUN et BAYE, 1989).

Tandis qu'au sommet, l'absence de pousses et la présence de touffes moribondes peut s'expliquer par l'action concurrentielle des espèces ligneuses, ces dernières favorisent la déflation par le vent que l'oyat ne supporte pas à cause de la mise à nu facile de son système racinaire (AIME et PENVEN, 1982). L'enrichissement relatif du sol en matière organique diminue sa vigueur (HUISKES, 1984, DISRAELLI, 1984 in GRATINI 1987), provoque la décalcification et surtout une acidification très légère de la surface du sol (pH=8,1 par rapport à 8,4 et 8,7) , GRATINI (1987) affirme que l'oyat n'existe pas sur les sols où le pH est acide par contre elle croît bien quand la teneur en calcaire est importante (GRATINI, 1987).

-Par contre au niveau de la dune d'étoile-plage nous assistons à un développement prolifique des populations de l'oyat reflété par une fréquence élevée de pousses, l'absence de reliques; la granulométrie du sol nous prouve que l'accumulation est récente [GF] > [SG] car la petite taille modale du grain de sable indique un récent accroissement éolien (MIDDLETON et al, 1985).

Bien que la floraison ne soit pas un caractère direct reflétant la vigueur de l'oyat (WILLIS, 1965), nous l'avons pris en considération à titre comparatif, car peu de jeunes pousses fleurissent, à l'exception de quelques touffes plus ou moins âgées. La formation du caryopse et sa maturation se fait en début du mois de juin. A partir de la deuxième quinzaine du même mois, les épis se vident. Les résultats concernant le comportement de l'oyat dans la deuxième station où le taux de pousses est important avec une fréquence importante de floraison peuvent s'expliquer à partir des résultats avancés par ELDRED et MAUN (1981) obtenus chez *A. breviligulata*, ils ont trouvé une corrélation positive entre le dépôt de sable et la profondeur des racines avec la biomasse des pousses, la densité des pousses et la floraison et les résultats trouvés se rapprochent de ceux données par MAUN et BAYE (1989) concernant *A. breviligulata*, ils expliquent que les valeurs diffèrent et dépendent des écotypes.

L'échec de la prolifération de l'oyat par voie sexuée est dû à de nombreux facteurs (HOPE-SIMPSON et JEFFERIES, 1966; MAUN et BAYE, 1989):

- Faible taux de grains dans les épis provoqué parfois par la sécheresse printanière.
- La dessiccation très rapide du sable (absence ou presque de colloïdes[L+A] < 3,5%, action du vent, sol nu...).
- Enfouissement important des grains.
- Piétinement important par l'homme et ses troupeaux.
- Dormance innée des caryopses.

Concernant les caractéristiques pédologiques, ces sols sont bruts, d'apport, de type (A)C, d'origine éolienne. Les résultats des analyses physico-chimiques se rapprochent intimement à ceux trouvés par de nombreux auteurs étudiant les sols sableux aux différents endroits autour de la Méditerranée et au bord des mers Européennes (Manche, Atlantique, Mer du Nord) et principalement en Algérie, parmi eux : CORRE (1971), MEZIANI et BELGAT (1984), LECLERC (1985), DOING (1985), KAYIRANGWA (1985), ELAFIFI (1986), GEHU et al (1987), MOURI (1987); MAACHI (1989), AIME (1991) etc..., ces résultats montrent que les sols sont particuliers à partir de leur structure particulière et leur très faible taux en éléments colloïdaux par conséquent, ils présentent les caractéristiques suivantes:

- Une forte porosité, une grande vitesse d'infiltration, un lessivage très rapide et intense des éléments minéraux produits par la décomposition des débris végétaux, par les microorganismes et par les embruns marins. Ce qui les rend très pauvres en éléments nutritifs, le taux d'éléments colloïdaux très faible et une très faible microporosité. Les taux d'humidité diminuent très rapidement ainsi que la capacité au champ. Tous ces faits s'ajoutent à leur couleur claire qui augmente l'effet de l'insolation et le dessèchement par la chaleur solaire et le vent. Ce qui rend ces sols physiologiquement secs pour la végétation.

Si l'on se réfère à l'interprétation de MIDDLETON et SCHIMPF (1985), les taux de SG et de SF reflètent une accumulation de sable récente ou non, le fort pourcentage de sable grossier au niveau de Bou-Sfer explique donc une déflation plutôt qu'une accumulation, les particules de sable fin se déplacent beaucoup plus facilement sous l'action du vent, ainsi, l'absence de touffes de l'oyat sur ces dunes pourrait résulter de cette action de déflation au regard du pourcentage élevé de SG (87,03%). L'oyat présente, une grande sensibilité à la déflation (AIME et PENVEN, 1982).

Ainsi plusieurs facteurs gouvernent la bonne vigueur des populations de l'oyat et le problème de son déclin a longtemps intéressé un certain nombre de chercheurs, les uns pensent que son déclin est dû à la détérioration de son système racinaire (WILLIS, 1985 ; HOPE-SIMPSON et JEFFERIES, 1966) car d'après ces auteurs le maintien de sa vigueur dépend du développement du système racinaire et de son renouvellement permanent. D'autres auteurs écartent la thèse de l'influence directe des espèces annuelles mais se penchent plutôt vers l'arrêt du dépôt de sable et affirment que la compétition des annuelles est un facteur secondaire dans le déclin des populations de *A. arenaria* (HOPE-SIMPSON et JEFFERIES, 1966) et *A. breviligulata* (ELDRED et MAUN, 1981).

### III-3-Conclusion :

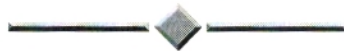
D'après l'étude géomorphologique, bioclimatique et floristique des dunes choisies où ont été échantillonnées les feuilles d'oyat pour l'étude anatomique et histochimique, nous pouvons émettre quelques appréciations générales:

- La composition floristique est différente d'un niveau à un autre et d'une saison à une autre pour la même dune. Quelques espèces annuelles sont communes aux deux stations ce qui permet de penser que la présence d'aucune espèce n'est directement liée à celle de l'oyat.
- Vu sa présence sur les dunes de Bomo-plage et d'Etoile-plage, l'oyat s'adapte aux conditions de xéricité physiologique que présente le substrat, aux conditions de sécheresse climatique marquée par la semi-aridité printanière et l'aridité estivale ainsi qu'à l'action des vents dominants.
- Elle semble diminuer de vigueur en la présence d'autres espèces ligneuses, arbustives du sommet de la première dune et par une stabilité apparente du substrat.
- Elle ne semble pas être gênée par la présence d'autres espèces annuelles qu'elle peut, au contraire, éliminer car elle persiste là où les autres ne peuvent pas s'établir (instabilité de la surface dunaire).

Cependant, à l'issue de cette étude 'préliminaire', nous pensons que les résultats obtenus méritent d'être repris et approfondis par des études concernant le rôle de chaque facteur extérieur sur la présence de l'oyat, sur l'ensemble des cordons dunaires de l'oranie, afin de mieux exploiter cette plante; HOPE-SIMPSON et JEFFERIES (1966), GRATINI (1987) et, MAUN et BAYE (1989) affirment que le problème du déclin n'apparaît que dans le milieu naturel.

**- PARTIE 3 -**

**ETUDE EXPERIMENTALE DE LA GERMINATION DES CARYOPSES,  
CROISSANCE, ANATOMIE, HISTOCHIMIE DES FEUILLES  
ET EVOLUTION DU TISSU FIBREUX FOLIAIRE**



## CHAPITRE IV. MATERIELS ET METHODES :

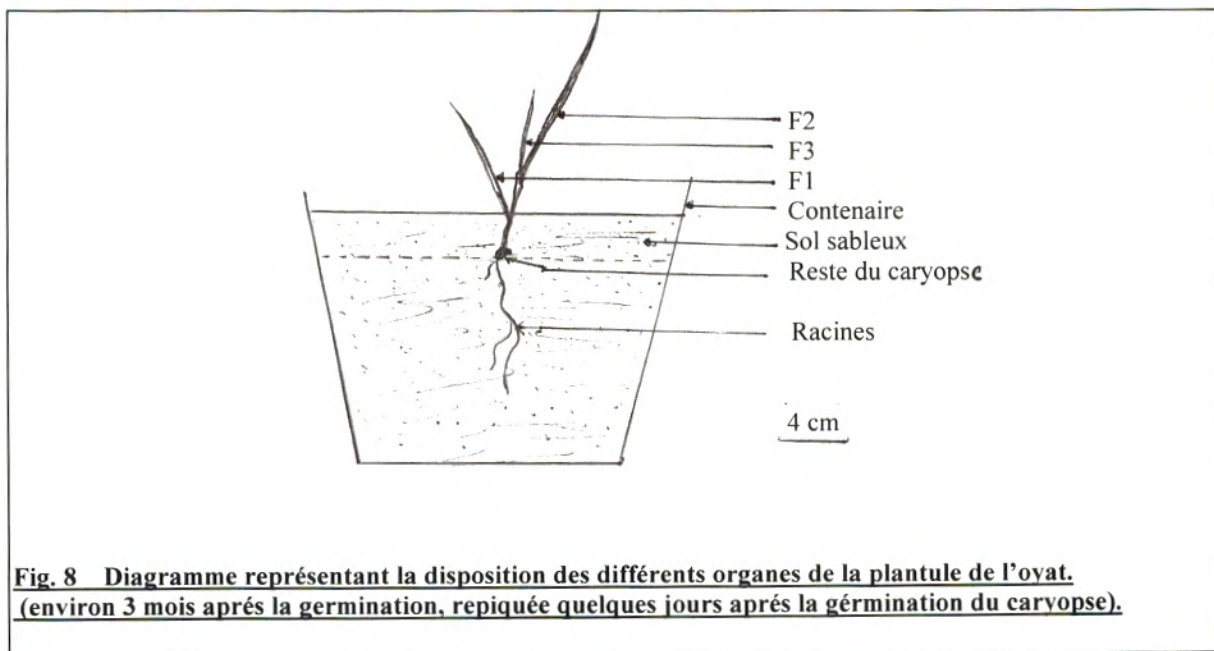
### IV- 1-Matériau végétal :

#### IV-1-1. Caryopses:

Pour l'étude de la germination, les caryopses utilisés sont prélevés sur des épis de touffes poussant dans les conditions naturelles (station de Bomo-plage) en Juin 1989. Les caractéristiques écologiques stationnelles sont expliquées dans le chapitre I. Les caryopses sont triés, et seuls les plus sains (ne présentant aucune anomalie morphologique apparente), sont testés.

Pour l'étude des premiers stades de la croissance des feuilles, les plantules issues de la germination dans les conditions optimales sont transférées dans 4 dispositifs rectangulaires qui présentent les dimensions suivantes : 60 cm de longueur, 40 cm de largeur et 30cm de profondeur, ils sont remplis de sable, provenant de la station de prélèvement (sol d'origine des dunes de Bomo plage) , à une profondeur de 25 cm. Ces dispositifs contenant 15 plantules chacune sont placés dans une enceinte où les conditions environnantes sont plus ou moins stables (voir Fig.8).

La température moyenne est de 13 à 15°C (d'Octobre à Mars) et de 30 à 35°C (d'Avril à Septembre). L'éclairage est transmis à travers des vitres de verre, la durée est de 9h / J, (Octobre à Mars) et environ 12h / J, (d'Avril à Septembre).



**Fig. 8 Diagramme représentant la disposition des différents organes de la plantule de l'ovate. (environ 3 mois après la germination, repiquée quelques jours après la germination du caryopse).**

- F1 = première feuille (ou feuille d'ordre 1)  
 F2 = deuxième // (ou // // 2)  
 F3 = troisième // (ou // // 3)

#### IV-1-2. Echantillons de Feuilles:

Pour l'étude de l'anatomie et l'histochimie des feuilles, ces dernières sont récoltées sur les touffes adultes poussant dans les conditions naturelles, au niveau des dunes de Cap Falcon. Le suivi de l'évolution du tissu fibreux foliaire a été réalisé sur des feuilles issues de plantules poussant sous « abri vitré » à partir de semis.

### IV- 2-Techniques d'étude :

#### IV- 2-1. Recherche des conditions optimales de température pour la germination des caryopses de l'oyat :

Des caryopses débarrassés de leurs enveloppes sont placés dans des boîtes de pétri tapissées de papier filtre imbibé d'eau distillée. Les caryopses sont préalablement désinfectés à l'hypochlorite de sodium dilué, rincés et placés à l'obscurité à différentes températures : 0°C, 5°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C. Ils sont arrosés quotidiennement avec de l'eau distillée.

#### IV- 2-2. Effet des températures extrêmes sur la viabilité des caryopses:

Le pouvoir germinatif est également étudié après un traitement thermique de durée variable. Ce traitement est testé sur des caryopses nus, et les températures auxquelles sont soumis les caryopses avant leur mise à germer à la température optimale sont : 5°C, 40°C, 60°C, 80°C, et 100°C. La durée s'étale de 1 heure à plusieurs jours ou plusieurs semaines. Chaque essai de germination a porté sur 100 graines, le comptage des caryopses germés se fait toutes les 24 heures et le calcul est fait sur une moyenne de trois essais. Le critère de germination retenu est la fente du tégument, son soulèvement et l'apparition du coléoptile ou de la coléorhize (COME, 1970, HARCHE, 1979; CORBINEAU *et al*, 1987). La morphologie des caryopses en germination avec l'apparition de la première feuille et des premières racines est illustrée à partir d'observations à la loupe binoculaire «Wild » munie d'une chambre claire\*.

#### IV- 2-3. Observation et suivi des premiers stades de la croissance des feuilles:

La croissance des feuilles de Graminées est marquée par l'augmentation du nombre de feuilles et par leur élévation.

Ainsi, la croissance des feuilles de l'oyat est manifestée par l'augmentation de la longueur du limbe et mesurée à l'aide d'une règle graduée à raison d'une mesure par semaine depuis la première feuille apparue après la germination des caryopses et leur transfert dans les dispositifs de culture. Les caryopses germés sont placés à environ 1,5 cm de la surface du sable, la première feuille ayant déjà fait son apparition et mesure environ 0,5 cm, elle est maintenue verticalement (Fig.7). La notion de profondeur de semis est une notion fondamentale dans le succès de l'émergence de la plantule de *A. arenaria* (MAUN et LAPIERRE, 1984; MAUN et LAPIERRE, 1986; CARRON *et al*, 1987; MAUN et BAYE, 1989).

**Remarque :** Le sol n'a subi aucun traitement préalable.

(\*):Observation réalisée au laboratoire de cytologie végétale - Université d'Oran



★ **Comparaison des moyennes de la longueur des feuilles :**

Méthode statistique :

Soit  $x$  la variable prise en compte qui représente la valeur de la longueur de la feuille de l'oyat (en centimètres).

1- *Calcul de la moyenne :*

$x_i$  : c'est la valeur de la longueur de la feuille à un instant donné.

$n$  : c'est le nombre d'observations (ou effectif total sur lequel a porté l'observation).

Nous calculons la moyenne  $\bar{x}$  de la grandeur mesurée sur  $n$  unités et son écart-type  $\sigma$  qui représente la mesure de la dispersion de la distribution étudiée.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}, \quad \sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$\sigma^2$  étant la variance de l'échantillon.

2- *Comparaison des moyennes :*

Une fois la moyenne de la longueur des feuilles de chaque ordre est déterminée, nous essayons de tester si la longueur de ces feuilles est significativement différente ou non, pour cela nous avons utilisé la méthode classique de comparaison des moyennes pour les effectifs supérieurs à 30, ce test se calcule à partir de la variance de la différence des moyennes, méthode utilisée par HARCHE (1978) en étudiant la croissance foliaire de l'alfa. Elle s'écrit :

$$s^2d = \frac{s^2a}{na} + \frac{s^2b}{nb} \quad \text{où} \quad s^2d = \text{variance de la différence des moyennes.}$$

$s^2a$  = variance de l'échantillon a

$s^2b$  = variance de l'échantillon b

$na$  = effectif de a

$nb$  = effectif de b

$sd$  = écart - type de la différence des moyennes ( $=\sqrt{S^2d}$ )

d'où l'expression numérique du test noté  $t$  :

$$t = \frac{|\bar{x}_a - \bar{x}_b|}{sd} \quad \text{appelé également écart réduit}$$

au seuil 95 % , la différence entre  $\bar{x}_a$  et  $\bar{x}_b$  n'est pas significative Si  $|t| < 1,96$

au seuil 95 % , la différence entre  $\bar{x}_a$  et  $\bar{x}_b$  n'est pas significative Si  $|t| > 1,96$

**Remarque:** Les indices « a » et « b » en pratique représentent les numéros d'ordre d'apparition des feuilles sur la plantule.

Et à titre indicatif, nous avons illustré l'accroissement cumulé en fonction du temps des quatre premières feuilles : les résultats représentent la moyenne sur une vingtaine de plantules.

Le calcul des vitesses moyennes de croissance est fait à partir des valeurs moyennes de croissance des longueurs des feuilles en fonction du temps. Vu le grand effectif et la plus ou moins grande variabilité dans les résultats nous avons utilisé un test statistique pour la comparaison de la longueur moyenne des feuilles de différents ordres entre elles. D'autre part chaque valeur de la longueur de la feuille est accompagnée du coefficient de variation qui s'écrit :

$$Cv = \frac{\sigma}{\bar{x}} ; \quad \text{où } \sigma \text{ est l'écart type (cm), et } \bar{x}, \text{ la moyenne de la longueur (cm).}$$

#### IV- 2-4. Obtention de coupes anatomiques :

L'évolution du tissu fibreux est suivie sur des coupes anatomiques réalisées à "main levée" à la base de la feuille de même ordre à différents stades de développement sur des plantes poussant dans les conditions expérimentales (sous « abri-vitré »). Quant à l'étude anatomique et histochimique, les coupes sont réalisées aux trois niveaux de la feuille adulte, apical, médian et basal, prélevées sur des touffes poussant dans les conditions naturelles.

La technique consiste à fixer un fragment de la feuille fraîche ou fixée à l'alcool 70° entre deux demi-cylindres de moelle de Sureau (le cylindre est coupé suivant la longueur et fendu pour y insérer l'échantillon) et à faire des coupes transversales perpendiculairement à l'axe de l'échantillon à l'aide d'une lame de rasoir. Les coupes doivent être les plus fines possibles.

#### IV- 2-5. Mise en évidence de la nature chimique des composés pariétaux foliaires :

Les différentes coupes obtenues sont colorées par des réactifs appropriés afin de mettre en évidence les composés pariétaux tels que : la lignine, la cellulose, les substances pectiques et les hémicelluloses.

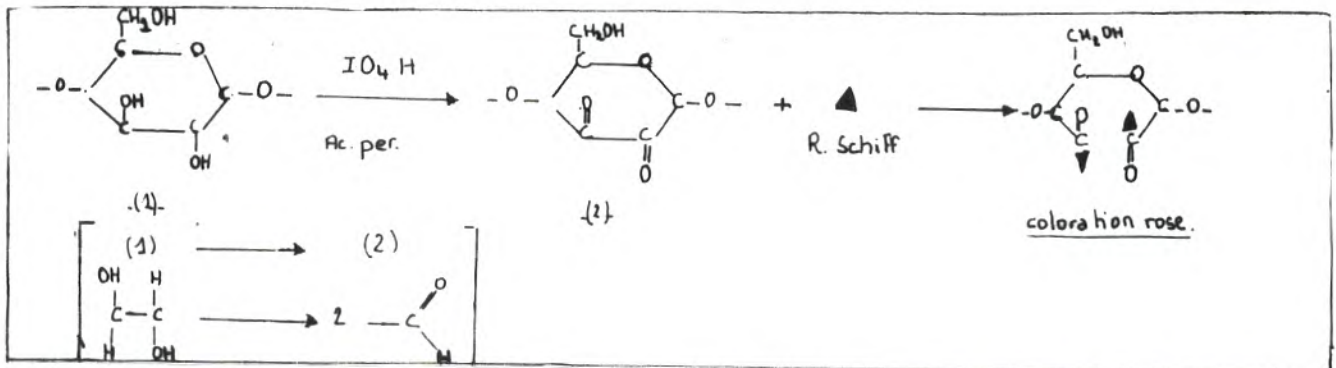
##### 1. La cellulose :

Elle est mise en évidence par le rouge Congo utilisé dans la double coloration (Vert de Méthyl / Rouge Congo) , le premier colorant met en évidence les lignines (LANGERON, 1934).

La technique de la double coloration : Vert de Méthyl / Rouge Congo, consiste en un passage des coupes dans de l'hypochlorite de sodium, plusieurs rinçages à l'eau distillée puis passage dans un mordant acide (acide acétique pur) avant de les mettre dans quelques gouttes de Vert de Méthyl (1 ‰) pendant 5mn, après une autre série de rinçages à l'eau distillée, les coupes sont mises dans du Rouge Congo (1 ‰) pendant 15 mn. L'observation se fait après rinçage des coupes et montage dans une goutte d'eau distillée. Quelques coupes ainsi colorées sont conservées dans du baume de Canada après déshydratation dans des alcools à degrés croissants ( 50°, 60°, 70°, 90°), puis passage dans du xylène ou toluène. Chaque traitement dure 5mn. La cellulose est aussi révélée par la coloration à l'A.P.S utilisée dans la mise en évidence des chaînes polysaccharidiques à fonction vic-glycol (voir ci-dessous).

## 2. Les polysaccharides :

Ils sont mis en évidence par la coloration à l'A.P.S. introduite par Mc MANUS (1946 - 1948 *in* CHEVREMONT, 1979) et par HOTCHKISS (1948 *in* CHEVREMONT, 1979), cette technique a été utilisée pour l'étude des parois de diverses plantes : *Stipa tenacissima* (HARCHE, 1985; ZERIAHENE, 1987), *Lygeum spartum* (CHADLI, 1990); elle met en évidence les chaînes polysaccharidiques à fonction "vic-glycol", ces derniers, oxydés par l'acide périodique ( $\text{IO}_4\text{H}$ ) à 1% donnent des aldéhydes qui vont être décelés par le réactif de Schiff. Les liaisons «-c-c-» dans les différentes structures où elle sont présentes sous la forme 1-2 - glycol ( $\alpha$  - glycol) ou vic-glycol, sont cassées et transformées en aldéhydes et avec le réactif de Schiff se forment des complexes colorés (CHEVREMONT, 1979). Le principe de la réaction est présenté dans le schéma ci-dessous :



### Mécanisme de la réaction "P.A.S." reprise d'après la thèse de CHADLI (1990)

Ce test est positif pour l'amidon, la cellulose, les hémicelluloses, et les matières pectiques (CHADLI, 1990). Les étapes de la technique sont les suivantes :

- Oxydation des coupes à l'acide périodique à 1% pendant 15mn à la température ambiante.
- Rinçage à l'eau distillée.
- Coloration par le réactif de Schiff pendant 15 mn, à l'obscurité.
- Passage dans trois bains d'eau sulfureuse, 2 mn chacun.
- Observation des coupes après séchage à l'air.

## 3. Les composés pectiques :

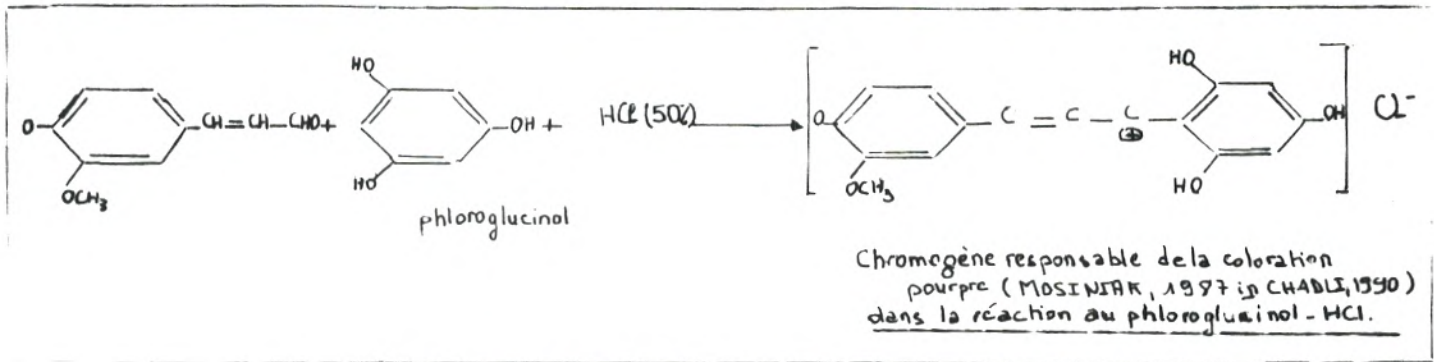
En plus de la technique A.P.S. (JENSEN, 1962), les composés pectiques sont sélectivement colorés par le rouge de ruthénium (DEYSSON, 1965; NOUGAREDE, 1969; MARIANI *et al*, 1977) qui se colorent en rose. Les coupes sont placées dans une solution de rouge de ruthénium pendant 10 mn, l'observation se fait après rinçage à l'eau distillée et montage des coupes dans une goutte d'eau distillée entre lame et lamelle.

## 4. Les lignines :

Il existe deux techniques couramment utilisées au laboratoire de cytologie végétale (Université d'Es-Senia) mettant en évidence électivement deux types de lignines. La coloration, au phloroglucinol-HCL met en évidence les lignines à radicaux coniféryls et syringyls (ALDER *et al*, 1948 *in* HARCHE, 1985; WEISNER, 1978 *in* HARCHE 1985; HARCHE *et al*, 1989) et la seconde c'est la réaction de Maïle qui met en évidence les lignines à radicaux syringyls.

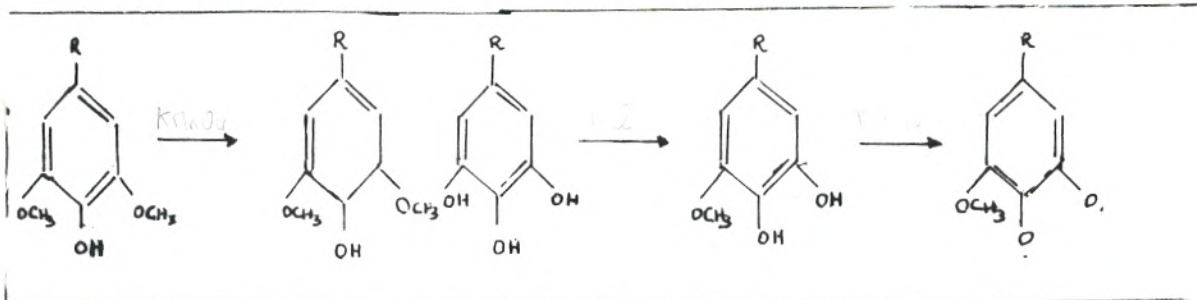
\* **Coloration au phloroglucinol-HCl** (WEISNER, 1978 in HARCHE, 1985 ; MOSINIAK, 1978 in HARCHE, 1985) :

Les coupes sont trempées dans une solution de phloroglucinol HCl à 2% pendant 5 mn puis elles sont montées dans une goutte d'HCl à 50 % et observées. Le mécanisme de la réaction entrant en jeu dans cette coloration est le suivant :



\* **Réaction de Maïle** (GIBBS, 1958 ; HARCHE, 1984) :

Les parois lignifiées, où les radicaux syringyls sont accessibles, sont colorées en rose-orangé. Cette technique consiste en un passage des coupes dans du  $\text{KMnO}_4$  à 1% pendant 15 mn, rinçage à l'eau distillée, une décoloration à l'HCl à 30% puis, montage dans une goutte d'ammoniaque pur. Le mécanisme de la réaction est donné ci-dessous :



#### Mécanisme de la réaction de Maïle (GIBBS, 1958)

#### IV- 2-6. Extraction ménagée des composés pariétaux :

Afin d'apprécier la résistance des parois aux agents chimiques doux et de tenter de comprendre les inter-actions entre les différentes macromolécules, nous avons testé l'action de trois extractants.

Ainsi, des coupes anatomiques à "main levée" sur des feuilles fraîches de 50cm de longueur provenant de touffes poussant dans les conditions naturelles ont subi une extraction sélective des polysaccharides et (ou) des lignines en utilisant 3 solvants doux : NaOH (1N) ;  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  (40%) et  $\text{NH}_4\text{OH}$  pur.

1. *Extraction par la soude* (Mc DONALD, 1952 in MEGDAD, 1994 ; REIS, 1981 ; HARCHE, 1985). Utilisée à une concentration de (1N), elle solubilise les hémicelluloses (REIS, 1976 et 1978).

2. *Extraction par la méthylamine* : Utilisée en solution aqueuse à 40% , elle extrait les hémicelluloses et la lignine (REIS, 1981 ; MONTIES, 1982 ; MOSINIAK, 1983 ; HARCHE, 1985 ; CHADLI, 1990).

3. *Extraction par l'ammoniaque* : A la température ambiante, utilisé pur, il extrait les lignines (CATESSON et al,1984 ; HARCHE, 1989 ; CHADLI, 1990).

Dans le but de déterminer le temps optimal d'extraction, les échantillons sont traités dans les solvants pendant différents temps (24h, 48h, 72h, 144h et 360h). Elles sont observées après rinçage et coloration au phloroglucinol HCl, à la réaction de Maïle et au Rouge Congo.

#### IV- 2-7. *Dissociation des fibres* :

Des feuilles adultes (50 cm de longueur en moyenne) sont coupées en fragments de 0,5 à 1 cm de longueur et placées dans un mélange d'acide acétique pur et d'eau oxygénée (110 V) à volume égal pendant 24h à 70°C. Après dissociation, l'échantillon est coloré à la safranine pendant 1heure, rincé puis observé au microscope micrométrique; la safranine colore les parois lignifiées en rouge (HARCHE, 1985 ; CHADLI,1990; MEGDAD,1994).

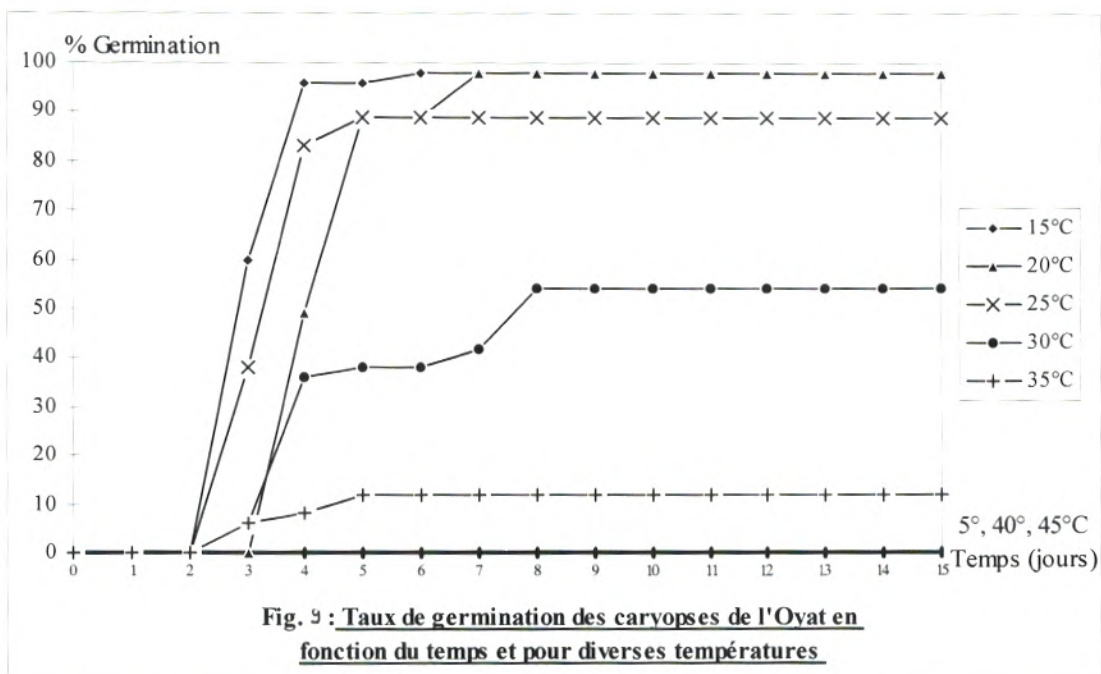
## CHAPITRE V -GERMINATION DES CARYOPSES ET SUIVI DE LA CROISSANCE DES FEUILLES DANS LES CONDITIONS EXPERIMENTALES :

### V-1- Résultats :

Les dessins présentés en Annexe (Fig. C), illustrant les caractères floristiques au niveau des organes reproducteurs observés à la loupe, montrent qu'il s'agit bien de l'espèce décrite par MAIRE (1953 ), *Ammophila arenaria* (L.) Link.

#### V-1- 1. Influence de la température sur la germination des caryopses d'oyat :

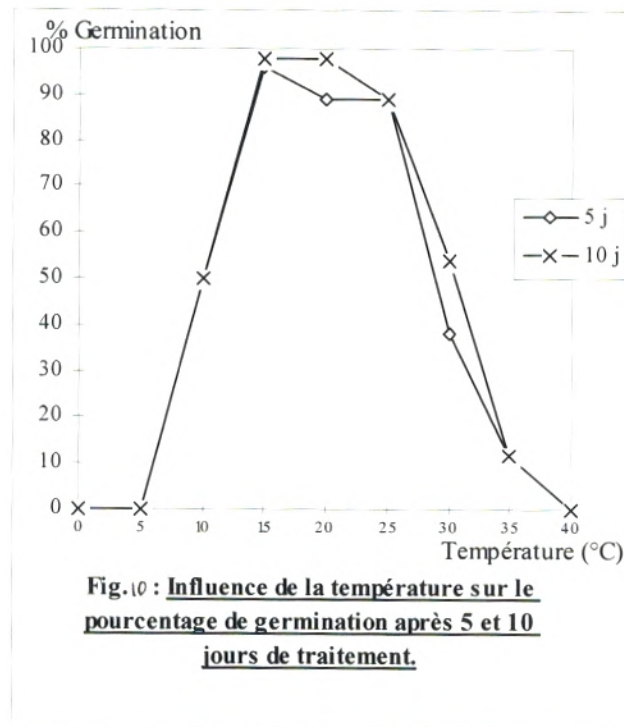
Les résultats sont illustrés sous forme de courbes de germination (Fig 9 et 10 ). Ils indiquent que la température influence le taux et la vitesse de germination des caryopses de l'oyat. Mises à 15° C, des caryopses germent au bout de 3 jours. Ce pourcentage atteint la valeur de 98% après 6 jours après la mise à germer.



**Fig. 9 : Taux de germination des caryopses de l'Oyat en fonction du temps et pour diverses températures**

A 20° C, le temps de latence est un peu plus long (3 jours) par rapport aux autres températures et le maximum de caryopses (98%) germent, après 6 jours ; 98% d'entre eux ont entamé leur croissance. Après 4 jours de mise à germer, 90% des caryopses germent à une température de 25°C. A 30°C, ce pourcentage est réduit de moitié, 50 % de caryopses germent au bout de 10 jours, tandis qu'à 35°C, il n'y a que 12% des graines qui germent. Au delà de 40°C, la germination paraît impossible. Ce résultat reste constant jusqu'à 30 jours de traitement.

Les basses températures (5°C) inhibent la germination. La (Fig. 9) montre que la température optimale pour la germination des caryopses d'oyat se trouve manifestement entre 15° et 25°C.

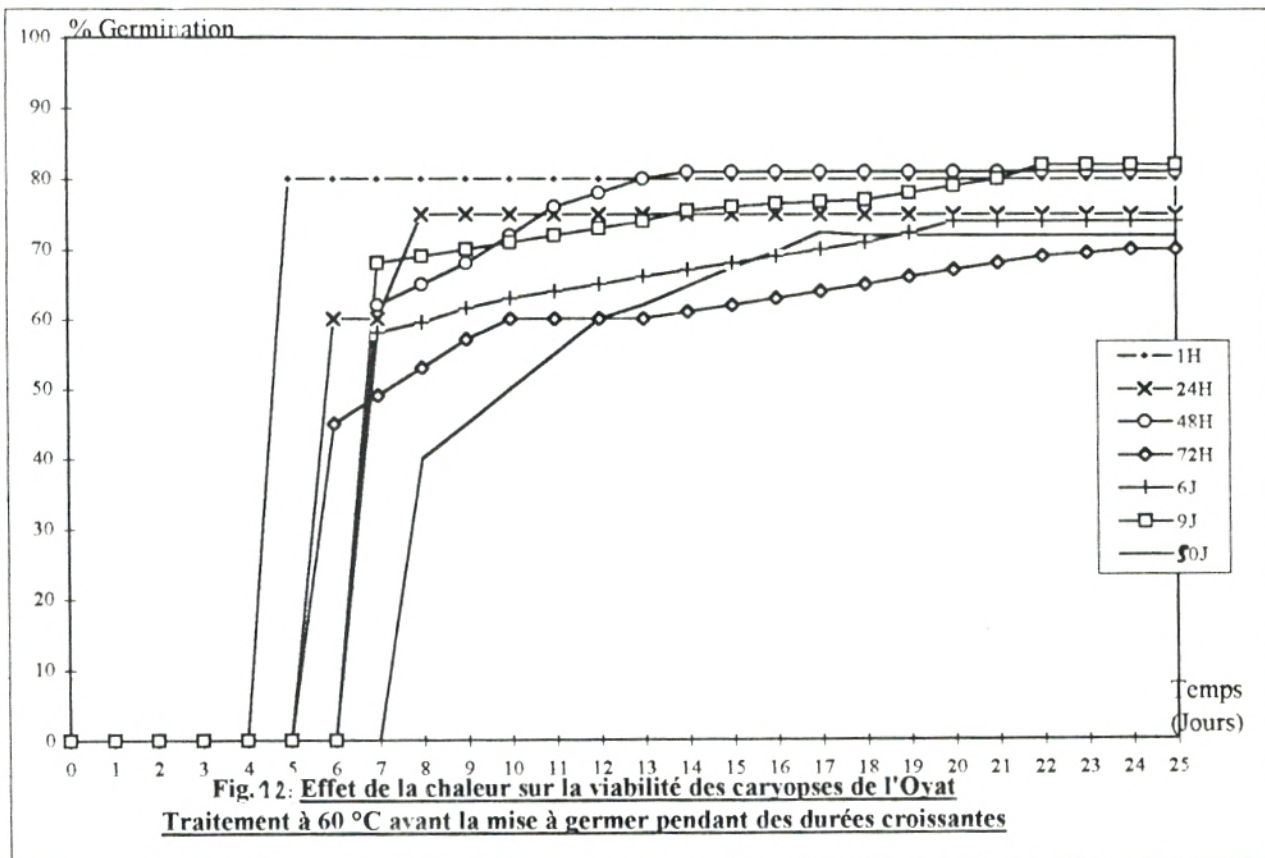
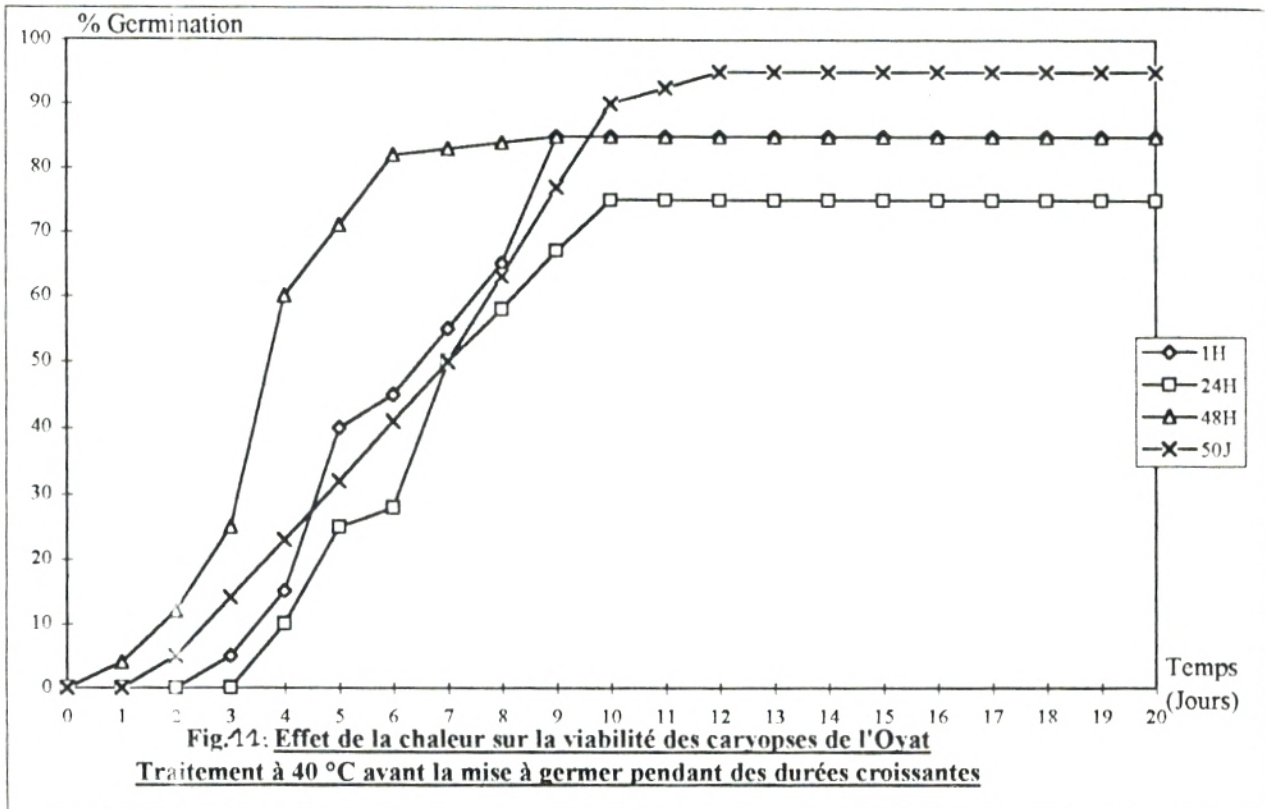


### V-1- 2. Effets des températures extrêmes sur la viabilité des caryopses :

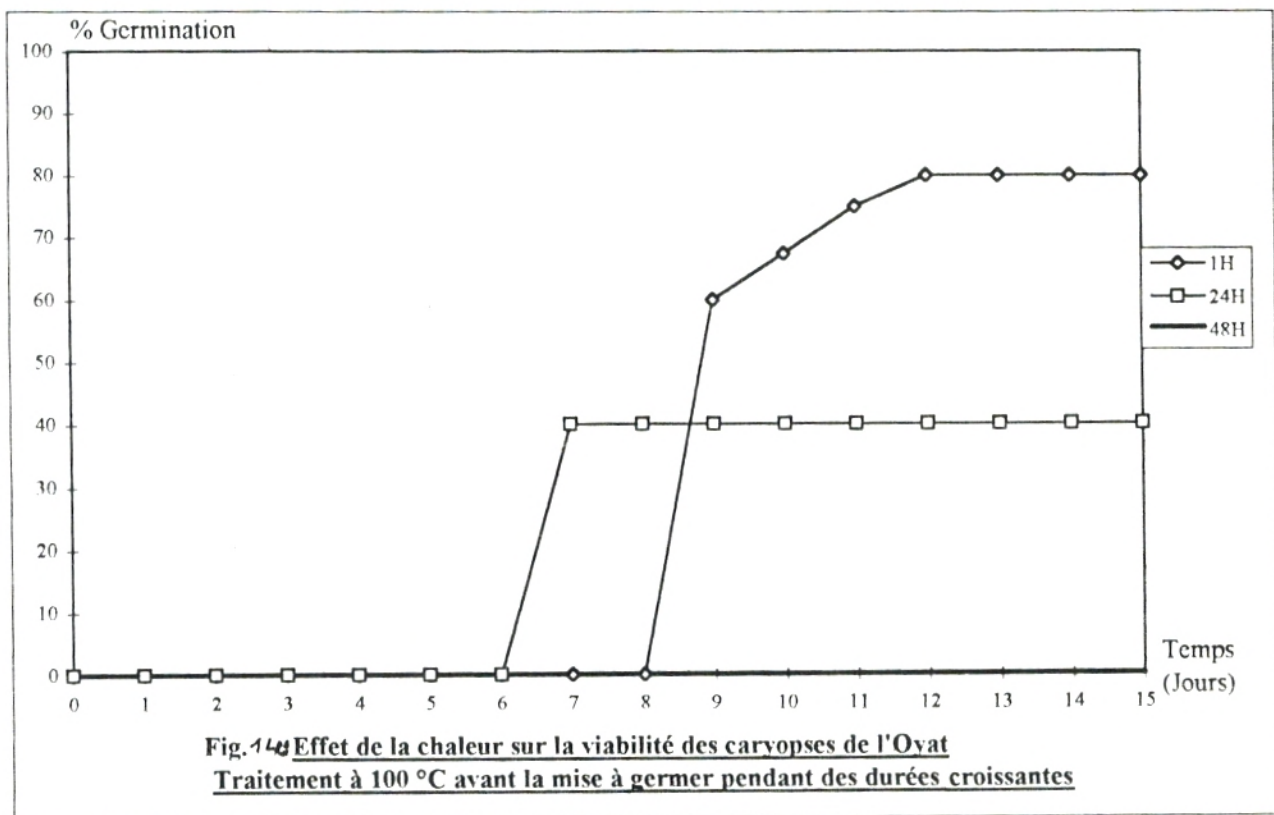
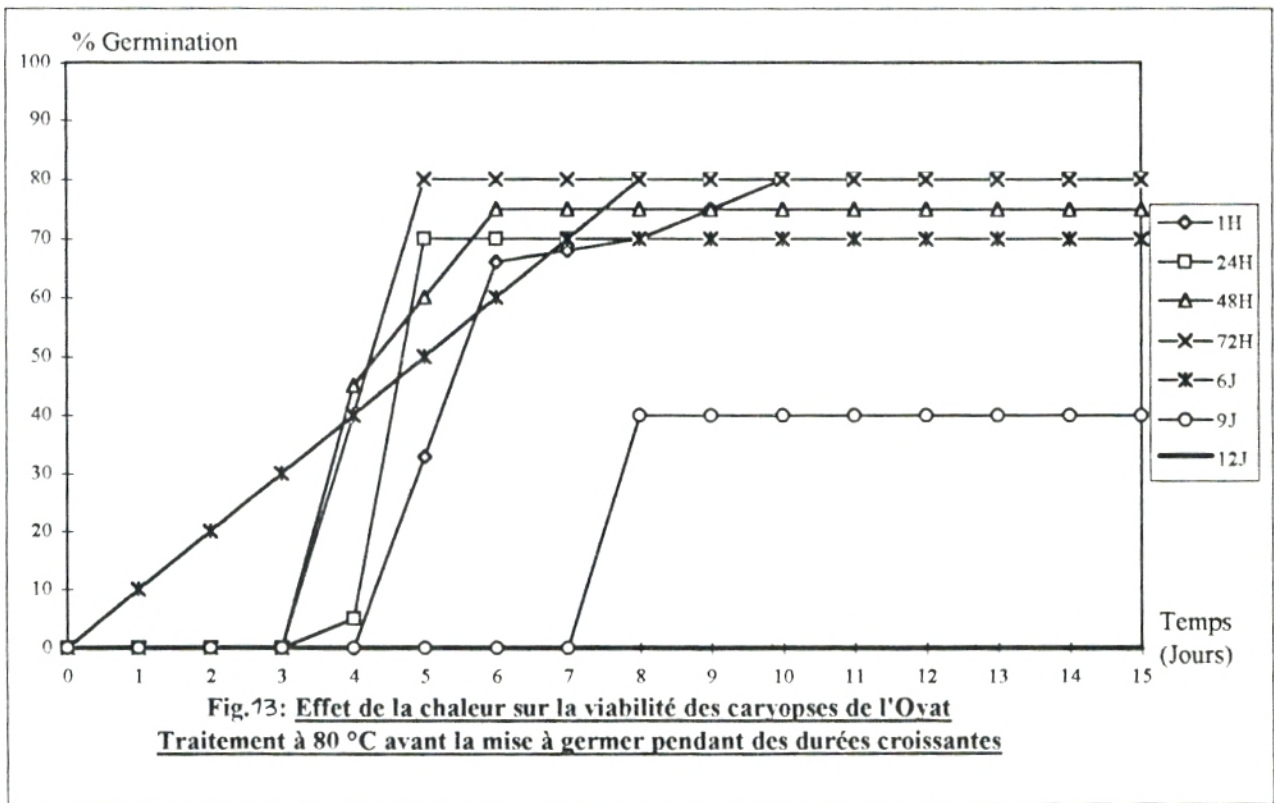
Un traitement préalable à 40°C n'a pas d'effet sur la viabilité des caryopses (Fig.11 ) puisque le pourcentage de germination demeure supérieur à 75% après un séjour de 50 jours à cette température ( 95%). Par contre un traitement à 60°C, le pourcentage de germination diminue en fonction de la durée du traitement mais demeure supérieur à 65% après 50 jours de traitement (Fig. 12 )

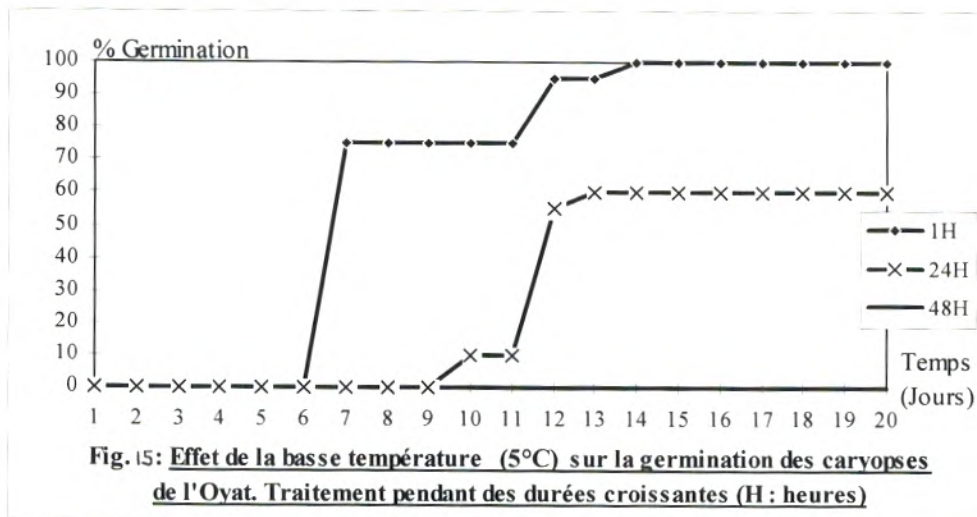
Le passage des caryopses à 80°C diminue le pouvoir germinatif d'une façon appréciable si la durée de traitement est supérieure à 6 jours. La proportion passe de 75% (3 jours de traitement) à 40% après 9 jours de traitement; 12 jours de traitement à cette température sont néfastes pour les caryopses (0%) (Fig.13 ). L'hétérogénéité augmente donc avec la durée du traitement. Les caryopses traités à 100°C pendant 1 heure et 24 heures, germent à des taux respectifs de 42% et 38% tandis qu'un séjour de plus de 48 heures compris, est néfaste pour leur germination (0%), (Fig.14 ).

D'autre part, un traitement préalable au froid (5°C) diminue progressivement le pouvoir germinatif de caryopses dont le taux passe de 100% après 1 h de traitement à 0% après 48 h. Après 24 h de traitement, 60% des caryopses germent (Fig.15).









En résumé, un traitement thermique à moins de 60°C pendant 1 mois environ n'affecte pas la viabilité des caryopses d'une manière marquée tandis qu'à plus de 80°C, elle se trouve entravée et diminue avec l'augmentation de la durée de traitement. Un séjour d'une heure à 5°C n'affecte pas le pouvoir germinatif des caryopses d'oyat celui-ci diminue graduellement si la durée est supérieure à 1 heure.

### V-1- 3. Observation de la morphologie des caryopses durant la germination :

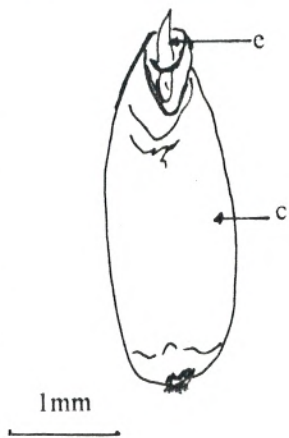
Le caryopse nu a une forme oblongue et mesure 9,5mm de long et 1,2 mm de large, il porte sur le côté dorsal l'embryon qui fait saillie (forme excentrique) et apparaît nettement après une incision suivant le sillon ventral (Fig.16 A ). L'embryon occupe environ le 1/4 de la surface du caryopse, le reste est occupé par l'albumen (Fig.16 C ).

Au cours du deuxième jour après la mise à germer, le caryopse se gonfle sensiblement, le tégument se fend et laisse apparaître au niveau de sa partie basale le coléoptile et la coléorhize (Fig.16 D).

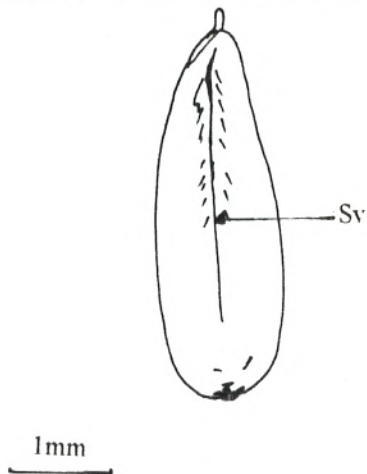
Au troisième jour, le coléoptile et la coléorhize s'allongent (Fig.16 E); à partir du quatrième jour, ces deux organes continuent à s'allonger et laissent apparaître d'une part, la première racine qui mesure environ 7mm le 5<sup>e</sup> jour, et d'autre part la première feuille qui perce le coléoptile et mesure à cette date environ 1,2mm (Fig.16 F).

### V-1-4. Suivi des premiers stades de la croissance des feuilles:

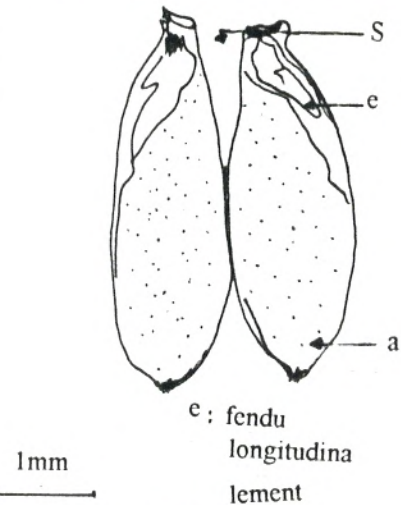
La mise en culture de 60 plantules dans les dispositifs sous « abri-vitré » nous a permis de suivre l'élongation des feuilles et l'augmentation de leur nombre pendant une durée de 16 mois, au delà de cette durée, les plantules ont flétri. Nous constatons une forte hétérogénéité concernant le nombre des feuilles produites par plantule en fonction du temps ainsi que l'absence de la formation de talles.



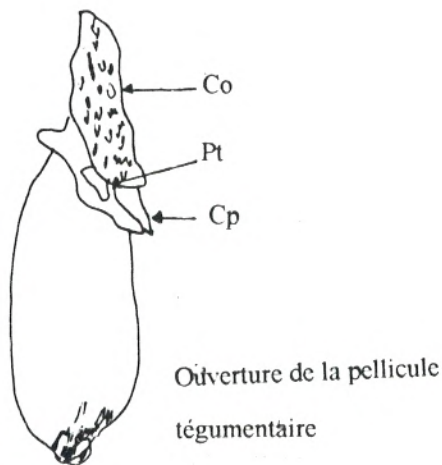
A : Caryopse nu, face dorsale



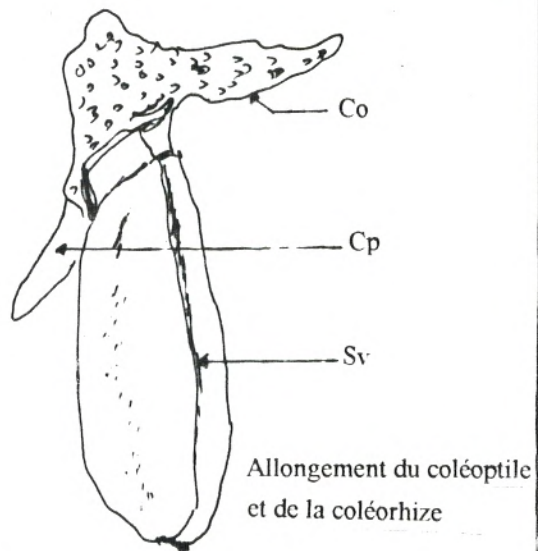
B : Caryopse nu, face ventrale



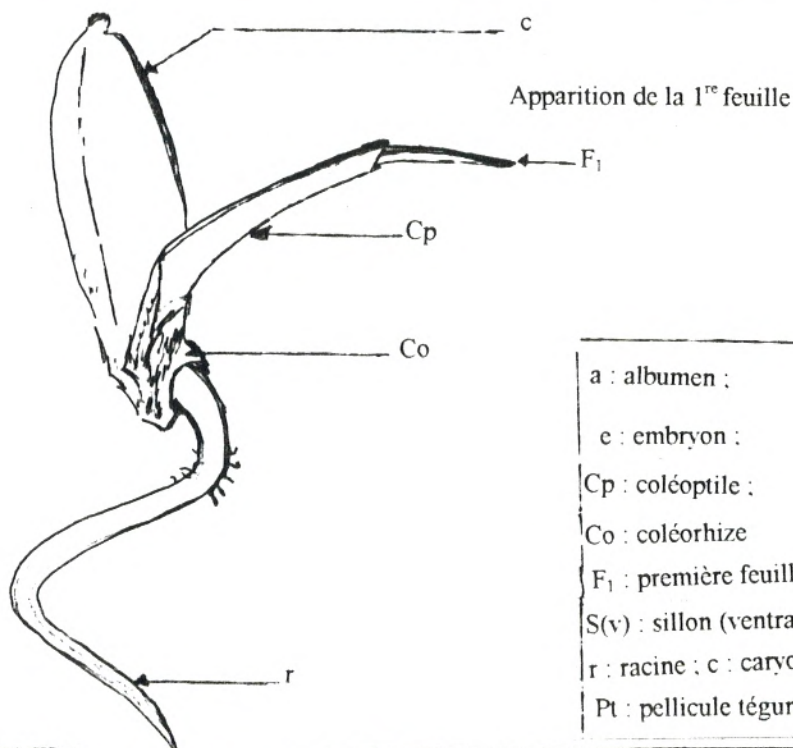
C : Coupe longitudinale suivant le sillon



D : Morphologie du caryopse au 2<sup>e</sup> jour après la germination



E : Morphologie du caryopse au 3<sup>e</sup> jour après la germination



F : Morphologie du caryopse au 5<sup>e</sup> jour après la germination

- a : albumen ;
- e : embryon ;
- Cp : coléoptile ;
- Co : coléorhize
- F<sub>1</sub> : première feuille
- S(v) : sillon (ventral) ;
- r : racine ; c : caryopse
- Pt : pellicule tégumentaire

Fig. 16: Morphologie des caryopses avant et après la germination senso-stricto

Dans le tableau suivant sont figurés le nombre d'échantillons (effectif considéré dans le calcul statistique donnant respectivement 1 feuille, 2 feuille etc.. jusqu'à 11 feuilles), c'est le nombre maximum atteint après 16 mois de culture.

Numéro d'ordre	1f	2f	3f	4f	5f	6f	7f	8f	9f	10f	11f
Nbre d'échantillons correspondants	60	60	53	53	51	45	37	36	36	34	32

**Tableau 23: Nombre de plantules ayant produit 1, 2..., 11 feuilles durant la croissance**

Les feuilles d'ordre 1, 2 et 3 ont flétri dès l'apparition des feuilles d'ordre 8 et 9 et l'effectif a diminué de moitié à la fin de l'observation. (l'effectif initial est 60 plantules, et l'effectif final ayant donné 11 feuilles est de 32 plantules).

Les résultats de la croissance des feuilles de différents ordres accompagnés du coefficient de variation sont consignés dans le Tableau 24 :

Ordre d'apparition des feuilles	Effectif (n)	Longueur moyenne des feuilles (cm)	Coefficient de variation (%)
1	60	10,00 ± 1,80	18
2	60	15,94 ± 2,92	18
3	53	26,24 ± 4,07	15
4	53	34,84 ± 6,10	17
5	51	41,19 ± 7,17	17
6	45	40,68 ± 6,61	16
7	37	42,30 ± 7,13	17
8	36	41,98 ± 5,94	14
9	36	41,11 ± 6,18	15
10	34	40,10 ± 6,50	16
11	32	39,67 ± 9,16	23

**Tableau 24 : Valeur de la moyenne accompagnée de l'écart type et du coefficient de variation de la longueur des feuilles de différents ordres de l'oyat.**

Le coefficient de variation nous permet d'évaluer l'étendue de la variabilité à l'intérieur de l'échantillon ainsi, pour les feuilles d'ordre 1 à 10, ce taux est inférieur à 18% ce qui traduit une variabilité plus ou moins faible tandis que pour la feuille d'ordre 11, il est de 23%, la variabilité y est plus importante (Tableau 24).

Parallèlement, le test de comparaison des moyennes (Tableau 25) révèle que la différence des moyennes des longueurs est hautement significative, des feuilles d'ordre 1, 2 et 3 avec le reste des feuilles de différents ordres, significative entre les feuilles 4 et celle des feuilles d'ordre supérieur et non significative entre les feuilles d'ordre 5 jusqu'à la feuille d'ordre 11 avec celle des feuilles d'ordre supérieur respectivement.

Ordre des feuilles	Valeurs de "t"	Test
Feuille 1/2	13.87	++
Feuille 1/3	26.93	++
Feuille 1/4	28.61	++
Feuille 1/5	30.28	++
Feuille 1/6	30.31	++
Feuille 1/7	27.07	++
Feuille 1/8	28.84	++
Feuille 1/9	29.48	++
Feuille 1/10	26.47	++
Feuille 1/11	18.14	++
Feuille 2/3	15.53	++
Feuille 2/4	20.74	++
Feuille 2/5	23.96	++
Feuille 2/6	23.60	++
Feuille 2/7	21.53	++
Feuille 2/8	22.57	++
Feuille 2/9	23.09	++
Feuille 2/10	20.64	++
Feuille 2/11	14.31	++
Feuille 3/4	8.55	++
Feuille 3/5	13.03	++
Feuille 3/6	12.77	++
Feuille 3/7	11.14	++
Feuille 3/8	12.41	++
Feuille 3/9	12.70	++
Feuille 3/10	11.14	++
Feuille 3/11	7.84	++
Feuille 4/5	4.86	+

Ordre des feuilles	Valeurs de "t"	Test
Feuille 4/6	4.92	+
Feuille 4/7	5.18	+
Feuille 4/8	4.57	+
Feuille 4/9	4.72	+
Feuille 4/10	3.77	+
Feuille 4/11	2.65	+
Feuille 5/6	0.36	-
Feuille 5/7	0.72	-
Feuille 5/8	0.14	-
Feuille 5/9	0.05	-
Feuille 5/10	0.72	-
Feuille 5/11	0.79	-
Feuille 6/7	1.06	-
Feuille 6/8	0.21	-
Feuille 6/9	0.42	-
Feuille 6/10	0.39	-
Feuille 6/11	0.53	-
Feuille 7/8	0.84	-
Feuille 7/9	0.76	-
Feuille 7/10	1.36	-
Feuille 7/11	1.31	-
Feuille 8/9	0.08	-
Feuille 8/10	0.57	-
Feuille 8/11	0.67	-
Feuille 9/10	0.66	-
Feuille 9/11	0.75	-
Feuille 10/11	0.21	-

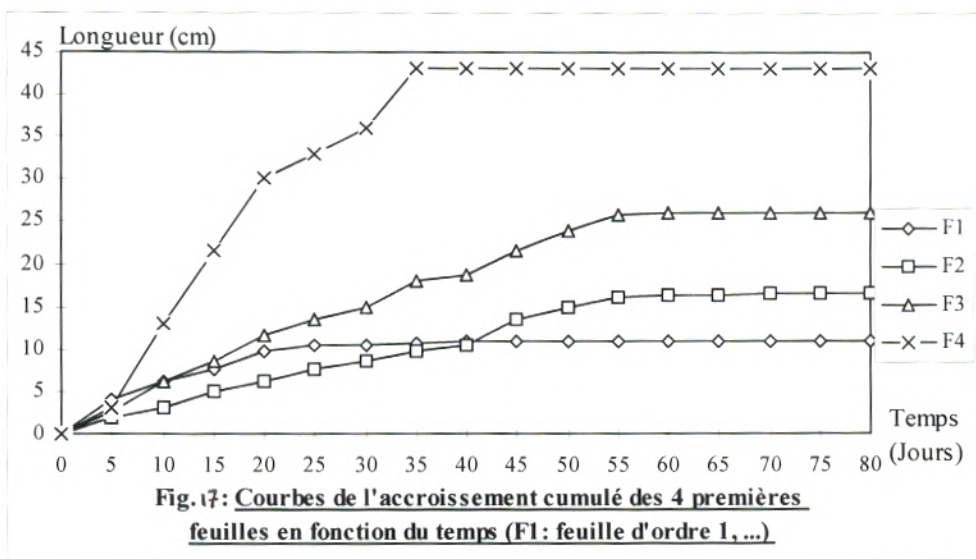
**Tableau 25 : Test de comparaison des moyennes de la longueur des feuilles de différents ordres.**

D'autre part, les courbes de croissance réalisées pour les quatre premières feuilles, (Fig.17) illustrent les faits suivants :

-La vitesse de croissance augmente avec l'ordre d'apparition des feuilles (Tableau 26 ), elle varie de 0,28cm/j pour la première feuille (F1) à 0,99cm/j pour la quatrième feuille (F4). La longueur finale est d'autant plus grande que le numéro d'ordre des feuilles.

-La durée moyenne de la croissance est de 35 jours pour F1 et F4 et de 50 jours pour F2 et F3.

-Le taux de croissance est relativement constant et varie de 1,94 à 2,84%.



Ordre d'apparition des feuilles	Durée moyenne d'accroissement (jours)	Longueur moyenne des feuilles Lm. (cm)	Vitesse moyenne Vm. (cm/j)	Taux de croissance Vm/Lm
F <sub>1</sub>	35	10	0,28	2,8
F <sub>2</sub>	50	15,94	0,31	1,94
F <sub>3</sub>	50	26,24	0,52	1,98
F <sub>4</sub>	35	34,84	0,99	2,84

**Tableau 26 : Vitesse de croissance des 4 premières feuilles de l'oyat cultivée sous "abri-vitré"**

Certaines plantules ont porté des feuilles qui ont atteint une longueur de 60 cm (5<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup> jusqu'à la 11<sup>e</sup> feuille).

## V-2- Discussions :

### V-2- 1. Germination :

Chez *A.arenaria*, la fructification se produit au printemps, dans les conditions naturelles, la maturation des caryopses et leur dispersion se produisent vers le début de l'été (LECLERC, 1983) et subissent les alternances des températures des saisons suivantes.

Dans les conditions naturelles, la densité des ports florescents est faible et est influencée par plusieurs facteurs pour *Ammophila breviligulata* étudiée par MAUN et BAYE (1989), ces facteurs sont particulièrement le taux et l'extension de l'accumulation sableuse (présence et renouvellement des nutriments), du stress hydrique et du degré de stabilité de la dune. Selon les mêmes auteurs, le nombre de fleurs par panicule (épis) varie selon les écotypes de 650 à 180, alors que la production de caryopses au mètre carré est plutôt faible dans les populations naturelles (1120/m<sup>2</sup> comme production actuelle et 5200/m<sup>2</sup> comme production potentielle). Le pourcentage de fleurs fertiles par panicule varie de 8 à 48 %.

Une touffe âgée de *Ammophila arenaria* contient de 12 à 20 épis. Chaque épi compte en moyenne 294 épis contenant chacun un caryopse, ce calcul est fait sur une dizaine de touffes. Les caryopses fraîchement récoltés nus ou enveloppés ne germent pas du tout en laboratoire (le taux de germination des caryopses nus et enveloppés est nul), elles présentent alors une dormance innée qu'une conservation à sec, à la température ambiante a pu lever (conservation pendant 1 an). Cette technique simple de levée de l'inaptitude à germer est qualifiée par CHOUAN (1954 in COME, 1970) de xérolabile.

Les caryopses doivent donc subir une post-maturation physiologique. Cette inaptitude innée à germer est une des causes qui empêchent la germination des caryopses de l'oyat dans les conditions naturelles. Les autres causes étant: l'instabilité du substrat (enfouissement excessif ou la mise à nu des graines), leur petite taille, le dessèchement rapide du substrat (structure particulière sableuse) et le transport par le vent.

Ce type de dormance est évoquée chez la plupart des graminées et d'autres espèces vivaces pionnières des dunes littorales, exemple: *Ammophila breviligulata*, *Panicum virgatum* (ZEMETRA et CUANY, 1984; FULBRIGHT et al, 1986; ZHANG et MAUN, 1987; MAUN et BAYE, 1989). Des traitements thermiques (stratification) et mécaniques (scarification) peuvent lever cette dormance comme fut le cas pour certaines espèces (ZEMETRA et al 1983 ; FULBRIGHT et al, 1986 ; ZHANG et MAUN 1987 ; MAUN et BAYE, 1989).

Le seul facteur testé sur la capacité germinative des caryopses de l'oyat est la température. Ce facteur est considéré comme limitant car il intervient dans la solubilité de l'oxygène, sa disponibilité et son utilisation par rapport à l'embryon, il agit également d'une manière directe sur la vitesse des réactions biochimiques mises en oeuvre au cours de la germination (BINET, 1971 ; MAZLIAK, 1982), l'activité enzymatique qui augmente avec la température, influence les caractéristiques des fluides (LEMEE, 1967).

Ainsi, d'après les résultats de la germination, la température influence significativement ce phénomène chez l'oyat puisqu'il s'effectue d'une manière optimale à des températures comprises entre 15 et 20°C. La germination demeure possible au delà de 20°C mais le pourcentage commence à diminuer au fur et à mesure que la température augmente et dépasse 25°C jusqu'à s'annuler à partir de 40°C. Tandis que le froid bloque la germination. Ainsi, nous pouvons classer les caryopses de l'oyat parmi les semences thermo-dormantes, selon la classification de COME (1970), semences qui ne germent pas à des températures supérieures à 35°C.

Ces résultats rappellent ceux trouvés chez différentes espèces steppiques en Algérie étudiées telles que: l'alfa (*Stipa tenacissima*, HARCHE, 1978), le sparte (*Lygeum spartum*, CHADLI, 1990), *Aristida pungens* (MEKHALDI, 1994).

Sauf pour *Stipa lagascae* dont la température optimale de germination se situe entre 5°C et 15°C (MEGDAD, 1994); aussi pour l'alfa, il y a eu des caryopses qui ont germé à la température de 5°C après 35 jours, le pourcentage a atteint la valeur de 75% (après 40 jours), ainsi qu'à 40°C, environ 20% des graines d'alfa ont germé après 6 jours (HARCHE 1978 et 1981).

La sensibilité des caryopses au froid (5°C) et aux fortes chaleurs (40 et 45°C) qui annulent leur pouvoir germinatif en bloquant les synthèses protéiniques au niveau de l'embryon, peut s'expliquer par leur origine écotypique qui se caractérise par une ambiance thermique clémente où le minima du mois le plus froid ne descend pas au dessous de 8°C et le maxima du mois le plus chaud ne dépasse pas 25°C.

Les résultats concernant l'influence de la température sur la germination des caryopses de *A. arenaria* se rapprochent de ceux trouvés chez *A. breviligulata* (MAUN et BAYE, 1989) où ils notent que la germination est inhibée à une température constante de 26,6°C et que les caryopses germent avec un pourcentage optimal à des régimes alternés jour/nuit de 18/25°C, celui-ci varie selon l'origine écotypique des caryopses (MAUN et BAYE, 1989).

D'autre part, l'étude de l'influence de quelques températures sur la viabilité des caryopses permet de conclure que ces derniers supportent des variations importantes de température, car traités à des fortes températures (60, 80°C), ils gardent leur viabilité si la durée de traitement n'est pas très longue ceci laisse penser que les téguments sont assez résistants à la chaleur puisque l'embryon germe normalement une fois le caryopse replacé dans les conditions optimales de température (15°C) pour la germination.

Ces résultats rejoignent ceux trouvés chez l'alfa (HARCHE, 1978 et 1981) sauf pour 100°C où les caryopses de l'alfa deviennent non viables après un traitement d'une heure. Alors qu'un passage d'une heure à 5°C, le pouvoir germinatif reste intact chez l'oyat ; plus la durée augmente plus l'hétérogénéité des caryopses est marquée.

Les caryopses d'oyat se révèlent plus sensibles au froid que ceux de l'alfa puisque le pourcentage de germination de ces derniers n'est pas nul après un traitement de 36 jours à la même température (HARCHE, 1978 et 1981).



La fin de la germination est marquée par la percée du tégument par la coléorrhize et le coléoptile; morphologiquement le début de la croissance de la plantule (Fig.16 ) est similaire à celui du sparte (CHADLI, 1990) et de l'alfa (HARCHE, 1978).

### V-2- 2. Croissance des feuilles :

Pour toutes les plantes supérieures et pour chaque organe pris à part, les valeurs cumulées des grandeurs relatives à la croissance (longueur, poids de la matière sèche, épaisseur...) décrivent en fonction du temps, une courbe d'allure sigmoïde qui traduit trois principales phases de croissance, dont l'amplitude varie selon l'espèce, l'organe considéré et les conditions du milieu (MAZLIAK, 1982).

Ces trois phases sont déterminées par des vitesses différentes : la première où la vitesse est croissante ou exponentielle, la seconde, où elle décroît et la troisième elle s'annule et l'organe a atteint sa dimension définitive (BINET, 1969; CHAMPAGNAT et al, 1969; MAZLIAK, 1982).

Chez les graminées, l'extension des feuilles se fait souvent de façon bidirectionnelle (ROLAND, 1982; MAZLIAK, 1982), la croissance en épaisseur étant réduite comparée à celle de la surface ; la forme du limbe change au cours de son développement, ce changement résulte d'une croissance différentielle spécifique (CHAMPAGNAT et al, 1969) et est liée à des facteurs externes (température, humidité, éclaircissement..) et des facteurs hormonaux.

Les premiers résultats concernant la croissance des feuilles ont révélé que les longueurs moyennes des feuilles augmentent avec leur ordre d'apparition sauf pour les 5 dernières (les plantules ont développés 11 feuilles en 16 mois dont la longueur moyenne n'est pas significativement différente entre elles sauf pour les 5 premières), (Tableau 25, Planche 2 ). Contrairement à ce qui a été observé chez *Stipa tenacissima* (HARCHE, 1978) et *Lygeum spartum* (CHADLI, 1990).

L'hétérogénéité marquée au cours de la croissance des feuilles (Tableau 23) peut s'expliquer par une hétérogénéité d'origine physiologique des caryopses (comme l'a confirmé COME (1970) pour les semences en général, et aussi par l'appauvrissement progressif du sol de culture en éléments nutritifs (lessivage rapide, absence probable d'associations mycorrhiziennes et bactériennes qui permettent une alimentation minérale "et azotée" de la plante), (RANWELL, 1958 in MAUN, 1989; HUISKES et HARPER in MAUN, 1989). PAVLIK (1983) confirme que l'oyat en culture attribue plus de matière au développement vertical ( partie aérienne ) qu'au développement horizontal ( formation de rhizome), la même observation a été notée par MAUN (1984) chez *A. breviligulata* où aucune biomasse n'est attribuée à la reproduction sexuée.

Les plantules n'ont pas formé de talles ceci peut être dû à l'appauvrissement du sol en éléments minéraux essentiellement l'azote (LECLERC, 1983) vu sa texture strictement sableuse et sa structure particulière, contrairement à ce qui a été obtenu chez le sparte (CHADLI, 1990) où il y a eu formation de talles-mère et talles-filles, avec 18 feuilles en moyenne et 8 à 12 feuilles respectivement après 2 ans de culture, et chez l'alfa (HARCHE, 1978) chez laquelle le nombre moyen d'innovations ( rameaux portant plusieurs feuilles chacun, selon la terminologie

donnée par le même auteur) est de 32 au bout de 32 mois de culture, 18 innovations étant formées dès la première année et chaque rameau a développé en moyenne 5 à 6 feuilles.

Chez *A. breviligulata*, de nombreuses feuilles et quelques pousses ont dépéri, une semaine après la mise en culture de plantules en serre (MAUN, 1984), ce même auteur explique que 30% de la biomasse des plantes sont investis pour les tissus souterrains (racines et rhizomes) d'où la dominance de la reproduction végétative par rapport à la reproduction sexuée chez *A. arenaria*, dans

les conditions expérimentales de culture. SCHAT *et al* (1984) précisent que la phase végétative des plantes dunaires les aident à surmonter les fluctuations du milieu.

En moyenne, les trois premières feuilles ont flétri après 12 mois de culture. Certaines plantules ont porté des feuilles ayant une longueur de 60cm notamment parmi les quatre dernières, ce qui est notable car WILLIS (1965) note que dans les conditions naturelles au bout de 2 années de culture, la longueur moyenne des feuilles chez l'oyat ne dépasse pas 45 cm tandis qu'en ajoutant des éléments nutritifs la longueur a atteint 60 cm.

Cette croissance « excessive » des feuilles (sans formation de talles) est à notre avis une réaction de compensation qui a touché la plupart des plantules, la largeur et l'épaisseur des feuilles apparaissent plus faibles que celles des feuilles de touffes poussant dans les conditions naturelles, et le nombre assez réduit de feuilles peut s'expliquer par la faible teneur du sol en azote (LECLERC, 1983 ; PAVLIK, 1983) et sa faible disponibilité baisse la vitesse relative moyenne de la croissance dans les conditions naturelles (PAVLIK, 1983).

BINET (1967) affirme que la carence en azote provoque la fanaison des parties âgées de la plante, au niveau des feuilles de la base, il se produirait une protéolyse à la suite de laquelle l'azote libéré migre au profit des parties les plus jeunes de la plante ; ceci peut expliquer les résultats obtenus.

Dans les conditions naturelles, la croissance de l'oyat débute tôt au printemps (mars) et se poursuit jusqu'à juillet, période pendant laquelle s'effectue la maturation des graines (LECLERC, 1983, PAVLIK, 1983). La croissance des pousses végétatives cesse partiellement durant l'hiver lorsque les feuilles meurent alors que les jeunes feuilles de l'apex des pousses survivent et reprennent la croissance tôt le printemps. Nous n'avons aucune précision concernant le nombre de feuilles émises par touffe ou par talle.

### **V-3- Conclusion :**

Les essais de germination entrepris ont permis de déterminer la marge des températures optimales pour la germination des caryopses de l'oyat, elles se situent entre 15 et 20°C. Ils nous ont permis également de préciser le rôle létal du froid (5°C) et de la chaleur (plus de 40°C). Tandis que le prétraitement non prolongé à de basses températures (5°C) et à la chaleur (40, 60 et 80°C) n'influence pas ou peu la germinabilité des graines, mais plus la durée du prétraitement augmente, plus l'hétérogénéité des lots est marquée.

Ces résultats peuvent permettre la conservation des caryopses de cette espèce dans des conditions variables de température pendant plusieurs mois. A leur production, ces caryopses sont dormants et exigent une post-maturation ainsi plusieurs méthodes de levée de dormance peuvent être testées (scarification, stratification etc...) sur la base de ces premiers résultats obtenus à l'issue de cette étude.

Quant aux résultats relatifs à la croissance des feuilles des plantules sous « abris vitré » ont permis d'avoir une idée globale sur la production foliaire et doivent permettre d'ouvrir d'autres voies de recherche sur la détermination des conditions favorables (du substrat notamment) au bon développement de cette plante ainsi que les conditions de repiquage dans le milieu naturel afin d'exploiter au mieux cette espèce dans les projets de fixation et de stabilisation des dunes littorales.

## CHAPITRE VI : ETUDE DE LA MISE EN PLACE ET L'EVOLUTION DU TISSU FIBREUX FOLIAIRE, LA MORPHOLOGIE ET BIOMETRIE DES FIBRES :

### VI-1. Résultats :

La mise en place et l'évolution du tissu fibreux foliaire sont suivies sur des coupes anatomiques réalisées au niveau basal des feuilles d'ordre 1, 3 et 4 au cours de leur croissance.

#### VI-1.1. Evolution du tissu fibreux :

##### 1- Feuille d'ordre 1 :

- **1er Stade** : Feuille âgée de 3 jours prélevée sur plantule âgée de 7 jours :

-La feuille mesure à ce stade 0,5cm de longueur, l'observation au microscope photonique d'une coupe transversale à la base du limbe montre un lobe médian peu développé, deux latéraux et deux marginaux; un seul faisceau conducteur est individualisé c'est celui du lobe médian, il est entouré par une gaine périfasciculaire différenciée. Les autres faisceaux (au nombre de 4) sont encore rudimentaires (Fig.18, I).

En face de chaque faisceau du côté inférieur, nous observons des massifs fibreux formés par une seule assise de cellules au niveau des lobes latéraux et trois assises au niveau du lobe médian ayant rejoint la gaine périfasciculaire. A ce niveau, l'anneau fibreux hypodermique inférieur est mis en place ainsi que les fibres axiales inférieures.

Les parois sont encore cellulodiques et minces (elles réagissent positivement au Rouge Congo). Au niveau des lobes marginaux, il y a différenciation de fibres avec l'apparition de parois secondaires cellulodiques au niveau de quelques unes d'entre elles. Les massifs fibreux hypodermiques sont isolés, séparés par quelques cellules parenchymateuses .

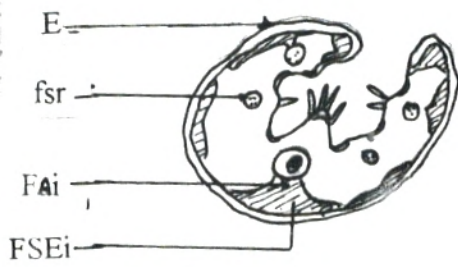
L'épiderme est formé par des cellules volumineuses encore irrégulières à parois cellulodiques. Le reste de la surface de la coupe est occupé par le parenchyme (3/4 de la surface environ).

- **2<sup>e</sup> Stade** : Feuille âgée de 4 jours:

-A ce stade, la feuille mesure 1,5cm de longueur, les observations montrent un faisceau médian bien développé (Fig.18, II), les FAi font leur apparition et rejoignent les faisceaux conducteurs surnuméraires (dont le nombre est resté constant). La formation des FAi est perpendiculaire aux FSEi et à l'épiderme, elle est centripète.

A ce stade, nous observons également l'apparition de massifs fibreux au niveau supérieur de la feuille sur le lobe médian. Les fibres marginales viennent de joindre les FSEi des lobes latéraux. Les massifs cellulaires des FSEs, n'ont pas encore perdu complètement leur contenu cellulaire et leurs parois sont encore cellulodiques.

A-



I- Stade 1 F<sub>1</sub>: 3jrs , l = 0.5cm )

20μ



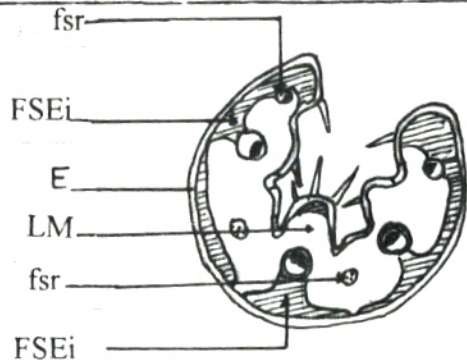
II- Stade 2 F<sub>1</sub>: 4 jrs , l = 1.5cm

20μ



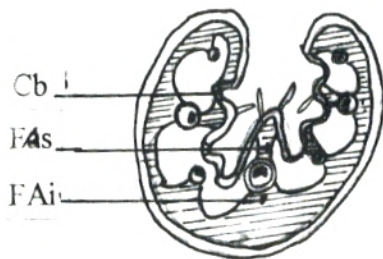
III- Stade 3 F<sub>1</sub>: 7 jrs , l = 3.5cm

20μ



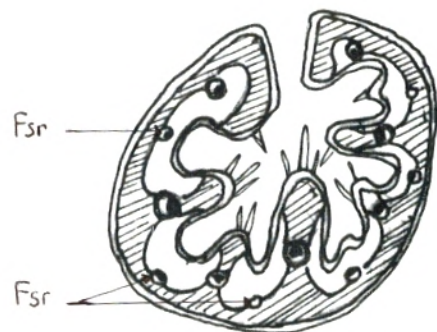
IV- Stade 4 F<sub>1</sub>: 20 jrs , l = 8cm

20μ



V- Stade 5 F<sub>1</sub>: 32 jrs , l = 13cm

20μ



VI- Stade 6 F<sub>3</sub>: 36 jrs , l = 20cm

20μ

Fig. 18 - A

Quelques cellules de l'épiderme inférieur présentent un début de lignification de leurs parois.

- **3<sup>e</sup> Stade** : Feuille de 7 jours prélevée sur plantule âgée de 11 jours :

-La feuille mesure 3,5cm de longueur, les fibres sous-épidermiques forment un anneau continu (Fig.18, III) ; les cinq nervures sont bien formées correspondant aux cinq lobes et aux 5 faisceaux conducteurs dont 4 sont encore en voie de différenciation mais qui sont entourés chacun d'une gaine périfasciculaire. Les 5 nervures sont comme suit: 1 médiane, deux latérales et deux marginales.

- **4<sup>e</sup> Stade** : Feuille âgée de 20 jours prélevée sur plantule âgée de 24 jours :

-Le limbe mesure 8cm, la croissance en largeur et en surface sont faibles. A ce stade, une paire de faisceaux conducteurs fait son apparition (Fig.18, IV), ils s'intercalent de part et d'autre du faisceau médian. Les parois des fibres sont encore cellulodiques, seuls les éléments du xylème sont lignifiés. Les parois des fibres marginales commencent à s'épaissir. Il y a donc 7 nervures: 1 médiane, 4 latérales et 2 marginales.

- **5<sup>e</sup> Stade** : Feuille âgée de 32 jours :

-La feuille a atteint sa longueur définitive qui est de 13cm. A ce stade, les FSEi sont bien développées ainsi que les FAi qui relient ces dernières aux faisceaux conducteurs respectifs, les lobes médians et marginaux sont bien développés, les lobes latéraux font saillie par le développement des FAs qui relient les faisceaux conducteurs aux FSEs. Les fibres extrêmes (marginales) sont formées de plusieurs assises (au nombre de 3), (Fig.18, V), leurs parois secondaires commencent à se lignifier ainsi que les parois des autres fibres (la réaction au vert de méthyle est positive).

### 2- Feuille d'ordre 3 :

Au cours de la croissance de cette feuille, le développement des différents tissus passe par les mêmes stades que la feuille d'ordre 1 jusqu'à 32 jours.

- **6<sup>e</sup> Stade** : Feuille âgée de 36 jours prélevée sur plantule âgée de 120 jours :

-Des coupes transversales au niveau basal de cette feuille qui mesure 20cm, montrent 9 nervures correspondant à 9 lobes (5 primaires, 4 secondaires): 1 médian, 6 latéraux et deux marginaux et les 6 faisceaux surnuméraires, rudimentaires. (Fig.18, VI).

- **7<sup>e</sup> Stade** : Feuille âgée de 60 jours:

-Sa longueur est de 30cm, longueur maximale, les lobes sont saillants (Fig.18, VII), on compte 8 lobes primaires et 7 lobes secondaires, toutes les fibres sont bien développées, avec l'apparition de massifs cellulaires sous-épidermiques de part et d'autre du faisceau conducteur du lobe médian qui donneront au stade suivant les fibres latérales. Toutes les parois des fibres sont lignifiées et celles des lobes marginaux sont encore plus épaissies (développement de la paroi II). La largeur de la feuille augmente par conséquent, et le parenchyme est réduit considérablement à la faveur du sclérenchyme.

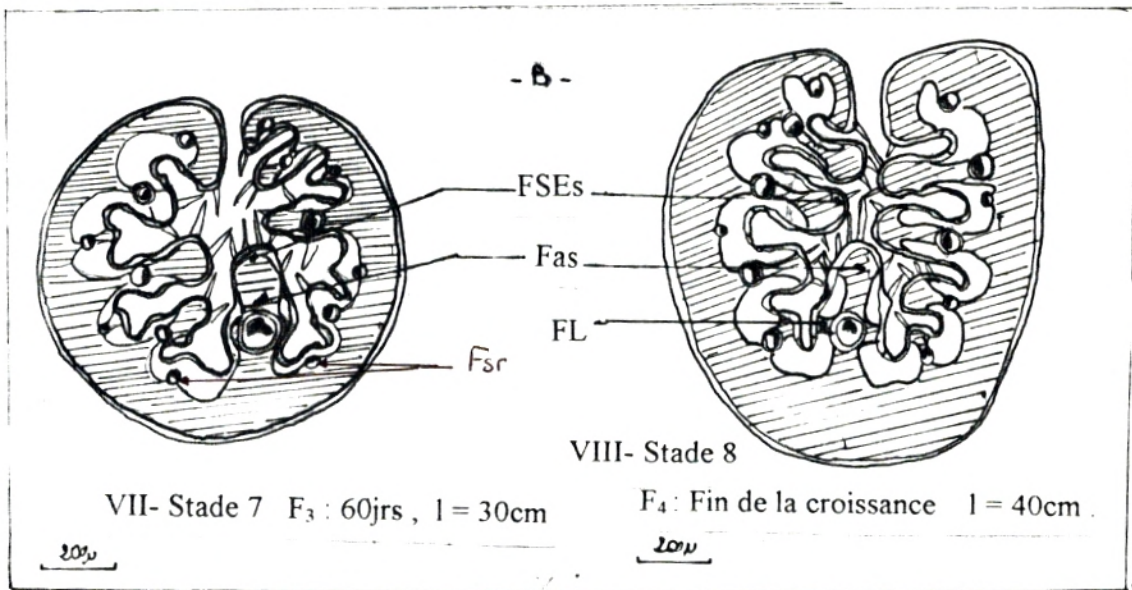


Fig. 18 A et B: Evolution du tissu fibreux foliaire au cours de la croissance

fsr : Faisceau surnuméraire LM: Lobe médian

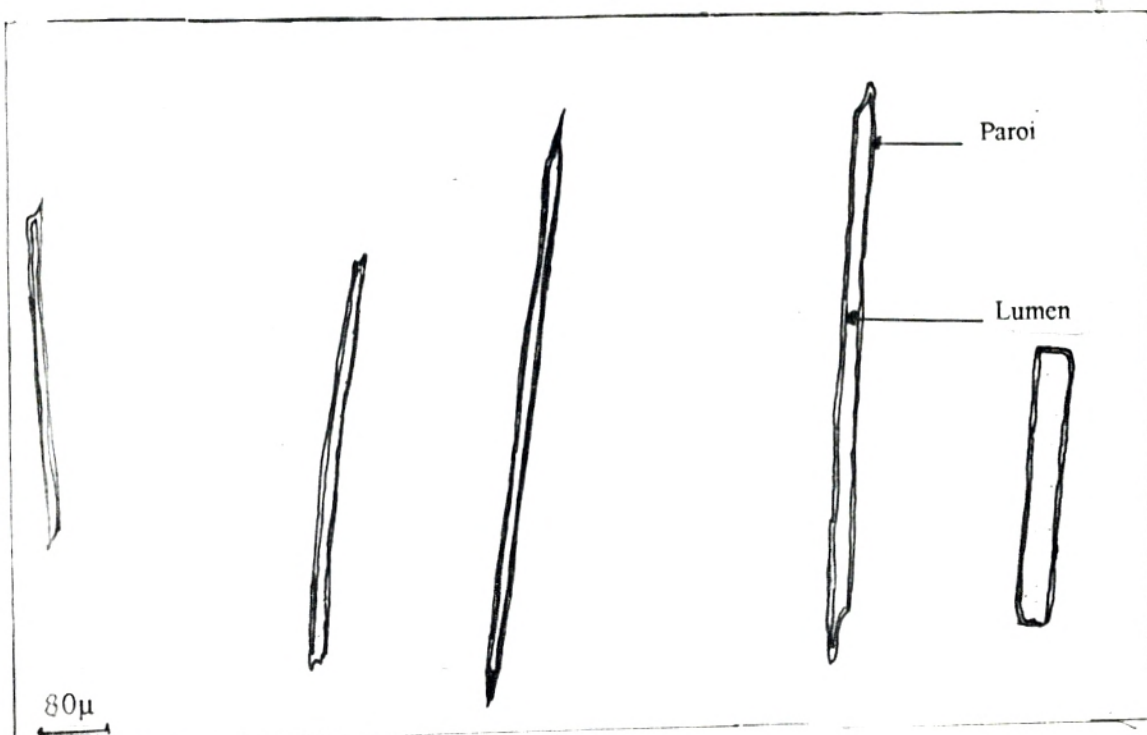


Fig. 19: Différents types morphologiques des fibres de la feuille de l'ovat

### 3- Evolution du tissu fibreux de la feuille d'ordre 4 :

Pratiquement tous les stades rencontrés lors de la croissance des feuilles d'ordre 1 et 3 retrouvent au niveau de la feuille d'ordre 4, sauf que cette dernière présente un développement (en longueur) plus important et donc nous assistons à un développement plus marqué du tissu fibreux, ainsi une coupe transversale au niveau basal d'une feuille de 40cm ( âge de la plantule est 200 jours) nous montre la présence de fibres latérales sur quelques lobes primaires (au nombre de 3) toutes les parois des fibres sont lignifiées, l'épaisseur du sclérenchyme est plus important, quelques FSEi développent une paroi secondaire. Le parenchyme est encore plus réduit (Fig.18, VIII).

#### VI-1.2. Morphologie et statistiques des fibres :

L'observation des fibres dissociées de feuilles adultes provenant de touffes poussant dans les conditions naturelles, au microscope photonique, après coloration à la safranine, nous révèle une variabilité de formes et de dimensions. Les fibres sont allongées, leurs extrémités sont arrondies, effilées, en bec de flûte ou en pointe (Fig. 19). Leurs parois réagissent positivement à la safranine et se colorent en rose.

Le calcul statistique, effectué sur un échantillon de 100 fibres prises au hasard a donné la valeur moyenne de la longueur égale à 0,8mm (  $\pm 0,18$  mm ), cette valeur s'étale entre deux extrêmes: 0,5 et 1,2mm.

Les fibres présentent donc une variabilité par rapport à leur longueur.

#### VI-2. Discussion :

Presque toutes les graminées vivaces possèdent un tissu fibreux plus ou moins développé, celui-ci a été décrit chez plusieurs espèces des zones arides et semi-arides telles que l'alfa (Duval-Jouve, 1875; MAZOYER, 1936; GENEVES, 1962) et plus récemment (HARCHE, 1978,1985), le sparte (CHADLI, 1990), l'Aristida (MEKHALDI, 1994), *Stipa lagascae* (MEGDAD, 1994). Les fibres étant des cellules fusiformes allongées d'origine parenchymateuse dont l'épaisseur et surtout la lignification confère au sclérenchyme une grande rigidité et une dureté marquée (CAMEFORT, 1972). Chez l'oyat, le sclérenchyme présente une forte étendue par rapport aux autres tissus (DUVAL-JOUE, 1875; GENEVES, 1962; BINET, 1967; CAMEFORT, 1972) et présente une homogénéité par rapport à l'alfa et le sparte .

L'étude globale mettant en évidence la mise en place et l'évolution du tissu fibreux foliaire révèle le fait que l'extension et la progression du tissu fibreux d'une feuille donnée se font en relation avec sa croissance et ceci rejoint ce qui a été observé chez l'alfa (HARCHE, 1978, 1980, et 1985) et chez le sparte (CHADLI, 1990).



Cependant, certains aspects de l'extension du tissu fibreux diffèrent chez l'oyat par rapport à l'alfa d'une part et le sparte d'autre part. Ainsi l'anneau fibreux hypodermique inférieur formé à partir de massifs cellulaires formés en face de chaque faisceau conducteur apparu du côté inférieur de la feuille demeure discontinu jusqu'à la formation de fibres axiales inférieures reliant cet anneau au faisceau conducteur contrairement à ce qui a été observé chez l'alfa où l'anneau hypodermique devient continu avant l'apparition de fibres axiales (HARCHE 1978, 1980), alors que chez le sparte il demeure discontinu (CHADLI, 1990).

De plus la différenciation des fibres sous-épidermiques supérieures est plus précoce chez l'oyat (dès le 8<sup>e</sup> jour après la germination) avant même la formation des fibres axiales supérieures alors que chez l'alfa, elle se fait pendant les derniers stades de développement de la feuille au 120<sup>e</sup> jour après la germination (HARCHE, 1978) et plus tardivement chez le sparte (CHADLI, 1990).

Dès le 34<sup>e</sup> jour de germination (feuille âgée de 32 jours) le tissu fibreux se généralise et gagne de plus en plus le parenchyme et relie la région inférieure à la région supérieure de la feuille et son extension se fait en fonction de l'âge de la feuille et la différenciation des lobes. Le maximum de développement du sclérenchyme est marqué par la différenciation des fibres latérales au niveau de la majorité des lobes primaires, et par l'apparition de la paroi secondaire au niveau des fibres sous-épidermiques inférieures des fibres latérales et quelques fibres sous-épidermiques supérieures ainsi que par l'augmentation du nombre d'assises fibreuses de chaque type (en relation avec la croissance des lobes et l'augmentation de leur nombre en fonction de la croissance de la feuille).

La lignification se fait assez tôt au niveau des parois des fibres, ce sont les fibres marginales qui se lignifient en premier (au 36<sup>e</sup> jour après la germination) après l'épaississement de leurs parois. Ce phénomène se généralise aux autres fibres à partir du 64<sup>e</sup> jour après la germination, alors que chez l'alfa où les parois secondaires des fibres ont une structure beaucoup plus complexe (HARCHE, 1984, 1985, 1986) la lignification se fait avec le vieillissement des fibres (HARCHE, 1978; HARCHE et BOUNAGA, 1980).

Au fur et à mesure de la croissance foliaire et de l'extension du tissu fibreux, il y a réduction de la surface du parenchyme (sur une coupe transversale), qui passe des 3/4 environ au 1/4, par rapport à la surface totale. Cependant des études plus poussées sont indispensables pour affirmer l'origine des fibres chez cette espèce, car les auteurs qui se sont intéressés à l'ontogénèse des fibres foliaires de certaines graminées ont montré que leurs fibres ligneuses proviennent de la transformation ultrastructurale et biochimique des cellules parenchymateuses en relation avec une adaptation au milieu xérique et au stress hydrique des régions semi-arides et arides, exemple: *Avena pratensis* et *Ampelodesmos tenax* (PEE LABY, 1898), *Stipa tenacissima* (DUVAL JOUVE, 1875; MAZOYER, 1936; HARCHE, 1978; HARCHE et BOUNAGA, 1980), *Lygeum spartum* (CHADLI, 1990).

CRETE et GUIGNARD (1968) et CAMEFORT (1971) précisent que les fibres du sclérenchyme dérivent des différenciations locales à l'intérieur du parenchyme: les cellules parenchymateuses épaississent leurs parois et se "débarrassent" de leur contenu cytoplasmique et se transforment en fibres.

D'autre part, la forme et les dimensions des fibres de l'oyat obtenues après dissociation, rappellent celles de l'alfa et le sparte, la valeur moyenne de leur longueur (qui est de 0,8mm) paraît se situer entre celle de l'alfa (0,3mm) (HARCHE, 1978) et celle du sparte (1,7mm) (MEGDAD, 1987; CHADLI, 1990) ainsi que celle de *Aristida pungens* (1,27mm) (MEKHALDI, 1994).

L'épaississement de leurs parois est moins importante que chez les deux autres espèces, leur lumen étant bien apparent et assez large.

<i>Lygeum spartum</i>	>	<i>Aristida pungens</i>	>	<i>Ammophila arenaria</i>	>	<i>Stipa lagascae</i>	>	<i>S.tenacissima</i>
(1,7mm)		(1,27mm)		(0,80mm)		(0,57mm)		0,37mm)

Classification d'après la longueur des fibres.

### VI-3. Conclusion :

L'étude de la mise en place du tissu fibreux et son évolution au cours de la croissance foliaire chez l'oyat nous a permis de noter les points suivants:

- L'extension du tissu fibreux se fait en fonction de l'âge de la feuille. Son apparition et sa différenciation s'observent dès les premiers stades de développement de la feuille.

- Les massifs hypodermiques apparus en premiers se voient reliés aux faisceaux conducteurs par le développement de fibres axiales inférieures et supérieures.

- Les faisceaux conducteurs se différencient en même temps que les fibres sous-épidermiques inférieures et les fibres sous-épidermiques supérieures. Les fibres axiales supérieures se différencient dans un stade ultérieur, et le sclérenchyme achève son développement par la formation de fibres latérales au niveau des lobes primaires.

- L'extension du sclérenchyme est très important et gagne les 3/4 de la surface de la feuille (feuille adulte). Il est plus homogène que celui de l'alfa et du sparte.

- L'épaississement des parois n'est pas important, sauf pour les fibres marginales et les fibres sous-épidermiques inférieures, et leur structure demeure moins complexe que celle de l'alfa et du sparte.

- La lignification des parois est précoce et les fibres présentent une variabilité de longueur.

## CHAPITRE VII : ANATOMIE ET HISTOCHIMIE FOLIAIRES

### VII- 1- Résultats :

#### VII- 1- 1. Observations anatomiques de la feuille de l'oyat :

Le limbe a la forme d'une gouttière étroite et longue (Fig. D ) et présente un aspect circulaire sur une coupe transversale.

Une coupe transversale au niveau médian d'une feuille adulte (Fig. 20, Planche 3 A ) et colorée au vert de méthyl / Rouge Congo permet de voir immédiatement que :

- Le limbe est fortement découpé par de profonds sillons qui séparent les différents lobes. Les lobes (Primaires) au niveau desquels se différencient les faisceaux (d'après la nomenclature de DUVAL-JOUVE, (1875) et MAZOYER, (1936)) au nombre de 9 sont les plus saillants y compris les lobes marginaux ; les lobes (secondaires) correspondant aux faisceaux II, au nombre de 7, sont moins saillants et les lobes (tertiaires) correspondant aux faisceaux III, sont les plus rudimentaires sont au nombre de 10 et au début de leur formation. A chaque lobe donc à chaque nervure correspond un seul faisceau conducteur.

- Le tissu fibreux est très développé (les parois sont colorées en vert par le vert de méthyl) elles sont donc lignifiées, ce tissu est homogène depuis l'épiderme inférieur à l'épiderme supérieur (Fig. 20, Planches 3, 4, 5 ).

- L'observation du lobe médian permet de décrire différents tissus depuis l'épiderme inférieur jusqu'à l'épiderme supérieur (Fig. 20 ) :

★ Un épiderme inférieur recouvert d'une épaisse couche de cutine (cuticule) dont l'épaisseur peut atteindre 0,008 mm (PURER, 1942), il est formé de cellules isodiamétriques disposées régulièrement en une seule assise formant un anneau continu. Selon l'épaisseur des parois des fibres ainsi que leur localisation et le diamètre de leur lumen, nous avons pu distinguer les types suivants de fibres dont la nomenclature n'a rien à voir avec celle des fibres de l'alfa (HARCHE, 1985) ni celle du sparte (CHADLI, 1990) qui dépendent plutôt de la structure pariétale des fibres, ce sont:

★ Les fibres sous-épidermiques inférieures (FSEi) dont la paroi est plus épaisse que les autres fibres (exception faite des fibres des lobes marginaux). Elles forment un anneau continu formé, au début de la croissance foliaire, d'une seule assise, puis de deux assises lorsque la feuille est plus âgée (Planche 3 B et C ). La paroi secondaire est à ce stade bien développée mais le diamètre du lumen est plus petit que celui des fibres que nous avons nommées axiales (FA) car elles s'étendent depuis l'anneau fibreux sous-épidermique, transversalement, jusqu'au faisceau conducteur, leurs parois demeurent minces tout en étant lignifiées sauf pour quelques fibres juxtaposées à la gaine périfasciculaire du lobe médian du niveau basal d'une feuille âgée chez lesquelles nous avons observé la présence d'une paroi secondaire (voir Planche 8 B ).

★ Un autre type de fibres, que nous avons appelées latérales (FL), relie latéralement l'épiderme aux fibres de la gaine périfasciculaire (GPF) au niveau des lobes primaires.

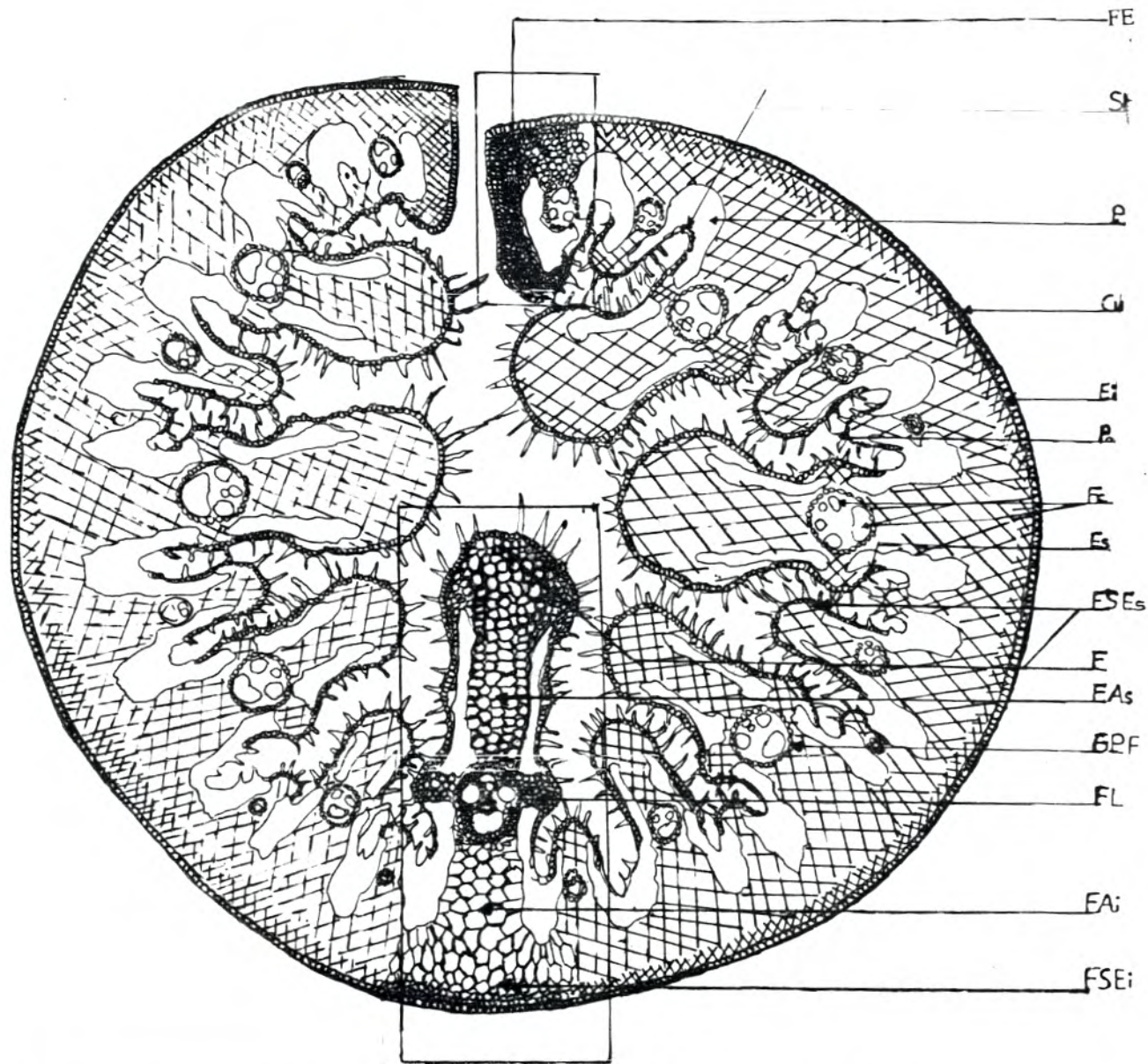


Fig.20. Coupe transversale au niveau médian d'une feuille mature de *Ammophila arenaria*

30,5 μ

Ces cellules ressemblent aux fibres sous-épidermiques inférieures; leurs parois s'épaississent légèrement au cours du vieillissement de la feuille. (PLANCHES 5 B et 8 B)

D'autres fibres axiales se trouvent dans la partie supérieure du lobe reliant la gaine périfasciculaire à l'épiderme supérieur par l'intermédiaire d'une ou de deux assises de fibres sous-épidermiques supérieures dont les cellules sont moins régulières que celles des fibres sous-épidermiques inférieures mais plus petites et légèrement plus épaisses que celles des fibres axiales supérieures. L'épiderme supérieur est recouvert d'une très fine cuticule qui peut avoir 0,002 mm d'épaisseur selon PURER (1942).

★ Le faisceau conducteur est entouré d'une assise de cellules épaisses: la gaine périfasciculaire (GPF).

+Les cellules du phloème (Ph) sont à parois cellulosiques et épaisses, on y distingue le proto-phloème (cellules écrasées non fonctionnelles et le métaphloème (cellules polygonales plus grandes encadrant les cellules compagnes plus petites). Quelques cellules se trouvent à la périphérie du phloème, elles constituent le parenchyme phloémien.

+Le xylème (x) est formé d'éléments lignifiés dont la différenciation est centrifuge ; comme le phloème, le xylème est représenté par le protoxylème (petits vaisseaux du côté de l'épiderme supérieur) et de métaxylème (gros vaisseaux périphériques).

★ L'épiderme supérieur est très faiblement cutinisé mais contrairement à l'épiderme inférieur, il est largement recouvert de poils qui obstruent la cavité formée par le repliement du limbe. Ce tissu est interrompu par de larges cellules à parois cellulosiques au fond de chaque sillon. Elles sont disposées en éventail, ce sont les cellules bulliformes ou cellules motrices (Planches 3, 4, 5), déjà citées et décrites par PURER (1942), GENEVES (1962), CAMEFORT (1972), dont la variation de la turgescence provoque le mouvement d'ouverture et de fermeture du limbe (GENEVES, 1962; BINET, 1967; CAMEFORT, 1972) et détermine ainsi la forme en gouttière du limbe qui est une réponse immédiate à la sécheresse.

★ L'épiderme supérieur est interrompu par le tissu bulliforme (Fig. 20, Planches 3 et 4) et par des stomates de part et d'autre des lobes (1 à 3 paires selon le développement du lobe), (Planche 5, Fig. 20 ).

★ Le parenchyme est discontinu. Il se trouve protégé du milieu extérieur par le développement continu du sclérenchyme, la présence de la cuticule et, du côté supérieur, par l'atmosphère de la cavité formée par l'enroulement du limbe et la forte pilosité.

★ Et enfin, au niveau des lobes marginaux (ou lobes extrêmes) se développe un tissu fibreux (que nous avons nommées fibres marginales ou extrêmes: FE) qui se distinguent des autres fibres par leur paroi très épaisse, et leur lignification précoce (Planches 3 A et 4 A).

**Remarque :** GENEVES (1962) observe une paroi secondaire (II) développée sur toutes les fibres de l'oyat contrairement à nos observations, et DUVAL JOUVE (1875) a décrit un parenchyme incolore chez cette espèce dont le développement, selon lui, est maximum chez les espèces propres aux sables du littoral maritime, que nous n'avons pas pu identifier sur nos coupes.

## VII-1-2. Etude Histochimique :

L'étude histochimique a été menée pour préciser la nature chimique des parois des différents tissus aux trois niveaux de la feuille (Fig. D). Le Tableau 27 résume la réaction des parois des tissus vis à vis des différentes colorations utilisées.

### 1. Mise en évidence des tissus à parois cellulósiques :

Seules les parois des tissus suivants ont présenté une réaction positive au rouge Congo, quelque soit le niveau de coupe: Le phloème, le parenchyme et les cellules bulliformes dont les parois sont minces (Planches 3, 4 et 5 ), la réaction est faible au niveau apical de la feuille sur les parois de la gaine périfasciculaire, des fibres axiales inférieures et des éléments du xylème (Planches 3 B et 4 ). Les parois des autres tissus ne se colorent pas.

### 2. Réaction aux réactifs des polysaccharides et ceux des composés pectiques :

L'épiderme et la gaine périfasciculaire ne réagissent pas au rouge de ruthénium aux trois niveaux de la feuille (Planches 9 D, E, F). La coloration est positive au niveau apical, elle devient faible à la partie basale au niveau des parois II des fibres sous-épidermiques inférieures, des parois des fibres sous-épidermiques supérieures, fibres latérales, xylème, fibres axiales inférieures et fibres axiales supérieures (Planches 9 D,E,F ). La coloration est positive aux trois niveaux de la feuille sur les parois du parenchyme, des cellules bulliformes et des éléments du xylème..

L'intensité de la réaction à l'A.P.S est variable depuis la partie apicale jusqu'à la partie basale sauf pour les parois de la gaine périfasciculaire, du parenchyme et les cellules bulliformes où elle est négative à très faible (Tableau 27 ).

La coloration est positive au niveau apical, elle s'atténue et devient faible sur les parois des tissus suivants au niveau basal : fibres sous-épidermiques inférieures, fibres sous-épidermiques supérieures (parois I et parois II), fibres axiales inférieures et supérieures, fibres latérales et sur les parois des fibres extrêmes, elle est positive sur les éléments du xylème au niveau apical de la feuille et y devient négative au niveau médian et basal. Et enfin aucune coloration ne s'observe sur la gaine périfasciculaire.

### 3. Mise en évidence des tissus à parois lignifiées :

Les parois des cellules de l'épiderme réagissent plus ou moins positivement au phloroglucinol HCl, depuis la partie apicale où elle est nulle à faible (Planches 6 A et B ), puis devient un peu plus marquée aux niveaux médian et basal de la feuille (Planches 7 B et 8 C ) les parois I se colorent du côté interne du tissu, car le côté externe (inférieur) est entièrement recouvert de cutine.

Et inversement, nous observons une augmentation de l'intensité de la coloration au phloroglucinol HCl sur les parois des fibres sous-épidermiques inférieures (sur les parois I ), les fibres axiales inférieures, et fibres sous-épidermiques supérieures depuis le niveau apical jusqu'au niveau basal. Elle demeure intense sur les parois des fibres axiales supérieures et fibres latérales.

	PARTIE APICALE						PARTIE MEDIANE						PARTIE BASALE					
	Polys. A.P.S	Cell.	Lign. RC	Lign. RS	Lign. (Vm)	Comp. Pect.	Polys.	Cell.	Lign. RC	Lign. RS	Lign. (Vm)	Comp. Pect.	Polys.	Cell.	Lign. RC	Lign. RS	Lign. (Vm)	Comp. Pect.
EP	±	-	±	-	+	-	±	-	±	±	+	±	±	-	+	±	+	±
FSEi I	+	-	±	+	+	+	±	-	±	+	+	+	±	-	+	±	+	±
II	.	.	.	.	.	.	±	-	±	+	+	±	±	-	+	+	+	±
FSEsI	+	-	±	+	+	+	±	-	+	++	+	+	±	-	±	±	+	-
II	.	.	.	.	.	.	±	-	+	+	+	+	±	-	++	+	+	±
FAs I	+	-	±	+	±	+	±	-	+	++	+	±	±	-	+	-	+	-
II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	±	-	++	±	+	±
FAi I	+	±	-	+	+	+	±	-	+	±	+	±	.	.	.	.	.	.
II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	±	-	++	±	+	±
FL I	+	-	+	+	+	+	±	-	++	++	+	±	.	.	.	±	+	.
II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	±	-	++	±	+	±
FE I	+	-	±	+	+	+	±	-	++	++	+	+	.	.	.	.	.	.
II	-	±	+	-	+	±	±	-	+	±	+	+	±	-	++	+	+	+
GPF	-	±	++	+	±	±	-	±	++	±	+	-	±	-	++	-	+	+
X	+	±	++	+	±	+	-	-	+	±	+	-	-	±	++	±	+	-
Ph	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	±	+	-	-	++	+	+	-
P	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+
B	±	+	-	-	-	±	±	+	-	-	-	++	-	+	-	-	-	+
													±	+	-	-	-	+

**Tableau 27 : Evolution de la nature chimique des parois cellulaires d'une feuille mature à ses trois niveaux (apical, médian et basal).**

**Légende:**

- ++ : Réaction intense.
- + : Réaction positive.
- ± : Coloration faible.
- : Réaction négative.

- RS : Radicaux syringyl
- RC : Radicaux conyféryls

La mise en évidence des lignines à radicaux syringyls (par la réaction de Maüle) est traduite par une réponse positive des parois des tissus suivants: fibres axiales supérieures, fibres latérales, fibres extrêmes, fibres sous-épidermiques inférieures et supérieures aux niveaux médian et basal de la feuille (Planches 9 A, B, et C ) et leur faible présence par une réponse faible sur les parois des fibres axiales inférieures, aux niveaux médian et basal ainsi que toutes les parois des tissus dans la partie apicale .

La Planche 9 B montre nettement que la lignification est plus intense sur les parois des fibres axiales supérieures et des fibres sous-épidermiques supérieures par rapport aux fibres axiales inférieures et fibres sous-épidermiques inférieures.

La coloration au réactif de Maüle est négative sur l'épiderme au niveau apical et faible aux niveaux médian et basal (Tableau 27 ).

#### 4. Extraction ménagée des composés paritaux :

Préconisée et utilisée par un certain nombre de chercheurs (REIS et ROLAND, 1974 ; REIS, 1978, 1981 ; CZANINSKI *et al.*, 1982; CZANINSKI et MONTIES, 1982 *in* HARCHE, 1985; ROLAND et MOSINIAK, 1983 *in* HARCHE, 1985; HARCHE, 1985; MOSINIAK et ROLAND, 1985 ; HARCHE *et al.*, 1989, 1990 ; CHADLI, 1990 ; ZERIAHENE, 1987) , cette technique permet d'apprécier la nature des parois et de vérifier le degré de résistance vis à vis des traitements chimiques par différents agents: NaOH, MeNH<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>OH, DMSO; ces dernières extraient sélectivement, la cellulose, les hémicelluloses et les lignines.

Les extractants utilisés sont le NaOH, MeNH<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>OH, sur des coupes transversales qui sont colorées par des réactifs appropriés : phloroglucinol HCl et réaction de Maüle pour les lignines, Rouge Congo pour les polysaccharides. Les coupes sont effectuées sur des feuilles adultes au niveau basal, et la délignification est mesurée par la décoloration des parois.

#### **a- Caractérisation des lignines :**

+ Réaction au phloroglucinol-HCl : sur une coupe-témoin, toutes les parois des fibres réagissent positivement, plus intensément au niveau des fibres axiales supérieures et fibres latérales, plus faiblement au niveau de la paroi secondaire des fibres sous-épidermiques inférieures et celle des fibres extrêmes (Tableau 28 ).

L'observation des coupes anatomiques incubées dans la soude pendant des temps croissants montre que cet agent agit progressivement et différemment sur la délignification des parois des fibres.



Ainsi, la délignification de la paroi secondaire des fibres des lobes marginaux se fait dès 24 h de traitement et celle des fibres sous-épidermiques inférieures dès 48 h. La paroi primaire des FE est totalement délignifiée après 48h de traitement et celle des FSEi après 144 h et Les parois II se delignifient plus tot (après 48h). Au niveau des parois des autres fibres (FAi, FL, FAs, FSEs) et de la gaine périfasciculaire il y a délignification progressive mais incomplète après 386 h d'incubation dans la soude.

L'action de la méthylamine est similaire à celle de la soude sur les fibres sous-épidermiques inférieures les fibres axiales inférieures et supérieures et les fibres latérales , elle agit progressivement mais plus efficacement seulement sur les parois des FSEs où la délignification est complète après 144 h. Son action est beaucoup plus lente sur les deux parois des fibres extrêmes. Cet extractant demeure inefficace sur la délignification des fibres de la GPF.

Quant à l'ammoniaque, l'efficacité de son action est notable car la délignification est complète sur toutes les parois après 144 h de traitement sauf pour la paroi I des FSEi, cependant son action demeure limitée sur la G.P.F.

Tissus		FE		E		FSEi		FAi	FL	FAs	FSEs	BUL	GPF
		I	II	I	II	I	II						
<b>Témoin</b>		++	±	-	-	++	±	++	++	++	++	-	++
<b>Temps de trait'</b> (Heures)													
N a O H	24	++	±	-	-	++	±	++	+	++	+	-	++
	48	-	-	-	-	±	±	+	±	+	±	-	+
	72	-	-	-	-	±	-	±	±	±	±	-	+
	144	-	-	-	-	±	-	±	±	±	±	-	+
	386	-	-	-	-	-	-	±	±	±	±	-	±
C H <sub>3</sub> N H <sub>2</sub>	24	++	±	-	-	+	±	+	++	++	+	-	++
	48	+	±	-	-	+	±	+	+	+	±	-	++
	72	±	±	-	-	±	-	±	+	+	±	-	+
	144	±	-	-	-	±	-	±	±	+	±	-	+
	386	-	-	-	-	±	-	±	±	±	-	-	+
N H <sub>4</sub> O H	24	++	±	-	-	±	±	+	++	++	+	-	++
	48	±	±	-	-	±	±	±	+	+	+	-	++
	72	±	±	-	-	±	±	±	+	+	±	-	+
	144	±	-	-	-	±	-	±	±	±	±	-	+
	386	-	-	-	-	±	-	-	-	-	-	-	+

**Tableau 28 : Coloration au Phloroglucinol -HCL après différents temps de traitement au NaOH, CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> et NH<sub>4</sub>OH**

+ Réaction au réactif de Maüle :

Les parois II des FE, et celles des FSEi réagissent positivement sur une coupe témoin et moyennement au niveau des parois de l'épiderme, des FAs et de la GPF et la réaction est positive sur les parois des FAs, FSEs et FL.

La soude agit dès 24 h de traitement sur les parois I des FE et sur les parois I et II de l'épiderme et les parois des Fai. La delignification est totale après 24 h sur les FSEi, FSEs, et après 48h sur la paroi II des FE, la paroi des FL, FAs et plus tardivement (après 72h) sur les fibres de la GPF où la délignification est totale (Tableau 29).

La méthylamine délignifie toutes les parois à partir de 48 h de traitement sauf celles de l'épiderme et de la GPF où la délignification est totale dès 24 h.

Tissus		FE	E	FSEi	FAi	FL	FAs	FSEs	BUL	GPF
		I II	I II	I II						
<b>Témoin</b>		± ++	± ±	- +	±	+	+	+	-	±
<b>Temps de Trait<sup>t</sup></b>										
<b>(Heures)</b>										
N a O H	24	- +	- -	- ±	-	±	±	±	-	±
	48	- ±	- -	- -	-	±	±	-	-	±
	72	- -	- -	- -	-	-	-	-	-	±
	144	- -	- -	- -	-	-	-	-	-	-
	386	- -	- -	- -	-	-	-	-	-	-
C H <sub>3</sub> N H <sub>2</sub>	24	- ±	- -	- +	±	±	+	±	-	-
	48	- ±	- -	- ±	±	±	±	±	-	-
	72	- -	- -	- -	-	-	-	-	-	-
	144	- -	- -	- -	-	-	-	-	-	-
	386	- -	- -	- -	-	-	-	-	-	-
N H <sub>4</sub> O H	24	- +	- -	- ±	±	±	±	±	-	±
	48	- ±	- -	- ±	±	±	±	±	-	-
	72	- ±	- -	- -	±	-	-	-	-	-
	144	- -	- -	- -	-	-	-	-	-	-
	386	- -	- -	- -	-	-	-	-	-	-

**Tableau 29 : Coloration au réactif de Maule après différents temps de traitement au NaOH, CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> et NH<sub>4</sub>OH**

**Légende des Tableaux 27, 28, 29 et 30**

++ : Réaction intense (coloration intense)

± : Coloration faible

+ : Réaction positive

- : Pas de coloration

L'action de l'ammoniaque est moins rapide car la décoloration n'est totale sur toutes les parois des fibres qu'après 72 h de traitement sur les parois II des FE et FAi et après 48 h sur celles des FAs, FSEs, FSEi et FL. Les parois des cellules de la GPF présentent une décoloration totale après 24h de traitement.

**b-Caractérisation des polysaccharides :**

+ Coloration au Rouge Congo (Cellulose):

Seules les parois des cellules bulliformes (en plus du parenchyme) présentent une coloration positive au Rouge Congo sur les coupes-témoins (Tableau 30).

La coloration des parois I et II des FE ne se manifeste pas jusqu'à 144 h de traitement à la soude par contre elle est positive dès 24 h au niveau des parois de l'épiderme, des FAi, FL, FAs, FSEs, puis après 48 h au niveau de la GPF et à 72 h celles des FSEi.

La réaction redevient négative au niveau de la GPF ce qui nous mène à supposer que la soude extrait une partie de la cellulose à ce niveau et même au niveau des parois des FAs, où la coloration est moins intense à 48 h qu'à 24 h d'incubation. La même observation a été notée au niveau des parois des cellules bulliformes.

Tissus		FE		E		FSEi		FAi	FL	FAs	FSEs	BUL	GPF
		I	II	I	II	I	II						
<b>Témoin</b>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Temps de Trait<sup>t</sup></b>		<b>(Heures)</b>											
N a O H	24	-	-	±	±	-	-	±	±	+	±	±	-
	48	-	-	+	+	-	-	±	±	±	±	±	±
	72	-	-	+	+	±	±	±	±	±	±	±	±
	144	-	-	+	+	±	±	±	±	±	±	±	-
	386	±	±	+	+	+	±	+	+	±	±	±	-
C H <sub>3</sub> N H <sub>2</sub>	24	-	-	+	+	-	-	±	±	±	±	+	-
	48	-	-	+	+	-	-	±	±	±	±	+	-
	72	-	-	+	+	±	±	±	±	±	±	+	-
	144	±	±	+	+	±	±	±	±	±	±	+	-
	386	±	±	+	+	+	±	±	±	±	±	+	-
N H <sub>4</sub> O H	24	-	-	±	±	-	-	±	±	±	±	+	-
	48	-	-	±	±	-	-	±	±	±	±	+	-
	72	-	-	±	±	-	-	-	±	-	±	±	-
	144	-	-	±	±	-	±	-	-	-	-	±	-
	386	-	-	±	±	±	±	-	-	-	-	±	-

**Tableau 30 : Coloration au Rouge-Congo après différents temps de traitement**

La méthylamine extrait la lignine des parois de l'épiderme, des FAi, FL, FAs, FSEs dès 24 h de traitement et plus tardivement celles des FSEi (72 h) et celles des FE (144 h). Cet extractant demeure inefficace au niveau des parois de la GPF.

L'ammoniaque semble extraire simultanément les lignines et la cellulose au niveau des parois des FE, progressivement les lignines après 48 h puis la cellulose (la coloration redevient négative) au niveau des parois des FAi, FAs, après 72 h, celles des FL et FSEs ceci en se référant à la décoloration progressive des cellules bulliformes à partir de 72 h de traitement, exception faite des parois de l'épiderme où elles sont partiellement délignifiées (la coloration est positive dès 24 h) et celles des FSEi à 386 h de traitement. La coloration au niveau de la GPF demeure négative.

## VII-2- Discussions :

### VII-2-1. Etude anatomique interne de la feuille de l'oyat :

La feuille de l'oyat, de par sa structure anatomique, rejoint les autres Graminées vivaces des zones arides et semi-arides ayant été étudiées par de nombreux auteurs depuis la fin du siècle dernier, ainsi DUVAL-JOUVE (1875) et PEE-LABY (1898) furent parmi les quelques chercheurs ayant décrit la feuille des Graminées en général, puis MAZOYER (1936) s'est intéressé particulièrement à la feuille du genre *Stipa* (*S. tenacissima*, *S. retorta*, *S. gigantea*, *S. barbata*, *S. parviflora*, *S. lagascae*, *S. bromoides* etc.); BOURREIL (1962) a décrit la feuille des *Aristida*, puis GENEVES (1962) fit la description anatomique des genres *Lygeum* et ceux de *Ammophila* (*Psamma*) parmi d'autres espèces et PURER (1942), donna l'anatomie générale interne de la feuille, de la tige et de la racine de *Ammophila arenaria* (L) Link.

Plus récemment, l'équipe de recherche sous la direction du professeur HARCHE a repris certaines espèces de Graminées vivaces des zones arides pour approfondir les connaissances sur la structure anatomique, la nature histochimique, la composition chimique et l'ultrastructure pariétales des fibres, en particulier, ceci dans le but de valoriser ces espèces et d'améliorer leur exploitation.

Parmi ces espèces nous citons, *Stipa tenacissima* (HARCHE, 1978; HARCHE et BOUNAGA, 1980; HARCHE, 1985; ZERIAHENE, 1987), *Lygeum spartum* (CHADLI, 1990; KHELLADI, 1994), *Aristida pungens* (MEKHALDI, 1994), *Stipa lagascae* (MEGDAD, 1994) etc.

La feuille de l'oyat présente des caractères typiques pour l'adaptation au milieu xérique; cette adaptation se traduit par la diminution maximale de la perte de l'eau, et donc tous les caractères morphologiques et anatomiques de la feuille de l'oyat doivent permettre une bonne régulation hydrique.

La diminution de l'évapotranspiration est ainsi concrétisée par la présence d'une épaisse cuticule sur l'épiderme inférieur, l'isolation des stomates qui se trouvent au fond des sillons et qui sont protégées par les poils, et la cavité créée par le repliement du limbe, ce phénomène est réalisé par les mouvements des cellules bulliformes par la perte de leur turgescence; leur mouvement est facilité par la plasticité de leur paroi qui est mince et cellulosique.

Cette forme d'adaptation est affirmée par un certain nombre d'auteurs (GAYRAL et al, 1961; DEYSSON, 1967; BINET, 1969; CAMEFORT, 1972).

La régulation hydrique et métabolique est aussi favorisée par la protection du parenchyme chlorophyllien qui se trouve isolé du milieu extérieur par le développement très important du sclérenchyme qui s'étend de l'épiderme inférieur à l'épiderme supérieur en passant par les flancs des lobes (fibres latérales) et la lignification précoce de ses parois ainsi que par le repliement du limbe et la présence de nombreux poils assez longs.

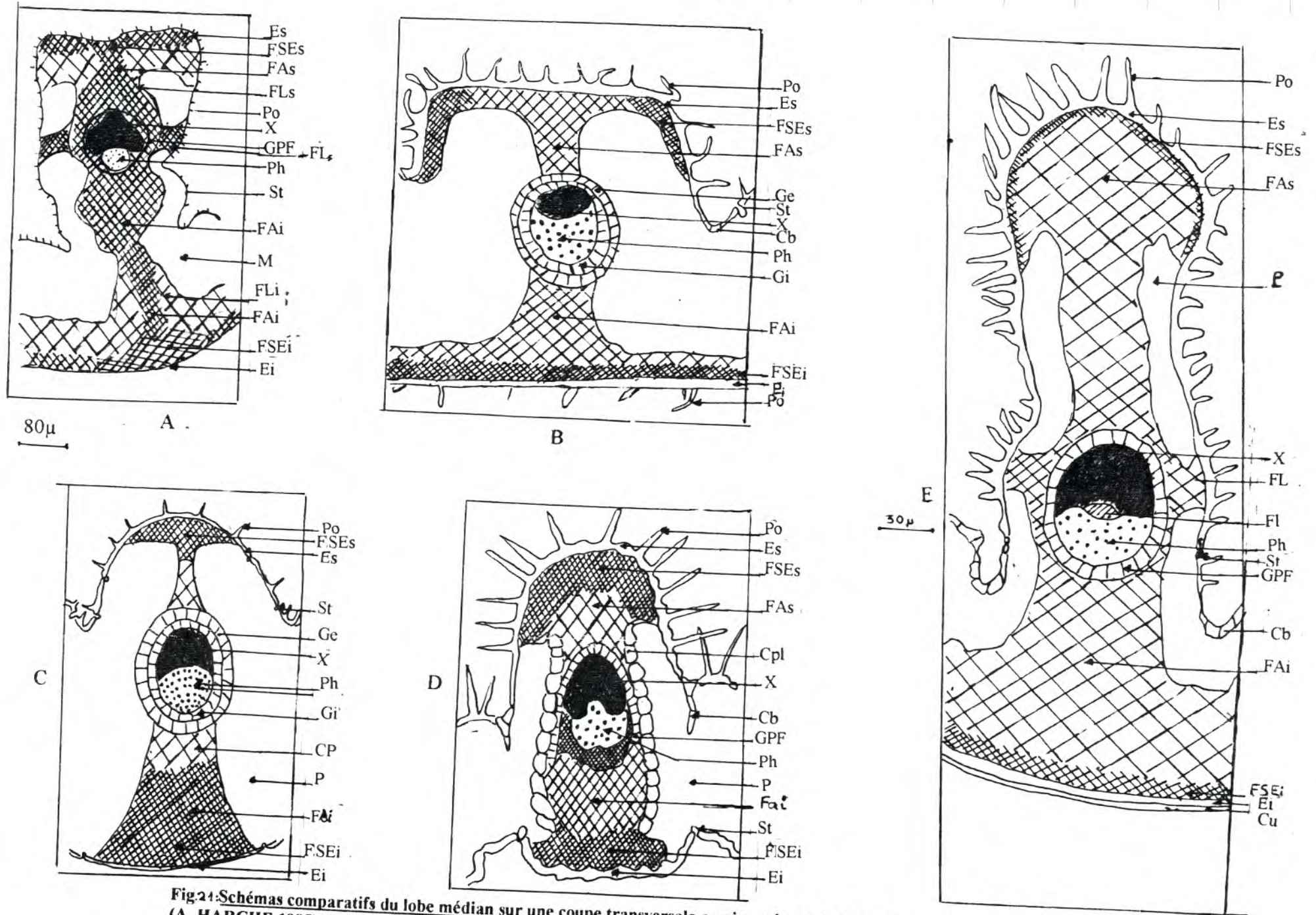


Fig 24: Schémas comparatifs du lobe médian sur une coupe transversale au niveau basal de : *Stipa tenacissima* (A, HARCHE, 1985), *Stipa lagascae* (B, MEGDAD, 1994), *Lygeum spartum* (C, CHADLI, 1990), *Aristida pungens* (D, MEKHALDI, 1994) et *Ammophila arenaria* (E).

Légende des fig. 20 et 21 :

FE : Fibres du lobe marginal (Lobe extrême)    Cb : Cellules bulliformes    P : Parenchyme  
Cu : Cuticule    Ei(s) : Epiderme inférieur (supérieur)    Po : Poils    Fc : Faisceaux conducteurs  
(X : Xylème, Ph : Phloème)    St : Stomate    FAi(s) : Fibres axiales inférieures (supérieures)  
FSEi(s) : Fibres sous-épidermiques inférieures (supérieures)    Fl : Fibres libériennes  
FL(FLi,s) : Fibres latérales (inférieures, supérieures)    M : Mésophylle  
GPF: Gaine périfasciculaire, Ge(i) : Gaine externe (interne)    Cp : Cellules du parenchyme

Les principales particularités que présente la feuille de l'oyat par rapport à celle des autres Graminées vivaces (Fig. 21 ) sont :

- Les lobes sont fortement saillants et leur nombre est très élevé : sur une coupe transversale au niveau basal nous comptons jusqu'à 17 lobes ou même plus entre les lobes I et les lobes II, ce nombre est supérieur à celui des *Stipa* étudiés par MAZOYER (1936).

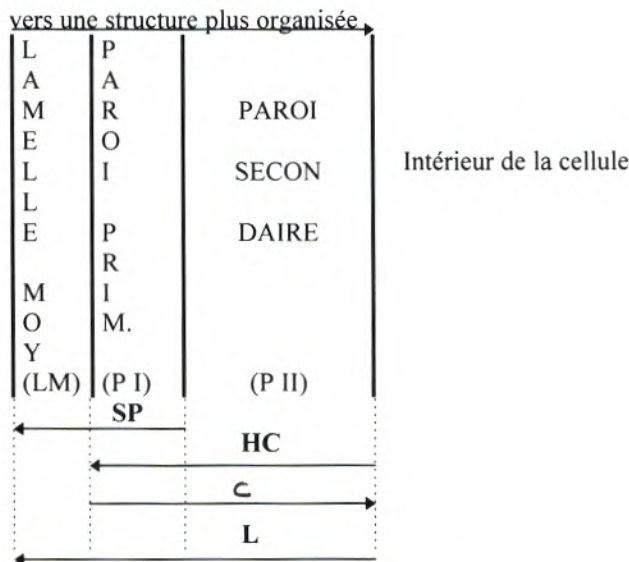
- Contrairement à certaines espèces : à *Stipa lagascae*, les poils se trouvent exclusivement sur l'épiderme supérieur entourant les lobes latéralement; à *Lygeum spartum*, les stomates se trouvent seulement sur l'épiderme supérieur, au nombre de 12 / mm<sup>2</sup> selon PURER (1942), et la présence de cellules bulliformes; à *Aristida pungens* et *Lygeum spartum*, les fibres hypodermiques inférieures forment un anneau continu et ne sont pas interrompues par le parenchyme; à *Stipa lagascae* et *Lygeum spartum*, le faisceau vasculaire est entouré par une seule assise de cellules : la gaine périfasciculaire est unique.

- Et contrairement à la majorité des espèces étudiées : les fibres axiales, latérales et sous-épidermiques supérieures présentent des parois minces et lignifiées (exception faite de quelques fibres axiales inférieures qui présentent une paroi II du côté de la gaine périfasciculaire au niveau basal d'une feuille âgée), les fibres marginales (FE) présentent par contre une paroi II très épaisse et lignifiée, le parenchyme est très réduit.

D'une manière générale les sclérenchyme dans la feuille de l'oyat est beaucoup plus homogène et d'une extension plus importante que chez les autres graminées étudiées (Fig.20

### VII- 2- 2. Etude histochimique :

Le schéma suivant, d'après NORTHCOTE (1958 in THIBAUT, 1980), nous donne globalement une idée sur la distribution des constituants de la paroi des cellules végétales et nous aide, dans une certaine mesure, dans l'interprétation des résultats histochimiques :



SP: Substances pectiques      HC : hémicelluloses  
 C : cellulose                      L : Lignines

La réactivité des parois testées aux différents colorants est variable depuis la partie apicale de la feuille jusqu'à sa partie basale, ainsi la réponse au Rouge Congo (colorant de la cellulose) est stable et positive aux trois niveaux seulement sur les parois du parenchyme, du phloème et

des cellules bulliformes, dans ces parois, la lignification n'a pas lieu puisque la réponse au vert de méthyl demeure négative ceci rejoint ce qui a été observé chez l'alfa (HARCHE, 1985), le sparte, (CHADLI, 1990) et *Stipa lagascae* (MEGDAD, 1994),

La réponse au réactif des polysaccharides (A.P.S) et celui des pectines (rouge de ruthénium) diminue au niveau des parois où la lignification se fait, depuis la partie apicale jusqu'à la partie basale de la feuille sur les tissus suivants : FSEi, FSEs, FAi et s, FL et FE, la paroi interne de l'épiderme inférieur et celle de l'épiderme supérieur et la GPF puisque la réponse au phloroglucinol y est inversée ceci suggère que la lignification tend à "masquer" les polysaccharides (substances pectiques, hémicelluloses et cellulose qui se déposent en premier au cours de la croissance respectivement, et selon le schéma précédent, sur la lamelle moyenne et puis la PI et PII. Cette théorie a été prouvée par un certain nombre d'auteurs notamment par HARCHE (1985) au niveau des fibres de l'alfa.

Parallèlement, les parois des fibres (FSEi, FSEs, FAi et FE) ont une réponse plus marquée (coloration plus intense) au réactif de Maïle qui met en évidence les monomères syringyls des lignines (GIBBS, 1958 ; MONTIES, 1980 ), qu'à celle du phloroglucinol qui met en évidence les radicaux coniféryls et syringyls des lignines (HIGUCHI, 1981 in HARCHE, 1985), dans les parties apicale et médiane de la feuille par rapport à la partie basale, sauf pour les parois des FL où la réaction est pratiquement la même. Les parois de la GPF renferment plus de monomères coniféryls accessibles que de monomères syringyls (Tableau 27).

Ces observations suggèrent que les lignines à radicaux syringyls sont plus accessibles (plus libres) ou en proportions plus importantes que les lignines à radicaux coniféryls aux niveaux apical et médian et contrairement au niveau basal où ces derniers semblent dominer si on se fie uniquement à la réponse colorée.

L'utilisation des extractants doux peut nous aider dans la compréhension des relations existant entre les différents composés de la paroi cellulaire de la feuille de l'oyat comme il a été fait pour d'autres espèces: le peuplier (CATESSON *et al*, 1984), l'alfa (HARCHE, 1985), la drupe de l'olivier (OUGUERRAM, 1989), le sparte (CHADLI, 1990 et KHELLADI, 1994), *Aristida pungens* (MEKHALDI, 1994) et *Stipa lagascae* (MEGDAD, 1994), et aussi pour déterminer l'efficacité de chaque extractant sur les différents composés.

Les lignines à radicaux coniféryls sont décrochées plus rapidement de la PII des FE et FSEi que le PI par les trois extractants, et contrairement pour les lignines à radicaux syringyls selon les résultats obtenus (Tableaux 28 et 29 ).

La lenteur de la solubilisation des lignines révélée par le phloroglucinol sur les autres parois s'explique par le fait que sur les autres fibres, les parois sont minces (PI) et à ce niveau là le dépôt de lignine se fait en premier sur la lamelle moyenne et la paroi primaire (HARCHE, 1985) après le dépôt des polysaccharides.



Le réseau de cellulose est plus lâche et dispersé ce qui facilite ce dépôt où la lignine enrobe les microfibrilles de la cellulose ( LANGE, 1958 ; CAMEFORT, 1972 ; MONTIES , 1980 ; ROLAND et al, 1989), et peut émettre des liaisons avec les polysaccharides ( MONTIES, 1980 ; MONTIES et LAPIERRE, 1981 ; MOLLARD et ROBERT , 1984 ) d'où la réponse de plus en plus faible à l'A.P.S, et avec les protéines (WHITMORE, 1982 in HARCHE, 1985) particulièrement, l'hydroxyproline, ceci s'ajoute à la plus forte proportion en lignine supposée par LANGE (1958) sur la paroi I par rapport à la paroi II qui peut expliquer la résistance à la solubilisation de la lignine dans la paroi I par rapport à la paroi II sur les FE et FSEi.

La résistance à la délignification, notamment par la soude a également été observée dans la paroi I des FSEi de *Aristida pungens* (MEKHALDI, 1994), contrairement chez *Stipa lagascae* (MEGDAD, 1994) et le sparte (CHADLI, 1990) où la soude avait une action plus rapide.

La délignification (radicaux syringyls) est plus rapide et totale pour les 3 solvants, le plus efficace est la méthylamine puisqu'il agit dès 24 heures sur le GPF contrairement aux autres solvants ceci peut s'expliquer par la plus faible proportion en ces lignines dans les parois végétales par rapport à la lignine de type coniféryl.

L'efficacité de la méthylamine a déjà été évoquée par HARCHE (1985) sur la délignification (bien que lente) des fibres de l'alfa, par MEGDAD (1994) sur *Stipa lagascae*, et par CHADLI (1990) et KHELLADI (1994) sur le sparte.

La méthylamine est moins efficace dans le décrochage des lignines et le « démasquage » de la cellulose révélée par le Rouge Congo, cette action paraît plus difficile au niveau des FSEi, FAi et FAs, FL ;et FSEs où la coloration demeure claire ce qui prouve que la lignine est intimement liée à la cellulose.

Notre étude nous a permis de déterminer que la soude est un extractant relativement plus efficace que les autres solvants utilisés (MeNH<sub>2</sub> et NH<sub>4</sub>OH) sur la délignification mais son action demeure partielle et qu' aucun des extractants n'a pu délignifier totalement les parois des fibres et démasquer sélectivement les polysaccharides ce qui prouve que les lignines sont intimement liés à ces dernières ( REIS, 1976 ; YAKU et al, 1979 in MEGDAD, 1994 ; ERIKSON et al 1980 in HARCHE, 1985 ; TOLLIER et RIQUET, 1980).

Au niveau de la paroi I, les lignines (où les radicaux coniféryls sont plus réactifs ou plus nombreux), sont des macromolécules qui, avec les autres macromolécules, forment des entités complexes difficilement séparables, comme l'affirment MONTIES et LAPIERRE (1981) en disant que la lignine forme des réseaux tridimensionnels qui interpénètrent les macromolécules pariétales. La lignine incruste la cellulose et les hémicelluloses (BAILEY, 1973 in TOLLIER et RIQUET 1981), ces réseaux sont infinis et ne sont limités que par les dimensions de la structure qui les contient (COSTES, 1980).

Le comportement différent par rapport aux différentes extractions révélé par les différentes colorations de la paroi I et II des fibres extrêmes et les fibres sous-épidermiques inférieures suggère que la nature chimique y est différente (entre la paroi I et la paroi II) principalement concernant la lignine et peut s'expliquer par une hétérogénéité de composition ( MONTIES, 1980 ; MONTIES et LAPIERRE, 1981 ), une telle hétérogénéité a été observée chez *Rosa glauca* par MOLLARD et ROBERT (1984) et chez le maïs par GAUDILLERE et MONTIES (19 in KHALLADI, 1994 ) et expliquent qu'elle peut être d'origine génétique ou environnementale.

Par conséquent, sauf pour les fibres extrêmes et les fibres sous-épidermiques inférieures, l'homogénéité du tissu fibreux (traduite par la présence d'une paroi unique) et sa lignification précoce explique son comportement quasi identique, vis à vis des traitements de la délignification.

Les résultats concernant la lignification et la délignification des parois des fibres (sauf les FE et FSEi) sont différents de ceux trouvés chez l'alfa, le sparte et l'Aristida.

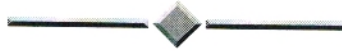
### **VII- 3- Conclusion :**

L'étude anatomique de la feuille de l'oyat a montré une grande ressemblance avec celle des autres Graminées vivaces telles que : l'alfa (*Stipa tenacissima*), le sparte (*Lygeum spartum*), l'Aristida (*Aristida pungens*), *Stipa lagascae*, et a mis en évidence les différents caractères permettant à une telle espèce de s'adapter à un milieu aussi hostile que sont les dunes maritimes à savoir:

- La forme de la feuille pliée en gouttière.
- Présence d'une épaisse cuticule, de longs poils à la face interne, et des stomates sur les flancs des lobes.
- Présence d'un sclérenchyme très développé et homogène, quelques fibres présentent une paroi II que des études ultérieures doivent préciser le degré de leur complexité par rapport au tissu fibreux de l'alfa et celui du sparte.
- Dès le début de la croissance de la feuille, le tissu fibreux se différencie à la face externe de celle-ci et la lignification se fait précocément.
- La réduction du parenchyme se fait au profit du sclérenchyme.

L'utilisation des extractants doux associée à la révélation des polysaccharides et des lignines par des colorations spécifiques a montré une réponse différente des parois des différents tissus en relation avec la présence ou l'absence de la paroi II, ainsi que leur plus ou moins grande résistance aux agents chimiques. Toutefois, le tissu fibreux chez la feuille de l'oyat est beaucoup moins hétérogène et moins complexe que celui de la feuille de l'alfa (HARCHE, 1985) et celle du sparte (CHADLI, 1990)

## CONCLUSION GENERALE



## CONCLUSION GENERALE ET PROBLEMES POSES

Cette étude, bien que partielle, nous permet d'émettre quelques conclusions concernant l'approche écologique et l'étude expérimentale :

- Dans la première station (dune de Bomo-plage), la composition floristique marquée par la présence d'espèces vivaces au sommet, ainsi que le comportement de l'oyat marqué par la dominance de touffes âgées et des reliques au sommet suggèrent que cette dune est en cours de stabilisation et que ce phénomène est observé progressivement du bas vers le sommet, la partie la plus instable est le bas.

- Tandis que la seconde station (dune d'Etoile-plage) la jeunesse, et l'instabilité de la dune sont marquées par la fréquence de jeunes pousses d'oyat, la composition floristique qui diffère d'une saison à une autre et d'un niveau à l'autre, l'absence de reliques d'oyat et surtout par l'absence ou presque d'espèces vivaces et la bonne vigueur des touffes de l'oyat.

Des études plus poussées s'imposent pour la mise en évidence des relations ou de l'action de chacun des facteurs écologiques sur le développement de l'oyat à savoir le climat, la salinité, la texture, la teneur en éléments biogènes dans son milieu naturel ainsi que dans les conditions contrôlées.

- Les caryopses d'*A. arenaria* peuvent germer dans une gamme de températures de 15°C à 35°C et l'optimum se situe entre 15 et 25°C. Les basses températures (5°C et 0°C) ainsi que la chaleur (40°C, 45°C) ralentissent le phénomène.

Le traitement thermique des caryopses avant la mise à germer montre une hétérogénéité progressive en rapport avec la durée du traitement et l'augmentation de la température (60, 80 et 100°C). La chaleur (40 et 60°C) affecte très faiblement la viabilité des caryopses de l'oyat. Le froid diminue la viabilité des caryopses et la supprime après 48h à 5°C.

- La morphologie des caryopses lors des premiers stades de la croissance est comparable à celle des caryopses de l'alfa et ceux du sparte.

- La culture sous abri-vitré, a montré une vigueur moyenne des plantules cultivées dans le sol d'origine durant la période d'étude. Elles n'ont pas formé de talles mais ont donné 11 feuilles après 16 mois de culture dont la longueur moyenne augmente avec l'ordre de leur apparition jusqu'à la 5<sup>e</sup> feuille et que la vitesse moyenne de croissance augmente avec l'ordre d'apparition des feuilles pour les quatre premières seulement.

- L'étude anatomique de la feuille de l'oyat qui se développe dans les biotopes étudiés a montré la présence de caractères typiques d'une bonne adaptation aux milieux xériques (xéromorphoses) qui rappellent d'autres graminées vivaces telle que : l'alfa, le sparte, l'Aristida :

- \* Aspect en aiguille de la feuille.
- \* Présence de poils sur toute la face supérieure du limbe
- \* Présence d'une cuticule épaisse.
- \* Développement d'un tissu fibreux qui permet à la plante de supporter les déperditions de l'eau sans affaissement.
- \* Reploiement du limbe déterminé par la perte de turgescence des cellules du tissu bulliforme qui se situe au fond de chaque sillon, ce phénomène protège les parties les moins lignifiées de la feuille.
- \* La présence d'un nombre réduit de stomates au fond des nombreux sillons.
- \* L'évolution du tissu fibreux se fait rapidement au cours de la croissance foliaire ainsi que la lignification des parois est précoce.

- L'étude histochimique nous a permis de montrer l'efficacité relative de la soude sur la délignification des lignines à radicaux syringyls et coniféryls, et le comportement différent des fibres vis à vis des extractants en relation avec l'épaisseur de leurs parois (Fibres extrêmes et Fibres sous épidermiques inférieures par rapport aux autres fibres).

Par ailleurs, cette étude nous a permis d'observer une nette homogénéité structurale des parois du tissu fibreux en comparaison avec celles de l'alfa et du sparte. Une étude plus poussée s'impose pour la détermination d'un solvant spécifique sur la délignification des parois afin de démasquer l'architecture pariétale de chaque type de fibres.

A la lumière des résultats obtenus plusieurs voies de recherches doivent s'ouvrir dans la connaissance de l'écophysiologie de cette espèce, de la biochimie pariétale foliaire, racinaire ainsi que les autres organes et des relations pouvant exister entre la composition chimique des parois et les conditions environnementales vu la grande importance écologique de cette espèce.

## **BIBLIOGRAPHIE**



## BIBLIOGRAPHIE

- AIME S. et PENVEN M.J. , 1982** - Le complexe dunaire de Cap Falcon (Oran). Etude morphodynamique appliquée et perspectives d'aménagement. Méditerranée (2), 2-13.
- AIME S. , A-TABET L. , HADJADJ AOUL S. et SEBAA D. , 1983** - Recherches phytécologiques en Oranie. Premiers résultats. Mem. Soc. Hist. Nat. Afr. N. Nouvelle série (13), 17 -32. ENAG.
- AIME S. , 1991** - Etude écologique de la transition entre les bioclimats , sub-humide, semi-aride et aride dans l'étage thermoméditerranéenne du tell oranais (Algérie occidentale ). Th. Doc ès-sciences. 189 p + annexes.
- ALCARAZ C. , 1970** - Détermination de la limite de l'influence de la brise marine, son action sur la répartition de la végétation. Bull. Soc.Hist. Nat. Afr. (61),87 - 93.
- ALCARAZ C. , 1979** - Etude de la Juniperaie littorale oranaise. Revue Biol. Ecol. Médit. T VI (1), 27 - 56.
- ALCARAZ C. , 1982** - La végétation de l'ouest Algérien. Th. Doc d'état Univ. Perpignan 415 p + annexes.
- ALDRED K.W. , 1982** - Describing the grass inflorescence. Journal of range management 35 (5) , 672 - 675.
- ALDRED K.W. and TRAVIS J. COLUMBUS , 1988** - The grass spikelet formula : an aid in teaching and identification. Journal of range management 41 (4) , 350 - 352.
- AUBERT , 1978** - Les sols d'Algérie - Analyses du sol.
- BARNOUD F. , 1980** - la cellulose , in "Les polymères végétaux". Gauthier - Villars ed Paris. 66 - 86.
- BATTANDIER et TRABUT , 1902** - Flore analytique et synoptique de l'Algérie et de la Tunisie. Alger Y.Giralt. 395 p.
- BAUM GARTNER N. , 1966** - Etude Phytosociologique des massifs forestiers du Sahel de Tipaza. Bull. Soc. Hit. Nat. Afr. N. T 56 (1).
- BENGHAREZ F. , 1991** - Etude de l'évolution des lignines au cours de la différenciation de la feuille d'Alfa (*Stipa tenacissima*). Mem D.E.S. Univ. Sidi Bel Abbès - 39 p.
- BENNAI Z. ,1993** - Contribution à l'étude de la région du Chott-el-Gharbi. Approche floristique et bioclimatique.Th. Ing. Etat. Bio. Univ. Tlemcen. 94 p.

- BIGOT L. , LEGIER P. , MUSSO J.J. , 1977** - Les biocénoses des substrats meubles d'un haut de plage (Camargue). Ecol. Médit. (3), 13 - 31.
- BINET P. et BRUNEL J.P. , 1967** - Physiologie végétale. T.I. Doin ed. 439 p.
- BOURREIL P. , 1962** - Etude anatomique du limbe des innovations des *Aristida* de l'Afrique du Nord et du Sahara. Mémoire (6). Alger. Imp. Latypo-Litho. 202 p.
- BUCKLEY R. , 1987** - The effect of sparse vegetation on the transport of dune sand by wind. Nature, 325 (6103) , 426 - 428.
- CAMEFORT H. , 1972** - Morphologie des végétaux vasculaires. Doin ed. 407 p.
- CARREN C.J. , WILSON A.M. , CUANNY R. L. and THOR G.L. , 1987** - Caryopsis weight and planting depth of Blue Grama. I- Morphology, emergence and seedling growth. J. of Range Management , 40 (3), 207-211.
- CARREN C.J. , WILSON A.M. and CALANY R.L. , 1987** - Caryopsis weight and planting Depth of Blue Grama. II- Emergence in marginal soil moisture. J. of Range Management , 40 (3), 212-215.
- CATESSON A.M. , CZANINSKI Y., REIS D. et ROLAND J.C., 1984** - Progressive extraction of lignified cell wall. Comparaison of several technics in « Third Cell Wall Meeting ». Fribourg Sweetzerland. 26th 29 Mars. p 21.
- CHADLI R. , 1990** - Contribution à l'étude du Sparte (*Lygeum spartum*). Germination, croissance des feuilles, structure pariétale. Essai d'obtention de pâte papetière à partir de fibres foliaires. Th. Magister. Univ. Oran. 95p+annexes.
- CHAMPAGNAT P. , OZENDA P. , BAILLARD L. , 1969** - Biologie végétale. T3. Croissance, morphogénèse et reproduction. Masson & Cie ed. 510p.
- CHEVREMONT M. , 1979** - Notions de cytologie et d'histologie. Vol I. Maloine ed. Paris. 686 p.
- COME D. , 1970** - Les obstacles à la germination. Masson & Cie ed. 135 p.
- CORBINEAU F. , KANTE M. et COME D. , 1987** - Germination des graines et développement des plantules de Manguier (*Mangifera indica L.*). Fruits. 42 (2). 113-120.
- CORRE J.J. et RIOUX J.A. , 1969** - Recherches phyto-écologiques sur les milieux psammiques du littoral méditerranéen français. Oecol. Plant. IV , 178 - 194 . Gauthier-Villars ed.
- CORRE J.J. , 1971** - Etude d'un massif dunaire le long du littoral méditerranéen. Structure et dynamisme du milieu et de la végétation. Coll. Phytosociol. I. Dunes. 202-224.



- CORRE J.J. , 1985** - Environmental structures and variations in coastal vegetation of the Golfe du Lion (France). *Vegetatio*. (61), 15-22.
- CORRE J.J. , 1987** - Les peuplements végétaux et la gestion des côtes basses du Golfe de Lion. *Bull. Ecol.* 18 (2) , 201-208.
- COSTE H. Abbé , 1937** - Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des Contrées limitrophes .T.I. 416 p.
- COSTE H. Abbé. , 1937** - Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des Contrées limitrophes. T.III. Monocotylédones. 807 p.
- COTE M. , 1983** - L'espace Algérien. Les prémices d'un aménagement. O.P.U. 278 p.
- CRAIG G.F. , 1984/1985** - Mulshes and aids in the growth of Acacia species used for coastal dune vegetation. *Reclamation and revegetation research* (31), 313 - 322.
- CRETE P. et GUIGNARD J.L. , 1968** - Précis de Botanique. T.II. Systématique des angiospermes. Masson & Cie ed. 358 p.
- CZANINSKI Y. , MONTIES B. , ROLAND J. C. et CATESSON A. M. , 1982** - Localisation des polysaccharides dans les parois lignifiées après extraction ménagées. *Coll. Scien. et Indust. du Bois, Grenoble, gpe I*, 123-133.
- DANGEARD P. , 1947-** Encyclopédie biologique. XXVI. Cytologie végétale et cytologie générale. P.Lechevalier ed. 611 p.
- DEYSSON G. , 1975** - Organisation et classification des plantes vasculaires. T.III. 1<sup>ère</sup> partie : organisation végétale. 381 p.
- DJEBAILI S. , 1984** - Recherches phytosociologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse Doctorat d'état. Univ. sc.et techn. du languedoc. O.P.U. Montpellier. 139 p + annexes.
- DJELLOULI Y. et DAGET P. , 1988** - Climat et flore dans les steppes du sud6ouest oranais. *Biocenoses, Bull. d'ecol. Terrestre.T3, (1-2)* , 94-107.
- DOING H. et DOING HUIS C.J , 1971** - History of landscape and vegetation of coastal dune areas in the province of North Holland. *Acta Bot. Neerl.* 20 (1) Feb. 1971 , 183-190.
- DOING H , 1975** - Beobachtungen und historishe tatsachen über die sukzession von dünen. Ökosystemen in den Niederlanden. *Ber. Der. Intern. Symp. Der Intern. Vereinfür Veget.* He ransg von Reinhold tüxen. *Reinthn*, 16, 107-122.
- DOING H. , 1981** - A comparative scheme of dry coastal sand dune habitats with examples from the eastern United State and some other temperate regions *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiflung Rübel*, (77), 41-72.
- DOING H. , 1985** - Coastal foredune dune zonation and succession in various parts of the world. *Vegetatio* (61), 65-75.

- DOING H , 1985** - Relationships between vegetation and geomorphology of coastal sand dunes in the Netherlands. Coll. phytosociol. XIII. Vegetat. et geomorph. Bailleul, 411-420 p.
- DUPONT M.S. , SELVENDRAN R.R. , 1987** - Hemicellulosic polymers from the cell wall of Beeswing wheat Bran. Part 1, polymers solubilised by alkali. Carbohydrate Reseach (163), 99-113. ESPB Amsterdam.
- DUVAL-JOUVE J. , 1875** - Histotaxie des feuilles de Graminées. Ann. Sc. Nat. Bot. 6<sup>e</sup> ser. (1), 294-371.
- ELAFIFI B. , 1986** - Contribution à l'étude écologique des terrains salés de l'oranie. Stations typiques des zones côtières et des bordures d'oueds. Mem. DES. Univ. Oran. 72 p + annexes.
- ELDRED R.A. and MAUN M.A. , 1982** - A multivariate approach to the problem of decline in vigour of *Ammophila*. Canadian Journal of Botany. 60 (8), 1311-1380.
- ELFMAN B. , MAUN M.A. , HOPKINS W.G. , 1986** - Population biology of *Ammophila breviligulata* and *Calamovilfa longifolia* on lake Huron sand dunes. II- Ultrastructure of organelles and photosynthetic properties. Can. J. Bot. V 64 , 2151-2159.
- EMBERGER L. , 1971** - Travaux de botanique et d'écologie. Masson & Cie ed, 520 p.
- ESCOURROU G. , 1981** - Climat et environnement. Les facteurs locaux du climat. Masson & Cie ed 184 p.
- FAUREL L. et THOMAS J.P. , 1968** - Sur quelques plantes nouvelles ou intéressantes pour le littoral constantinois. Bull. Soc. Hit. Nat. Afr. N.
- FOURNIER P. , 1977** - Les quatre flores de la France, Corse comprise (Générale, Alpine, Méditerranéenne, littorale). Lechevalier ed. T.I. -Texte 1105 p.
- FOURNIER P. , 1977** - Les quatre flores de la France, Corse comprise ( Générale, Alpine, Méditerranéenne, littorale). Lechevalier ed. T.II -Atlas 308 p.
- FULBRIGHT T.E. and FLENNIKEN K.S. , 1986** - Effect of temperature and presowing treatment on Showy Menodora seed germination. J. of Range Management. 39 (4) , 310-313.
- GAUSSEN H. , 1954** - La géographie des plantes. Armand Colin Coll. ed. , 223 p.
- GAYRAL P. et VINDT J. , 1961** - Anatomie des végétaux vasculaires. Fas.II. Angiospermes - Monocotylédones. Doin & Cie ed. 142p.

- GEHU J.M. , COSTA M. , BIONDI E. , FRANK K.J. and ARNOLD N. , 1987** - Données sur la végétation littorale de la Crète (Grèce). Ecol. Médit. T.XII. Fasc. 1 et 2 , 93-105.
- GENEVES L. , 1962** - Manipulations de botanique. Dunod. ed. Paris. 441 p.
- GIBBS R.D. ; 1958** - The Maüle reaction, lignin and the relationship between woody plants in "the physiology of forest trees ". K.V. Thimann.. Ronald ed. Press. Compagny. New York. 269-313.
- GOLDBERG R. , THOAN L.E. and CATESSON A.M. , 1985** - Localisation and properties of cell wall enzyme activities related to final. Stage of lignin biosynthesis. J. of experimental botany, 36 (164) 503-510.
- GODRON M. , LONG G. , LEFLOCH E. , POISSONNET J. , DAGET P. , SAUVAGE C. ,  
EMBERGER L. , WACQLIAN J.P. , 1968** - Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu ( principes de transcription sur cartes perforées). Masson & Cie ed. 292 p.
- GOUNOT M. , 1969** - Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson & Cie ed. 314 p.
- GUINOCHET M. , 1965** - Notions fondamentales de botanique générale. Masson & Cie ed.446 p.
- GUINOCHET M. , 1973** - Phytosociologie. Coll. d'écologie. Masson & Cie ed. 227 p.
- GRATINI , 1987** - A critical approach to the problem of the vigour of *Ammophila littoralis* (Beauv.) Rothm. Ecologia mediteranea.T. XIII, fas 1-2, 53-60.
- GRAY A.J. , 1985** - Adaptation in perennial coastal plants - with particular reference to heritable variation in *Puccinellia maritima* and *Ammophila arenaria*. Vegetatio 61,179,188.
- HAMIDI M. , 1989** - Hydrogéologie des complexes dunaires de l'ouest d'Oran : Cap Falcon à Beni Saf (Algérie). Th. Magister Geol. appliquée. Sc. terre. Univ. Oran. 369 p.
- HAMMICHE V. , 1988** - Systématique et morphologie botaniques. O.P.U. Alger. Dept. Pharmacie. INESSM. 190 p.
- HARCHE M. , 1978** - Contribution à l'étude de l'Alfa (*Stipa tenacissima*) : germination, croissance des feuilles et différenciation des fibres. Th. 3<sup>e</sup> cycle Univ. Sc et technol. Lille. 78 p.
- HARCHE M. et BOUNAGA D. , 1980** - Etude descriptive de la mise en place des fibres au cours du développement de la feuille d'Alfa (*Stipa tenacissima* L.). Bull. Soc. His. Afr. N. Alger. T 69, Fas 1-2, 113-120.

- HARCHE M. , 1981** - Contribution à l'étude de la germination des caryopses de l'Alfa (*Stipa tenacissima*). Actes du 1<sup>er</sup> colloque national sur la recherche en biologie. Alger - ONRS , 237 p. 42-47.
- HARCHE M. , 1984** - Origine et différenciation des fibres sous-épidermiques de la feuille de l'Alfa (*Stipa tenacissima* L). Ann. Sc. Nat. Bot. Paris. 13<sup>e</sup>. Série, T.6 - 207-226.
- HARCHE M. , 1984** - Localisation structurale et ultrastructurale de l'activité peroxydasique dans les parois du mésophylle et des fibres au cours de la lignification chez l'Alfa (*Stipa tenacissima* L). Can. J. Bot. (62), 2644-2649.
- HARCHE M. , 1985** - Cell wall architecture in Alfa (*Stipa tenacissima* L) fibres. IAWA. Bull. n.s. Vol 6, (1), 61-69.
- HARCHE M. , 1985** - Différenciation et structure pariétale des fibres foliaires de l'Alfa (*Stipa tenacissima* L). Th. Doc. d'état ès Siences. Nat. Univ. P. et M. Curie. Paris 6<sup>e</sup>. 88 p + Annexes
- HARCHE M. , 1986** - Un type original d'architecture pariétale, l'épiderme foliaire de l'Alfa (*Stipa tenacissima* L). CR. Acad. Sciences. Paris T. 303. Ser III (4) , 131-134.
- HARCHE M. , TARZENS D. et CATESSON A.M., 1989** - Etude expérimentale de la lignification des fibres foliaires de l'Alfa (*Stipa tenacissima* L). Ann. Sc. Nat. Bot. (10), 27-34.
- HARCHE M. , TOLLIER M.T. , MONTIES B. et CATESSON A. M. , 1991** - Caractérisation comparée des constituants (polyosides, lignines et acides phénoliques ) des parois cellulaires de trois Graminées subdésertiques pérennes : *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum* et *Aristida pungens*. Cellulose. Chem. Technol. , 25 , 11-17.
- HITCHCOCK , 1904** - Controlling sand dunes in the United States and Europe. Nat. Geog. Mag. 15-46.
- HOPE-SIMPSON J.F. et JEFFRIES R.L. , 1966** - Observations relative to vigour and debility marram Grass (*Ammophila arenaria* (L). link.) J. Ecol. (54), 271-274.
- HUETZ A. de LEMPS. , 1970** - La végétation de la terre. Masson & Cie ed. 133 p.
- ISHII S. , 1984** - Cell wall cementing materials of grass leaves. Pl. physiol. (76), 959-961.
- JOSELEAU J.P. , 1980** - Les hémicelluloses in " les polymères végétaux". Gauthier -Villars ed.
- KAYIRANGWA B. , 1985** - Etude de la relation sol-végétation sur la toposéquence littoral - Continent. des dunes de Terga. Mem. Ingénieur agronome. ITA. Mostaganem. 54p + annexes.

- KILLIAN C. , 1943** - Les dunes maritimes du littoral d'Alger, leur enrichissement par la végétation et le rôle des micro-organismes du sol. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N. , T 33, (5-7), 190 - 219.
- KRAJNYK I.S. and MAUN M.A. , 1981-** Vegetative reproduction in the juvenile phase of *Ammophila breviligulata*. Can. J. of Botany.( 59), 883 - 892.
- KALTOFEN H. , NEUBER K. 1984** - Wich part of gramineous seedling may elongate immediatly after germination. Arch. Ackeru. Pflanzenban u.Bodenkd 28,(12), 723-733.
- KHELLADI M. , 1994** - Contribution à l'étude du sparte (*Lygeum spartum* L.) poussant en zone semi-aride et en zone littorale : mise en place du tissu fibreux dans une feuille et analyse biochimique des composés pariétaux . Th. magister. Univ. Oran. 119 p + annexes.
- LAAN Van Der. D. , 1978** - Fluctuations and successional changes in the vegetation of wet dune slacks on VOORNE. Phytocoenosis 7 (1/2/3/4), 105-117.
- LAAN Van Der . , 1985** - Change in the flora and vegetation of the coastal dunes of Voorne (the Netherlands) in relation to enviromental changes. Vegetatio. (61) , 87-95.
- LANGE P.W., 1958** - In « fundadamentals of paper making fibers ».Technical section of the British Paper and Board Makers Association. Inc, 147-187.
- LANGERON , 1934** - Précis de microscopie - Masson & Cie ed. Paris. 1205p.
- LARIBI M. , 1982** - Contribution à l'étude caryosystématique de quelques halophytes et psammophytes du littoral algérois. Th. Ingénieur Agronome. Spec. Polytechnie.
- LECLERC M.C. , 1983** - Etude in situ de l'influence de l'humidité et de la teneur en nitrate d'un sol dunaire sur l'accumulation et la réduction du nitrate chez l'oyat (*Ammophila arenaria* (L) Link). Plant and Soil 70, 229-241.
- LECLERC M.C. , 1985** - Variations saisonnières de la disponibilité du nitrate et de son utilisation par la végétation des dunes littorales de la méditerranée. Acta œcologica / œcologia plantarium. V6 (20) , 1, 87-106.
- LECLERC M.C. , 1985** - Alimentation azotée des plantes des dunes littorales de la méditerranée. Relation avec la disponibilité en eau et en azote du sol. Th. Doc. d'état. Sciences. Acad. Montpellier. Univ. Sc et tech. du Languedoc. 240 p.
- LE HOUEROU H.N. , 1957** - Contribution à la connaissance de la flore du sud-est Tunisien et du Sahel. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N. , 357-369.

- LE HOUEROU H.N. , CLAUDIN J. , POUGET M. , 1979** - Etude bioclimatique des steppes Algériennes. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N. T 68. Fas 3-4 , 33-74.
- LEMEE G , 1967** - Précis de Biogéographie. Masson & Cie ed. 358 p.
- LETREUCH-BELAROUCI N. , 1991** - Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. O.P.U. V1, 294 p.
- MAACHI K , 1989** - Projet de fixation des dunes du littoral oranais dans la région d'Ain El Turk - Bousfer plage. Mem. D'ing. Agronome. I.T.A. Mostaganem. 56 p.
- MAIRE R. , 1953** - Encyclopédie biologique. Flore de l'Afrique du Nord. T VII . P. Lechevalier ed. 374 p.
- MALLOCH A. J.C. and OKUSANYA O.T. , 1979** - An experimental investigation into the ecology of some maritime cliff species. I Field observations. J.of Ecol. 67, 283-292.
- MALLOCH A.J.C. , BAMIDELLE J.F. et SCOTT A.M. , 1985** - The phytosociology of British sea-diff vegetation with special reference to the ecophysiology of some maritime cliff plants. Vegetatio 62, 309-317.
- MARIANI COLOMBO P. and RASCIO N. , 1977** - Ruthenium red staining for electron microscopy of plant material. Journal of ultrastructure research. V20 (2), 135-139.
- MARSHALL J.K. , 1965** - *Corynephorus canencens* (L) P. Beauv. as a model for the Ammophila problem. J. of ecology 53, 447-443.
- MAUN M.A. , 1983** - Population biology of *Ammophila breviligulata* and *Calamovilfa longifolia* on lake Huron sand dunes. I. Habitat, growth form, reproduction and establishment. Can.J. Bot.(63), 113-124
- MAUN M.A. , 1984** - Colonising ability of. *Ammophila breviligulata* through vegetative regeneration. J of. ecol. 72 , 565-574.
- MAUN M.A. and LAPIERRE J. , 1984** - The effect of burial by sand on *Ammophila breviligulata* Fern . J. of ecol. 72 , 827-839.
- MAUN M.A. , 1985** - Population biology of *Ammophila breviligulata* and *Calamovilfa longifolia* on lake Huron sand dunes. I. Habitat, growth form, reproduction and establishment. Can. J. Bot 63, 113-124.
- MAUN M.A. and LAPIERRE J. , 1986** - The effect of burial by sand on seed germination and seedling emergence of four dunes species. Amer. J. Bot. 73 (3) , 450-455.

- MAUN M.A. , 1988** - Population, biology of *Ammophila breviligulata* and *Calamovilfa longifolia* on lake Huron sand dunes. III. Dynamic changes in plant community structure. Can. J.Bot . 67, 1267-1270
- MAUN M.A. and BAYE P.R. , 1989** - The ecology of *Ammophila breviligulata* Fern. on coastal dunes systems. Aquatic. Sciences, VI issue 4 , 661-681.
- MAZLIAK P. , 1982** - Physiologie végétale. T II: Croissance et développement. Hamann ed . Paris. 465 p.
- MEGDAD N. , 1988** - Initiation à la microscopie photonique et électronique et leur application sur quelques plantes des hauts plateaux algériens : *Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima* et *Retama retam*. Mem. DES. Univ. Oran. 27 p.
- MEGDAD N. , 1994** - Contribution à l'étude de *Stipa lagascae* R et S (Zouai) . Recherche des Conditions optimales de germination, histologie du tissu fibreux, analyse biochimique des composés pariétaux , essai d'obtention de pâte papetière à partir des tissus foliaire et caulinaires. Th. Magister, Instit. Sc. Nat. Univ. Oran. 84 p + Annexes.
- MEKHALDI , 1994** - Contribution à l'étude d'*Aristida pungens* L .Germination, structure et ultrastructure du tissu fibreux; obtention de pâte papetière à partir de tissus fibreux foliaires et caulinaires. Th. Magister, Instit. Sc. Nat. Univ. Oran. 96 p + Annexes.
- METGE G. , 1978** - Recherche d'une méthodologie adaptée à l'étude quantitative des biocénoses appartenant aux milieux permanents à *Phragmites communis*. D.E.A. Univ. St Jérôme. Aix. Marseille. III. 94 p.
- MEZIANI K. et BELGAT , 1984** - Le cordon dunaire littoral de la region de Mostaganem (Algérie). Etude phytoécologique et propositions d'aménagement.Th. Doc Ingénieur. Fac. Sc. et tech. St Jérôme. Aix-Marseille. 198 p + Annexes.
- MIDDELTON B.A. and SHIMFE D.J. , 1985** - Sand movement and vegetation in the Apostle Islands, Lake Superior. Can. J. Bot. 64 : 1671-1674.
- MONTIES B , 1980** - Les lignines in "les polymères végétaux". Gauthier - Villars ed. Paris, 122-155.
- MONTIES B et LAPIERRE C. , 1981** - Données récentes sur l'hétérogénéité de la lignine. Physiol. Veg , 19, (2), 327-348.
- MORTON J.D. , 1985** - Effect of seed coating on establishment and yield of grasses on a west Coast Pakihi Soil. New Zeland. J. of Experim. Agriculture. V13, 403-405.
- MOLLARD A. et ROBERT D. , 1984** - Etude de la lignine pariétale et extracellulaire des suspensions cellulaires de *Rosa glauca* . Phys. Veg. , 22 (1), 3-17.

- MOROHASHI Y. , 1985** - Examination of the possibility of the involvement of the alternative respiration in seed germination J of. experimental. Botany.V 37, (175) 262-269.
- MOSINIAK M. et ROLAND J.C. , 1985** - Variation spontanée du rythme d'assemblage des parois cellulaires à texture hélicoïdale. Exemple du Papyrus. Ann. Sc. Nat. Bot. Paris, 13<sup>e</sup> série, (1) 175-212.
- MOURI F.Z. ,1987** - Mise en évidence des facteurs physiques permettant l'utilisation de quelques sols sableux de littoral oranais. Mem D.E.S. Biol.Veg. Univ. S.B.A. 56 p.
- NOUGAREDE A , 1969** - Biologie végétale. T I Cytologie. Masson & Cie ed. 598 p.
- OZENDA P , 1964** - Biogéographie végétale. Doin ed . Paris 374 p.
- OUGUERRAM A , 1989** - Différenciation des parois cellulaires pendant la maturation de la drupe de l'olivier (*Olea europea* L.) . Sclérification ou autolyse. Ann. Sc. Nat. , Botanique, 16<sup>e</sup> Serie. T 10 , 77-96. Masson & Cie ed , Paris .
- PAGE R.R. , da VINHA S.G. et AGNEW A.D.Q. , 1985** - The reaction of some sand dunes plant species to experimentally imposed environmental change : a reductionist approach to stability. Vegetatio, 61, 105-114.
- PAVLIK B.M. , 1983** - Nutrient and productivity of the dune grasses *Ammophila arenaria* and *Elymus mollis*.  
I. Blade photosynthesis and nitrogene use efficiency in laboratory and field. *Öcologia* ( Berlin ) , 57, 227-232.
- PAVLIK B.M. , 1983** - Nutrient and productivity of the dune grasses *Ammophila arenaria* and *Elymus mollis*.  
II. Growth and pattern of dry matter and nitrogen allocation as influenced by nitrogen supply. *Öcologia* (Berlin) 57, 233-238.
- PAVLIK B.M. , 1983** - Nutrient and productivity of the dune grasses *Ammophila arenaria* and *Elymus mollis*.  
III. Spatial aspects of clonal expansion with reference to rhizome growth and dispersal buds. Bull. of the torey botanical. club. V110 (3) , 271-279.
- PAVLIK B.M. , 1984** - Seasonal changes of osmotic pressure, symplasmic water content and tissue elasticity in the blades of dune grasses growing in situ along the coast of Oregon. U.S.A. Plant , cell and environment, (7) , 531-539.
- PAVLIK B.M , 1985** - Water relations of the dune grasses *Ammophila arenaria* and *Elymus mollis* of the coast of Oregon U.S.A. OIKOS., 45 , 197-205. Copenhagen.
- PEE-LABY E. , 1898** - Etude anatomique de la feuille des Graminées de la France. Ann. Sci. Nat. , botanique , 8 , 227-245.



- PURER , 1942** - Anatomy and ecology of *Ammophila arenaria* (L). Link. Madroño, V.6 , 167-171.
- QUEZEL P. et SANTA S. , 1962** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques et méridionales. CNRS. T. I. 565 p.
- QUEZEL P. et SANTA S. , 1962** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques et méridionales. CNRS. T. II. 1170 p.
- REIS D. , 1976** - Evolution qualitative et quantitative des polysaccharides des parois pendant la croissance des cellules de l'hypocotyle du *Phaseolus aureus* Roxb. Soc. Bot. Fr. Coll. Secret. Veg. 47-72.
- REIS D. , 1978** - Précisions cytochimiques sur l'assemblage *in vitro* des hémicelluloses de l'hypocotyle de soja (*Phaseolus aureus* Roxb). Ann. Sc. Nat Bot. 4<sup>e</sup> Série. T. 19 , 163-193.
- REIS D. , 1981** - Intérêt des extractions chimiques sur la localisation soustractive au niveau ultrastructural des polysaccharides de parois en croissance. Possibilité de couplage avec les analyses *in vitro*. Bull. Soc. Bot. Fr. 128 , Actuel Bot (1) , 65-68.
- REMAOUN K. , 1981** - Le littoral oranais d'Oran aux Andalouses . Recherches géomorphologiques. Th. Doc. 3<sup>e</sup> cycle, univ. Sc. Tech. Lille, 303 p.
- REMAOUN K. , BELLAL S.A. , BELMAHI N. et DARI O. , 1993** - Bilan hydrique : fluctuations et impacts sur le milieu et les hommes en Oranie septentrionale (Algérie) . Sous presse.
- REY P. , 1960** - Essai de phytocinétique biogéographique. CNRS. 399 p.
- ROLAND J.C. , 1974** - Cytochimie des polysaccharides végétaux : détection et extractions sélectives. J . microscopie , (21), 233-244.
- ROLAND J.C. , REIS D. , VIAN B. et ROY S. , 1989** - The helicoïdal plant cell wall as performing cellulose based composite. Biology of the cell. (67), 209-220.
- RUEL K., COMTAT J. et BARNOUD F., 1981** - Intérêt de l'emploi des polyosidases pour l'étude des parois végétales. Bull. Soc. Bot. Fr., 128, Actuel Bot. (1), 69-72.
- SCHAT H. , 1983** - Germination ecology of some dune slacke pioneers. Acta. Bot. Neer. 32 (3) , 203-212.
- SCHAT H. , BOS A.H. , SCHOLTEN M. , 1984** - The mineral nutrition of some therophyles from oligotrophic dune slack soils. Acta oecologica. Oecol. plant. , V5 (19), N°2, 119-131

- SCHAT H. , BOS A.H. , SCHOLTEN M. , 1984** - The mineral nutrition of some therophyles from oligotrophic dune slack soils. Acta oecologica. Oecol. plant. , V5 (19), N°2, 119-131
- TAFER B. , 1993** - Etude phytoécologique et syndynamique des complexes de la végétation halophile de la plaine de Mohammadia (Macta , Oranie) . Th. doc. en sciences. Fac. Sc. Tech. St Jérôme, Aix Marseille III. , 129 p + Annexes 117 p.
- THIBAUT F. , 1980** - Les substances pectiques in “les polymères végétaux” Gauthier-villars. ed. Paris.
- THOMAS J.P. , 1969** - Ecologie et dynamique de la végétation de la dune littorale dans la région de Djijelli. Bull. Soc. Hist. Nat. Af. N. 59 , fasc. 1-4 , 34-98.
- THOMAS J.R. , Mc NEIL M, DARVILL A.G. and ALBERSHEIM P. , 1987** - Structure of cell wall. XIX- Isolation and characterization of wall polysaccharides from suspension cultured Douglas Fir cells. Plant. Physiol. 83, 659 - 671.
- TIMELL T.E. , 1965** - Wood hemicelluloses. Part 1.
- TIXIER P. , 1977** - Bioclimatologie. Corresp. du Museum National d'hit. Nat. de Paris, V VII. N° 2, INA. Annales , 65-85.
- TOLLIER M. TH. et RIQUET A.M., 1980** - Dosage des polyosides in « Les polymères végétaux ». Gauthier-Villars ed. Paris. 156-175.
- TRABUT L. , 1935** - Répertoire des noms indigènes des plantes spontanées, cultivées et utilisées dans le nord de l'Afrique.
- WILLIS A.J. , 1965** - The influence of mineral on the growth of *Ammophila arenaria*. J . Ecol., 53 , 735-745.
- ZAFFRAN J. ,1960** - Formation à *Juniperus phoenicea* L. du littoral algérois. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N. T 53 (78) , 303-338.
- ZEMETRA R.S. , HAVSTAD C. and CUANY R.L. , 1983** - Reducing seed dormancy in Indian Ricegrass (*Oryzopsis hymenoides*). J. of Range Management. 36 (2) , 239 - 241.
- ZEMETRA R.S. and CUANY R.L. , 1984** - Variation in lemma thickness in Indian Ricegrass : implications for dormancy, scarification and breeding. Crop. Science. (24), 1082-1084.
- ZERIAHENE N. , 1987** - Etude du système racinaire de l'Alfa (*stipa tenacissima* L.) en relation avec l'adaptation au xérophytisme. Th. Magister, ISN. ORAN. 113 p.
- ZHANG J. and MAUN M.A. , 1987** - Seed dormancy of *Panicum virgatum* L. on the shoreline sand dunes on Lake Erie. Am. Midl. Nat. (122), 77-87.

الموسم: مساهمة في دراسة السبط "*Ammophila arenaria*". دراسة بيئية مقربة. انتشار البذور، نمو الأوراق، التشريح الورقي، كيمياء الأنسجة وارتفاع النسج الليفي للأوراق.

## الملخص:

السبط من فصيلة الخيليك (العشبية) المعمرة والرملية تماما. تنمو على شكل حزم عشبية فوق التكدسات الرملية للكثبان الساحلية والبحيرية. تتواجد تقريبا في جميع المناطق الكثافية الساحلية للنصف الشمالي للكرة الأرضية وهي تكتسي أهمية بيئية كبيرة في تثبيت الكثبان. يوجد هذا النوع على طول الساحل الجزائري.

شمل هذا العمل السياق البيئي الإجمالي لهذه النبتة في محيطين لندفس شرط الكثبان في رأس فالكون (غرب وهران)، التعرف على درجة الحرارة لانتشار البذور وتتبع نمو الأوراق، ثم الدراسة التشريحية، كيمياء جدار الأنسجة وكذا ارتفاع الأنسجة الليفية للأوراق في الاستعبر.

أوضحت الدراسة المقربة للبيئة عند حاصية هذه النبتة في ما يخص العوامل البيئية كطبيعة التربة، المناخ والمكونات الحيوية التي توجد فيها، إذ أنها توجد في حالة جيدة في الكثبان الحديثة وغير المستقرة (في مناطق بحجم) وتكون أقل من ذلك في الكثبان أكثر قديمًا واستقرارًا.

دراسة الأنبت اظهرت ان البذور بعد النضج انتشت في ملم حاربي متفاوت وذلك ما بين 15 الى 30 وكان الامثل بين 15 و 25 مئوية، ويكون قد واكب بهذه السمة معظم الخيليك المعمرة ك: "*Stipa tenuissima*" و "*Lygum spartum*". أما العلاج الأولي بالحرارة أثر قليلا على إقبالية حياة البذور.

أظهرت الدراسة الحيوية المخبرية للأوراق أهمية الانتاج الورقي مع انعدام تكوين الثالوس وكذا فإن الطول التقائي للأوراق يزداد حسب ترتيب الظهور للأوراق لغاية الورقة الخامسة.

تكون الأنسجة الليفية يبدأ منذ المراحل الأولى لتطور الورقة ويكون الخشب سبورا وسريعا خلال نمو الأوراق.

إن التشريح الورقي يشابه لدار عند الحلفاء (*Stipa tenuissima*)، (*Lygum spartum*)، (*Aristida juncea*) و (*Stipa lagusae*) وذلك بتواجد الاسكراتسليم ولكنه ستطور في هذه النباتات عكسه عند السبط فهو أكثر تحاشيا وله جدار عادي ليس كبقية العشبية للمناطق الجافة والشبه الجافة.

الأليان تحت البشرة السفلى والعلوية تنمو في بداية نمو الأوراق على شكل حلقة متقطع ثم الأليان المحورية السفلى فالعلوية وأخير الجانبية. جدار الأليان الطرفية مسيكة وتخشبة قبل الأليان الأخرى.

أظهر الجدار الحلوي مقاومة ضعيفة تجاه المواد المستخرجة للخشب ولكن نزع الخشب لم يكن تاما. الطول المتوسط للأليان هو 0.8 مم، قيمة تتراوح ما بين تلك الخاصة بـ "*S. tenuissima*" (0.4) و "*Lygum spartum*" (1.2 مم).

حسب المميزات البيئية، الشكلية والتشريحية التي كانت محطة هذا العمل، تحلت طريقة التأقلم الكاملة تماما لهذا الصنف، للظروف الصعبة الملاحظة في الأوساط الكثافية الساحلية.

الكلمة الأساسية: السبط "*Ammophila arenaria*". الكثبان الرملية الساحلية، رملية انتشار، نمو الأوراق، ألياف، تحليل معمور، تشريح، كيمياء الأنسجة، علم البيئة.

**Theme : Contribution to « Oyat » Study [ *Ammophila arenaria* (L.) Link.]. An Ecologic outline Approach. Caryopsis Germination; Leaves Growth and Anatomy; Parietal Histochemistry and Evolution of the fibrous tissue of leaves.**

**Summary:**

The « Oyat » [*Ammophila arenaria* (L.) Link.] is a perennial gramineae strictly sandy, growing in tufts on the sandy heaps of the littoral dunes and lakesides. It exists in nearly all the coastal sand dunes of northern hemisphere. It has a unique ecologic role in the dunes' stabilization. In Algeria, it exists on the whole littoral.

This work has dealt with a global study of the ecologic context of this plant in two sites of the same off shore bar of Cap Falcon ( in western of Oran), the determination of the thermal optimum of caryopsis germination, a steady work of the leaves evolution, the study of the anatomy, the parietal histochemistry and the evolution of the leaves fibrous tissue.

The ecologic study has shown the particular character that is presented in this plant towards the ecologic factors as the substratum, the climate and biotic factors. It presents a good vigour on the younger dune, unstable which is the one of « Etoile-plage » and a weaker vigour on the older dune, more stable : « Bomo-plage ».

The study of germination has shown that caryopsis sprouted after a post-maturation, in a wide range of temperatures between 15 and 30 « degrees », the optimum is between 15 and 25 « degrees » and through this character it comes close to the other perennial gramineae such as « Alfa » and « Spartum ». A pretreatment to heat few affect the viability of caryopsis.

The study of the leaves dynamic helped us notice that the leaves production is important but there was not any tiller formed. The final length of the leaves increases with their appearance until the fifth leaf.

The emplacement of fibers is done from the first steps of the leaf development and the lignification is early and quick during leaves growth.

The leaves anatomy reminds the one of Alfa (*Stipa tenacissima*), Spartum (*Lygeum spartum*), *Aristida pungens* and *Stipa lagascae* through appearance of sclerenchyma which is well developed. On opposite, in Oyat this tissue is more homogeneous with a wall with a less complexity than the one of other gramineae of arid and semi-arid regions.

The abaxial fibers inferior and superior develop firstly in one discontinuous ring, then the inferior axial fibers and superior axial fibers and finally the lateral fibers. The walls of the extreme fibers thicken and lignify firstly.

The cell walls of the fibers showed a different resistance to extractant agents used and the average length of fibers is 0,8mm, a value which is contained between the one of Alfa (0,3mm) and that of Spartum (1,7mm).

The morphologic, anatomic and ecologic characteristics found in this work showed the perfect adaptation of this plant in hostile conditions of coastal sand dunes environments.

**Keywords** : Anatomy - Coastal dunes - Ecology - Fibers - Germination - Graminae - Growth-Histochemistry - « Oyat » *Ammophila arenaria* - Perennial.

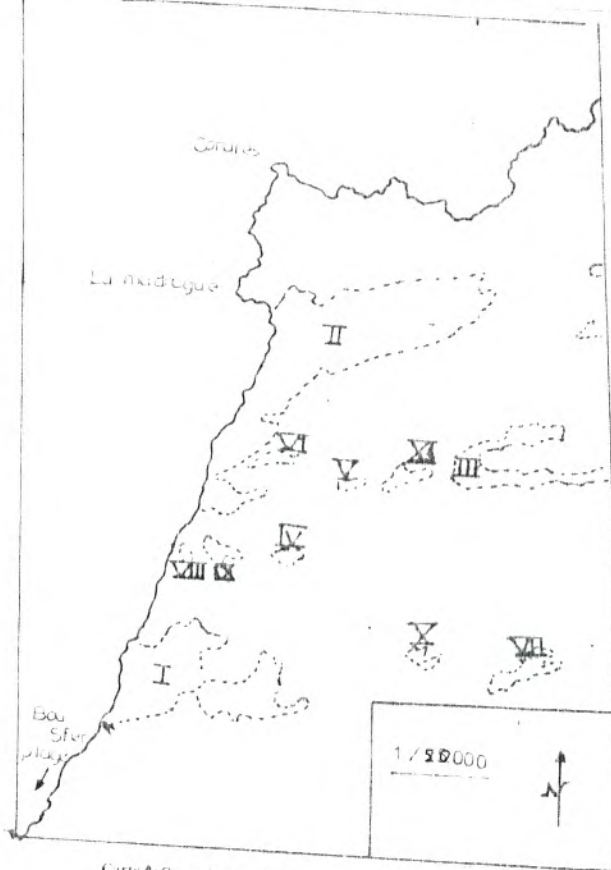
## CARTES

**Carte A** : Carte de la surface des dunes vives ( MAACHI, 1989 )

**Carte B** : Carte des expositions ( MAACHI, 1989 )

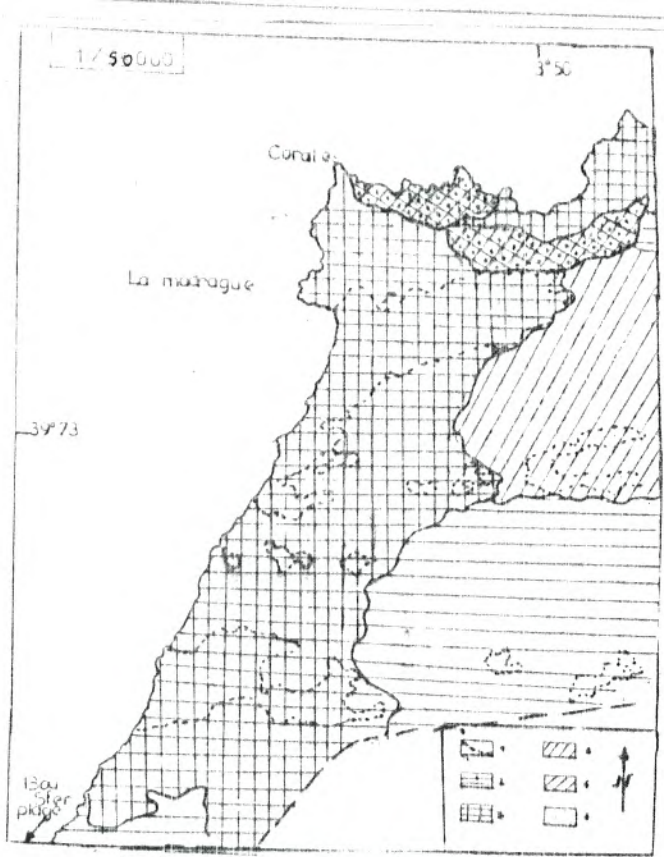
**Carte C** : Carte de la sensibilité à l'érosion ( MAACHI, 1989 )

**Carte D** : Carte des formations végétales ( MAACHI, 1989 )



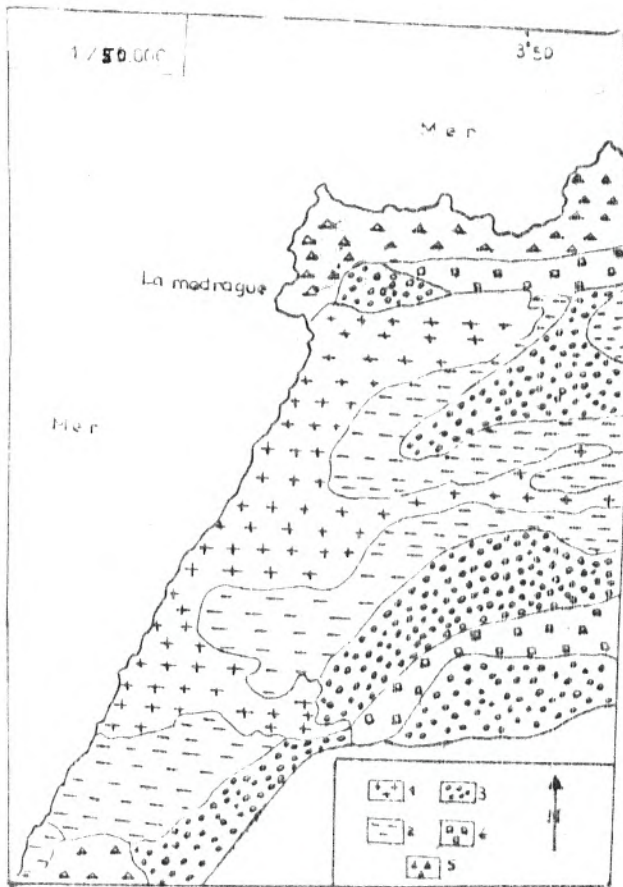
Carte A: Carte de la surface des dunes vives (MAACHI, 1989)

- I- 40 ha
- II- 60,25 ha
- III- 12 ha
- IV- 1 ha
- V- 0,62 ha
- VI- 0,62 ha
- VII- 4 ha
- VIII- 0,62 ha
- IX- 1,25 ha
- X- 0,62 ha
- XI- 1,25 ha
- XII- 0,62 ha



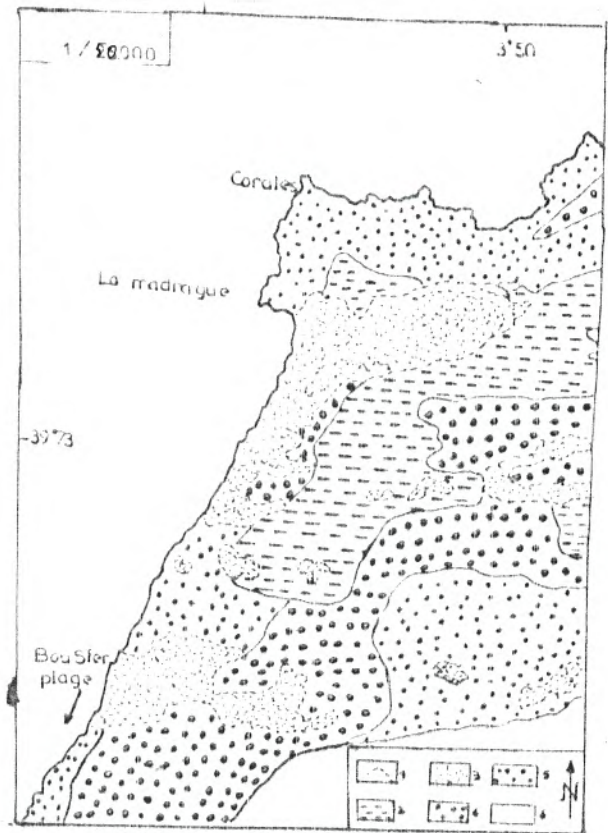
Carte B: Carte des expositions (MAACHI, 1989)

- 1- Limite des dunes vives
- 2- Toute exposition
- 3- Exposition Ouest
- 4- Exposition Est
- 5- Exposition Nord
- 6- Exposition Sud



Carte C: Carte de la sensibilité à l'érosion (MAACHI, 1989)

- 1- Zone très sensible
- 2- Zone sensible
- 3- Zone moyennement sensible
- 4- Zone assez peu sensible
- 5- Zone peu sensible



Carte D: Carte des formations végétales (MAACHI, 1989)

- 1- dunes vives
- 2- maotral cleve troue
- 3- maotral moyen troue
- 4- maotral moyen clair
- 5- groupements palmiers
- 6- terre agricole

## GRAPHES, SCHEMAS ET TABLEAUX

- **Fig. A** : Distribution des totaux annuels des précipitations.
- **Fig. B** : Rose des vents.
- **Fig. C** : Caractéristiques florales de l'espèce étudiée.
- **Fig. D** : Détails de la partie aérienne.
- **Tableaux ( de A à I )**: Les données climatiques

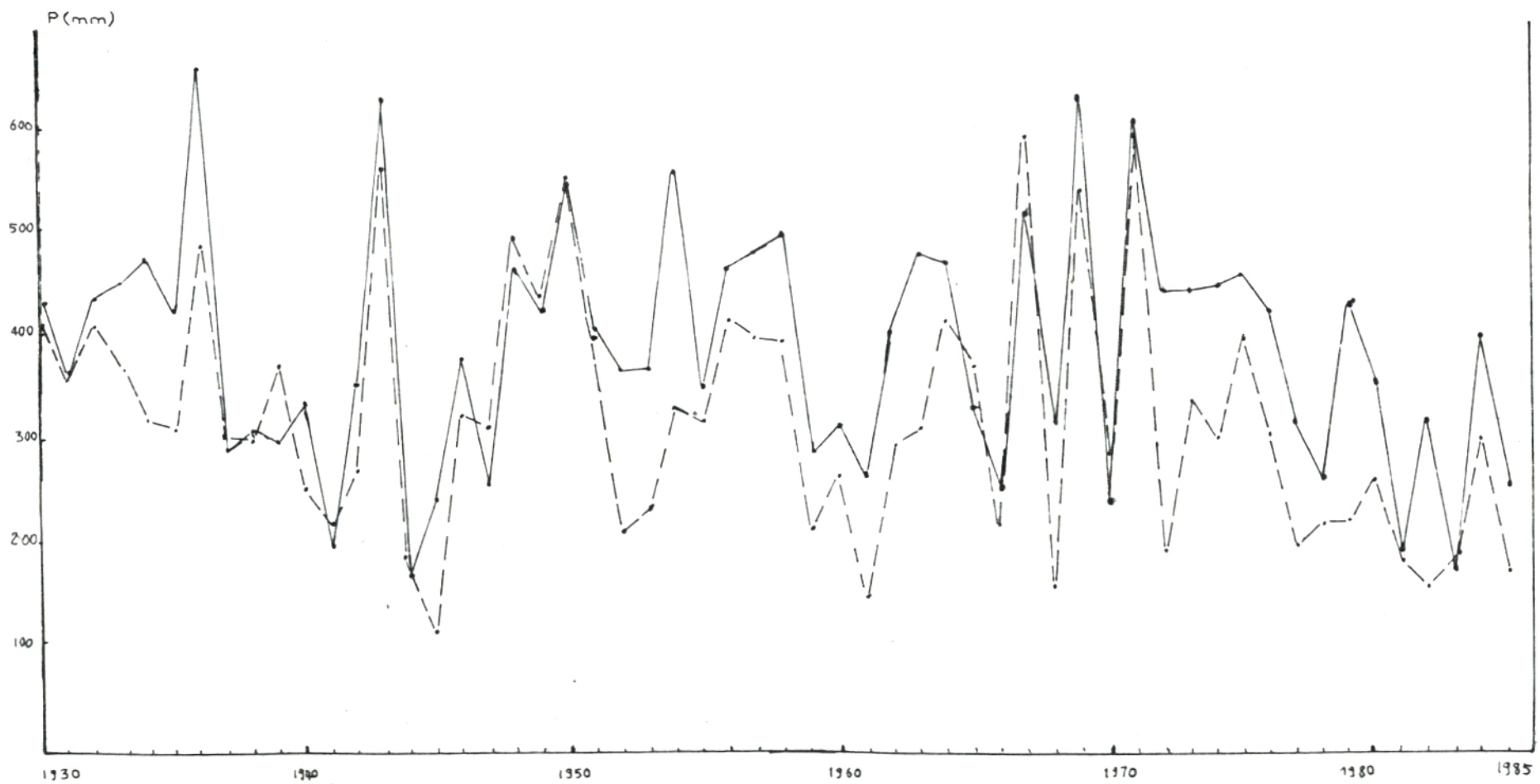


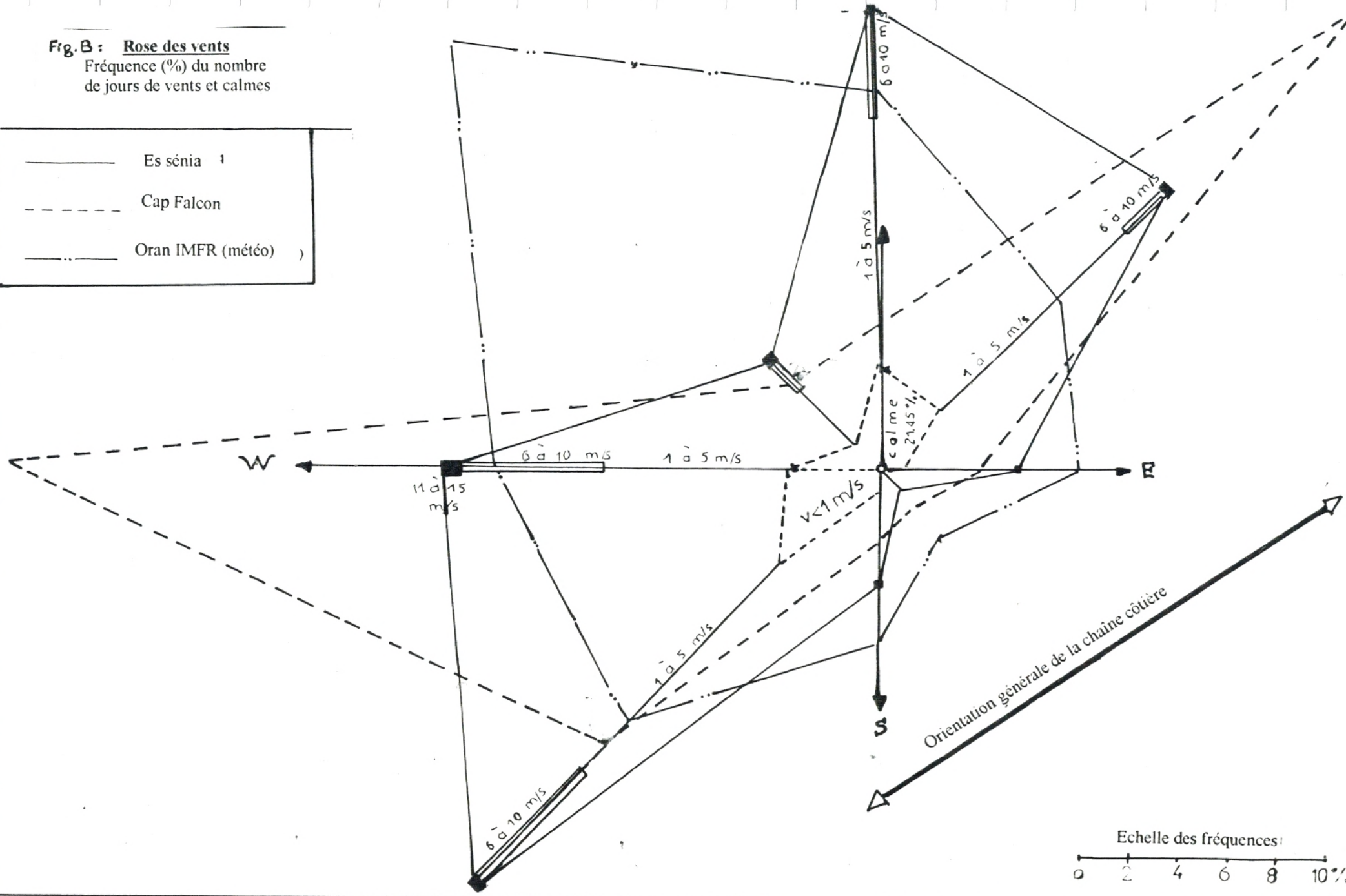
Fig. A : Distribution des totaux annuels des précipitations (1930-1985)  
 (HAMIDI, 1989)

— Oran - Sénia  
 - - - Cap Falcon

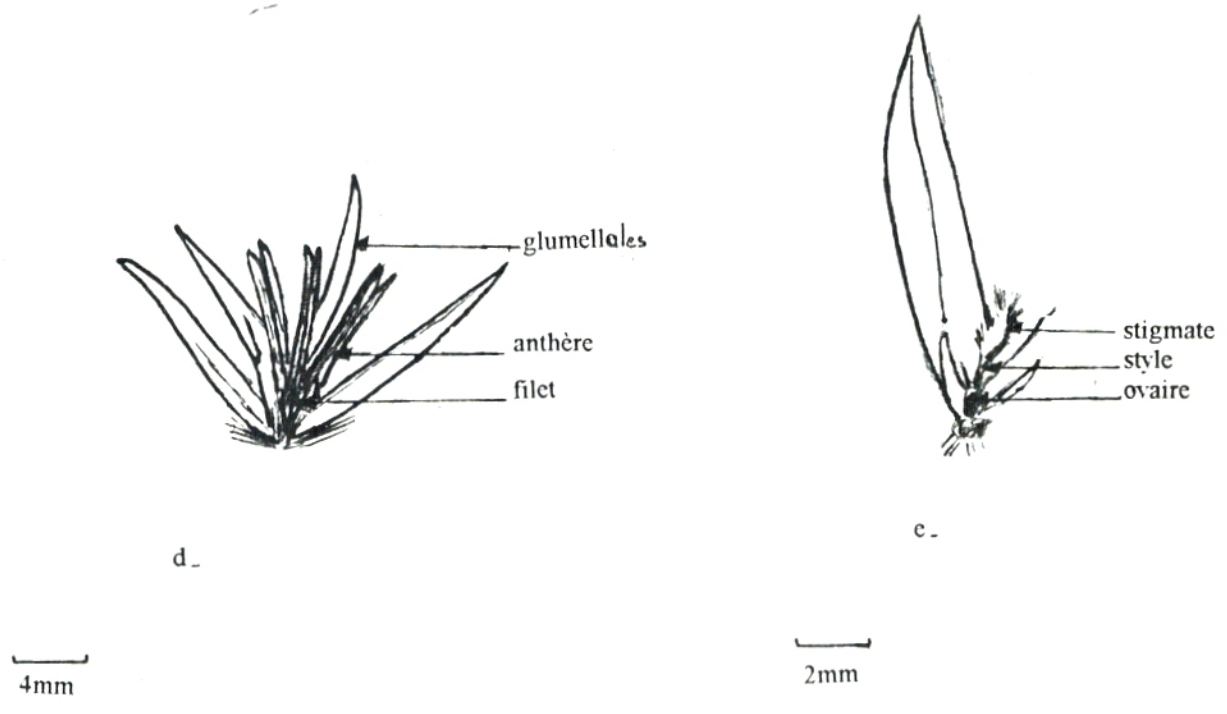
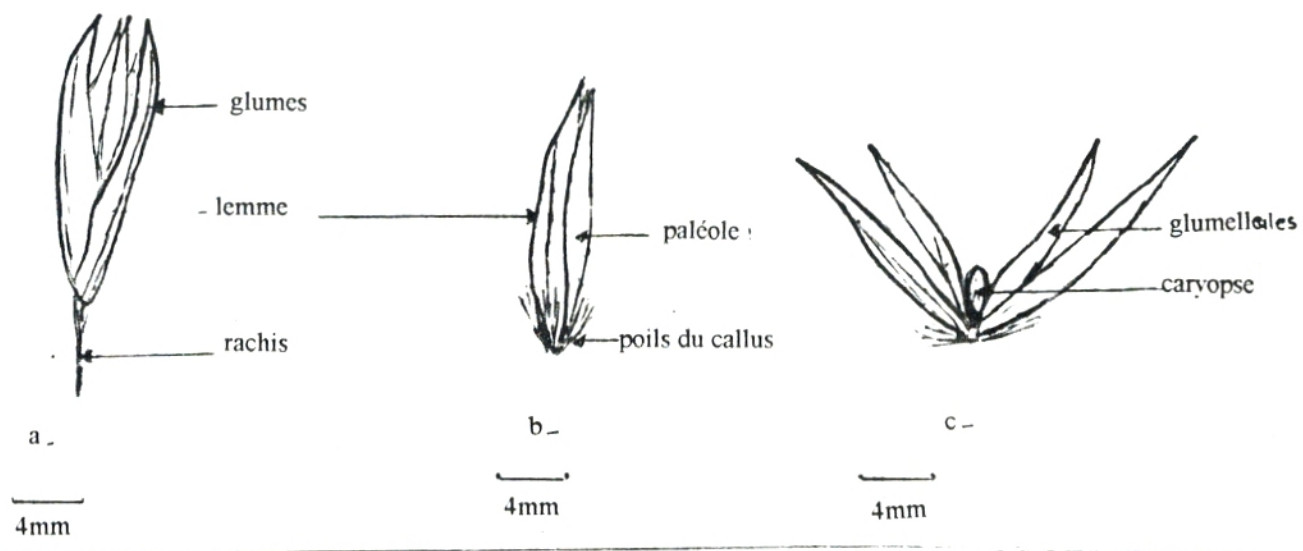


**Fig. B : Rose des vents**  
 Fréquence (%) du nombre  
 de jours de vents et calmes

—————	Es Sénia 1
- - - - -	Cap Falcon
- · - · -	Oran IMFR (météo)

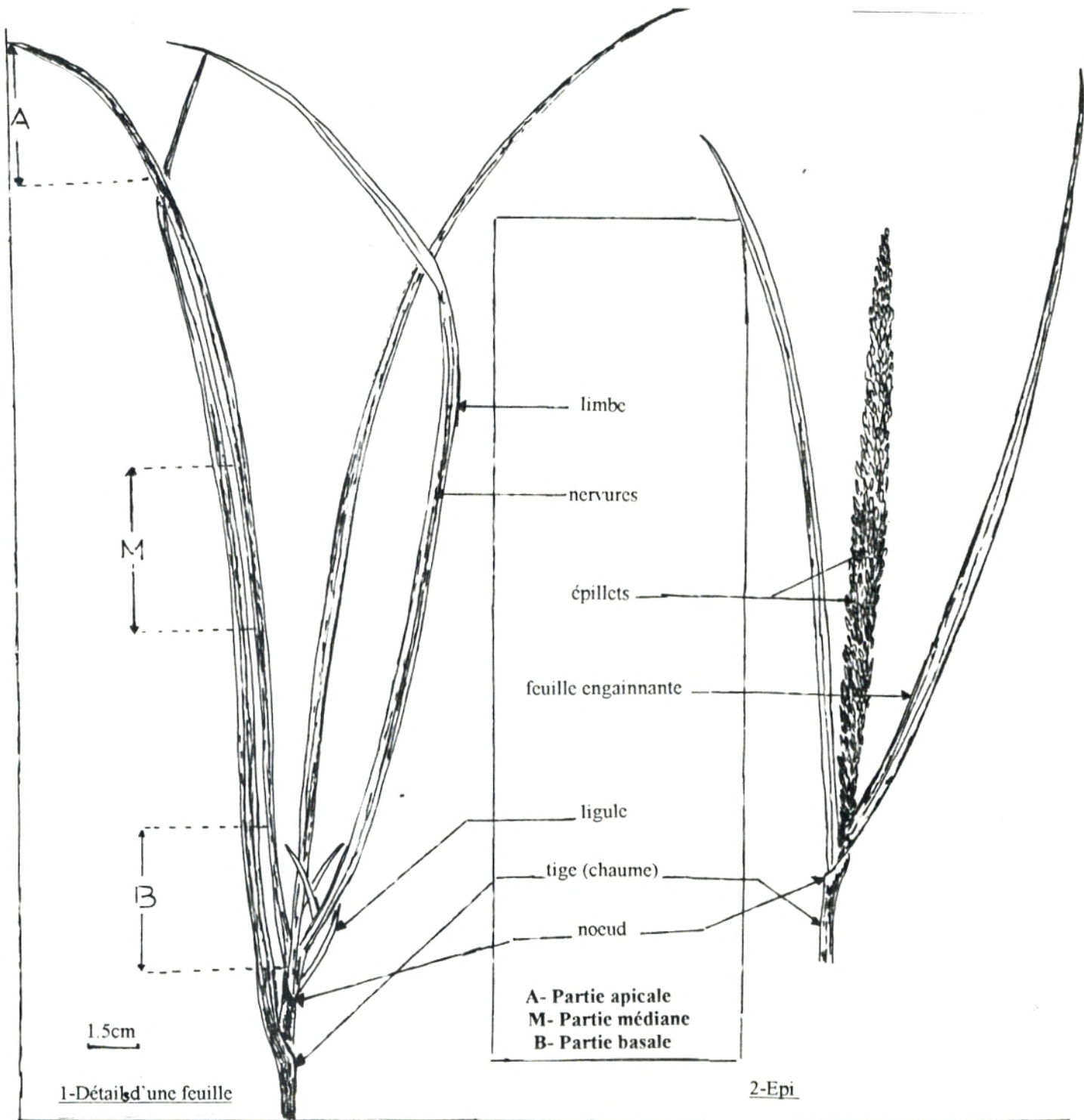


Echelle des fréquences  
 0 2 4 6 8 10%



**Fig. C : Détails sur l'épillet et les pièces florales de l'ovate**

- a - épillet entier
- b - glumes enveloppant le caryopse
- c - caryopse dans ses enveloppes
- d - étamines
- e - carpelle.



**Fig.D : Détails sur la partie aérienne de l'ovate**

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1/ Moyenne	2/ Moyenne 1960 - 85
<b>Jan</b>	14,95	13,60	12,80	13,15	14,35	14,50	12,80	13,75	14,00	15,85	13,35	12,05	14,30	12,55	11,70	10,70	12,90	<b>13,62</b>	<b>13,62</b>
<b>Fev</b>	14,05	13,40	15,60	12,6	13,30	14,15	13,60	14,90	16,25	15,15	14,05	12,66	13,75	11,25	10,85	14,25	11,70	13,82	14,09
<b>Mar</b>	14,15	13,20	14,85	13,15	13,80	13,90	14,20	15,45	14,50	14,30	15,00	14,95	14,40	14,40	12,95	12,90	12,60	13,69	14,40
<b>Avr</b>	16,45	15,40	15,55	15,05	14,60	15,10	15,00	17,00	15,35	15,30	15,70	15,15	15,25	16,20	19,60	15,20	12,90	15,56	15,70
<b>Mai</b>	17,65	16,85	17,20	18,7	18,40	17,30	17,60	18,20	16,00	17,60	19,05	17,35	13,15	18,50	15,30	15,95	18,10	17,54	17,93
<b>Jui</b>	21,05	19,65	20,25	21,35	20,90	20,60	21,65	20,30	18,80	21,60	21,75	20,95	22,85	22,20	17,60	19,25	22,00	20,69	20,89
<b>Juil</b>	24,20	23,80	23,70	23,80	23,70	25,00	24,35	22,25	22,85	23,45	22,60	21,90	25,20	22,90	23,35	22,35	-	23,81	23,8
<b>Aou</b>	25,70	25,85	23,10	24,70	25,45	26,00	25,75	23,00	24,10	25,10	24,85	23,75	24,40	22,65	22,60	23,00	-	<b>24,75</b>	<b>24,68</b>
<b>Sept</b>	23,90	23,75	21,90	23,75	24,00	23,00	23,55	22,35	23,45	22,75	23,80	23,40	23,30	23	22,40	21,50	-	23,16	23,23
<b>Oct</b>	19,55	21,55	19,85	19,70	18,70	20,70	19,55	20,30	18,95	21,00	19,85	20,60	19,35	20,50	13,6	20,30	-	20,01	20,12
<b>Nov</b>	18,15	14,65	17,65	17,40	16,50	15,40	15,55	17,25	16,30	15,95	16,60	17,27	15,25	16,35	16,70	15,70	-	16,71	16,67
<b>Dec</b>	13,75	13,40	14,05	13,40	14,55	14,60	15,20	16,00	16,30	14,00	12,35	14,75	12,00	17,50	14,00	11,60	-	13,69	14,05

**Tableau A : Températures moyennes mensuelles de la station de Cap Falcon.**

1 Calculs personnels : période 1970 - 1986.

2 HAMIDI (1989) : période 1960 - 1986.

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	Moyenne 71 - 85
<b>Jan</b>	74.4 7	38.6 14	90.5 9	6.8 2	20.7 4	15.2 3	61.9 9	32.0 4	6.0 2	48.0 3	25.0 3	5.1 4	0.0 -	36.6 7	32.0 5	49.0 3	-	-	18.01 6	152.9 11	33.4 9	32.85
<b>Fev</b>	0.0	24.4 6	58.9 7	54.9 8	41.7 6	27.1 8	7.0 4	4.0 2	67.4 10	13.8 2	20.5 3	12.2 4	49.7 7	58.5 5	11.0 3	36.5 8	-	20.0 5	38.0 5	0	38.2 10	30.07
<b>Mar</b>	70.5 7	69.4 11	49.4 9	96.4 10	96.4 15	6.0 3	10.3 3	18.0 4	5.8 3	20.0 4	1.9 2	3.5 2	10.0 4	45.5 8	26.0 3	37.0 5	-	7.5 2	44.5 4	17.5 3	55.3 3	32.27
<b>Avr</b>	33.0 10	2.0 1	12.0 5	66.7 12	109.7 7	30.2 10	9.5 1	45.2 6	15.0 3	1.0 1	18.6 5	11.5 3	0.0 -	1.0 1	20.0 2	12.0 2	-	4.0 1	41.4 5	85.4 7	0.0 -	25.01
<b>Mai</b>	132.2 10	15.1 7	1.0 1	0.0 -	14.2 4	94.1 6	18.3 4	18.0 2	3.0 2	15.7 6	1.0 1	2.4 3	0.0 -	25.0 8	26.0 3	13.0 2	-	35.0 4	30.8 5	7.5 3	-	24.4
<b>Jui</b>	0.3 1	3.1 1	6.2 4	9.0 4	3.0 1	5.4 2	0.6 1	0.0 -	4.2 1	0.0 -	92.0 2	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	-	-	0.0 -	0.0 -	-	8.25
<b>Juil</b>	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	1.0 1	0.7 1	0.0 -	0.0 -	2.8 2	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	-	-	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.6
<b>Aou</b>	0.0 -	1.6 2	2.0 1	0.0 -	15.0 2	13.6 3	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	4.0 1	0.0 -	0.0 -	-	-	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	2.4
<b>Sep</b>	18.4 3	7.5 2	8.5 4	7.7 2	2.0 1	1.0 1	0.0 -	0.0 -	13.6 4	6.0 2	1.0 1	6.0 1	0.0 -	4.0 2	0.0 -	-	-	0.0 -	15.0 3	10.5 -	20.5 3	5.04
<b>Oct</b>	12.8 3	33.0 12	1.3 2	47.2 5	7.0 1	54.7 11	13.2 5	40.9 4	38.6 9	2.0 2	1.0 2	16.0 3	0.0 -	0.0 -	7.0 2	-	-	4.0 2	2.0 1	13.5 2	67.2 4	18.83
<b>Nov</b>	75.9 10	27.3 5	10.4 3	7.9 4	18.6 4	7.9 5	71.0 4	10.0 2	4.0 2	33.0 2	0.0 -	49.0 7	20.0 5	104.0 8	43.0 9	-	-	23.5 3	15.9 3	15.0 4	-	37.68
<b>Dec</b>	77.5 10	59.9 5	97.2 16	1.0 1	59.9 7	44.9 7	4.0 1	36.5 6	57.5 3	120.5 8	22.2 6	49.0 3	59.0 7	15.0 3	7.5 4	-	-	1.0 1	20.7 4	-	-	47.41
<b>Total</b>	<b>578.8 61</b>	<b>281.9 66</b>	<b>337 61</b>	<b>297.6 47</b>	<b>389.2 53</b>	<b>300.8 59</b>	<b>195.8 32</b>	<b>216.7 30</b>	<b>217.9 41</b>	<b>260.0 30</b>	<b>133.2 25</b>	<b>154.7 30</b>	<b>142.7 24</b>	<b>289.0 42</b>	<b>172.5 31</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>226.3 36</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>264.87</b>

**Tableau B :Précipitations mensuelles ( en mm et au 1/10<sup>e</sup> ) et le nombre de jours de pluie de la station de Cap Falcon  
( -- : données manquantes ).Période 1971 - 1991**

Précipitations	Jan	Fev	Fev	Avr	Mai	Jun	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Tota l
<b>Hauteur (mm)</b>	43.8	38.5	38.5 000	31.7 000	18.6 000	5.5	0.4	1.5	12.2	30.3	46.4	57.4	320.8
<b>I</b>	8.38	8.94	8.94	10.9	6.5	1.9	0.2	1.0	4.0	6.9	11.7	12.6	-
<b><math>\sigma</math></b>	30.9	32.7	32.7	40.7	24.1	7.0	0.9	3.6	14.9	25.8	43.5	47.0	-

**Tableau C :Hauteur des précipitations moyennes mensuelles (HAMIDI, 1989).**

Cap Falcon (période : 1930 - 1985)

I = intervalle de confiance à 95 %

$\sigma$  = écart type.

	1988	1989	1990	1991	1992	1993
<b>Jan</b>	W 31	W 14	SW 19	N 21	WSW 16	E 13
<b>Fev</b>	WNW 16	W 34	WSW 22	W 20	WNW 17	WNW 17
<b>Mar</b>	W 24	W 22	E 21	W 26	W 29	ENE 30
<b>Avr</b>	W 25	W 28	W 20	W 27	W 28	W 21
<b>Mai</b>	W 24	W 18	WSW 15	W 24	WSW 23	SW 23
<b>Jun</b>	W 19	W 21	W 21	W 22	W 25	W 17
<b>Juil</b>	WSW 20	- 19	NNW 19	WSW 17	SW 17	ENE 20
<b>Aout</b>	N 14	SW 32	W 18	WSW 19	W 21	ENE 19
<b>Sep</b>	NW 35	WSW 23	SW 25	WSW 21	W 15	W 23
<b>Oct</b>	W 18	ENE 16	W 23	SW 22	WNW 28	W 24
<b>Nov</b>	W 31	SSE 22	WSW 20	SW 21	WSW 18	W 20
<b>Dec</b>	W 25	W 24	WNW 28	WSW 13	W 28	WSW 27

**Tableau D :Vent maximal instantané (Direction et vitesse : m/s)  
station : Oran Es Senia. (Période : 1988 - 1993)**

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	Moyenn e
<b>Jan</b>	83.3	91.6	79.5	50.4	55.2	75.2	52.0	81.4	76.3	84.6	58.5	65.5	86.6	83.7	72.9	66.7	73.9	72.9
<b>Fev</b>	96.9	100.0	76.7	64.7	86.0	56.6	40.7	75.4	103.6	78.6	52.4	38.0	77.6	67.5	73.7	73.1	74.9	71.14
<b>Mar</b>	52.9	89.4	38.8	65.4	74.6	61.1	56.9	77.7	90.2	81.0	80.3	68.3	119.2	82.6	78.5	69.4	50.8	72.73
<b>Avr</b>	95,1	72.9	73.9	89.7	59.7	64.2	64.1	82.8	81.6	86.9	70.1	74.6	67.3	85.4	60.1	74.5	74.9	75.16
<b>Mai</b>	-	55.5	52.7	89.8	63.7	53.1	35.8	73.8	92.2	73.5	77.5	80.3	70.1	106.5	70.3	87.6	72.1	72.15
<b>Lun</b>	63.3	83.4	58.7	71.4	71.3	54.0	55.6	89.5	68.0	57.6	78.5	58.6	65.2	72.0	61.9	69.1	63.0	67.12
<b>Juil</b>	-	77.4	72.4	80.5	52.5	-	86.3	75.0	-	76.6	87.0	70.4	98.0	94.7	68.9	70.8	-	77.73
<b>Aoû</b>	73.8	80.2	68.4	70.9	75.7	87.7	89.2	90.1	56.2	69.5	68.8	78.2	-	94.5	75.3	61.6	-	76
<b>Sep</b>	73.2	60.4	70.6	101.5	106.3	89.1	87.5	64.9	59.2	79.4	95.5	-	66.6	58.4	76.6	64.4	-	74.5
<b>Oct</b>	95.0	80.9	79.6	84.5	99.1	61.1	89.4	75.2	75.1	72.4	73.8	58.2	171.9	89.1	67.2	81.8	-	84.68
<b>Nov</b>	66.5	81.4	67.7	66.2	78.0	86.5	67.7	93.9	85.4	69.2	78.9	62.7	61.2	74.9	61.0	89.7	-	74.43
<b>Dec</b>	58.7	56.2	67.4	57.1	<b>52.4</b>	<b>88.5</b>	100.7	72.2	73.2	71.4	<b>149.5</b>	87.3	75.1	92.9	74.6	66.1	-	77.7
																		<b>74.68</b>

**Tableau E :Evaporation mensuelle (mm au 1/10<sup>e</sup>).Station de Cap Falcon.**

Période : 1970 - 1986

(-) : donnée manquante.

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	Moyenne mensuelle
<b>Jan</b>	82.60	-	77.00	75.60	74.00	82.00	87.00	79.00	84.50	86.50	82.00	82.00	88.00	81.70
<b>Fev</b>	83.30	-	90.33	81.00	69.50	83.00	84.66	86.50	83.00	86.00	79.50	81.50	85.00	82.80
<b>Mar</b>	81.33	-	93.66	74.00	70.00	81.33	82.00	87.00	82.50	87.50	85.00	81.33	86.00	82.60
<b>Avr</b>	79.00	81.66	84.33	78.33	78.50	72.33	85.00	84.50	81.66	88.50	86.50	80.00	85.50	82.00
<b>Mai</b>	82.33	82.00	89.50	74.00	79.00	77.33	80.66	83.33	84.00	87.00	88.00	83.00	87.50	82.90
<b>Jun</b>	83.00	78.00	79.33	83.50	77.66	90.00	82.00	83.00	83.50	84.00	88.50	88.00	88.50	83.75
<b>Juil</b>	88.33	79.33	75.50	80.33	80.00	84.00	81.00	78.50	85.90	91.00	86.00	89.00	-	83.25
<b>Août</b>	81.00	81.66	73.00	83.00	83.00	83.00	84.66	80.50	89.50	81.50	83.00	89.00	-	82.75
<b>Sep</b>	74.33	78.50	76.00	80.50	76.66	83.00	87.50	81.50	86.00	84.00	84.00	84.00	-	81.35
<b>Oct</b>	74.00	77.33	79.00	81.66	83.50	87.00	84.00	86.50	80.00	82.00	81.50	85.00	-	81.80
<b>Nov</b>	83.33	79.66	80.66	76.00	80.50	78.00	83.00	83.00	86.00	84.00	84.00	99.50	-	83.15
<b>Dec</b>	83.00	73.66	76.33	76.33	73.50	85.00	86.00	82.50	86.00	80.00	81.66	<b>85.50</b>	-	80.80
														<b>82.40</b>

**Tableau F : Valeurs moyennes journalières (7<sup>h</sup>, 11<sup>h</sup>, 17<sup>h</sup>) de l'humidité relative de l'air (en %)**

Période (1974 - 1986) (St Cap Falcon)

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	Moyenne
<b>Jan</b>	75.0	49.4	36.6	55.5	64.7	71.5	58.78
<b>Fev</b>	48.4	81.8	58.8	50.5	72.8	70.4	63.78
<b>Mar</b>	137.4	74.4	75.5	80.1	88.3	119.2	95.80
<b>Avr</b>	142.9	109.8	95.3	93.5	99.9	142.0	113.9
<b>Mai</b>	145.8	119.5	113.7	141.9	140.0	151.2	110.15
<b>Jun</b>	161.6	191.5	173.8	150.7	163.1	174.0	169.10
<b>Juil</b>	174.1	220.1	184.6	192.7	164.6	151.1	194.88
<b>Aou</b>	186.5	223.2	178.6	203.2	219.0	174.3	197.46
<b>Sep</b>	135.2	122.0	182.1	171.0	117.8	166.6	149.10
<b>Oct</b>	130.0	117.9	128.5	105.4	125.1	112.1	119.83
<b>Nov</b>	81.0	125.4	62.4	93.3	65.4	60.4	81.30
<b>Dec</b>	58.9	88.4	54.4	58.9	85.6	57.7	67.36

**Tableau G :Evaporation mensuelle (mm au 1/10) Oran-EsSenia**  
Période (1988 - 1993)

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	Moyenne
<b>Jan</b>	78	75	86	79	76	73	77.83
<b>Fev</b>	78	72	83	80	77	74	77.33
<b>Mar</b>	65	77	77	77	76	74	74.33
<b>Avr</b>	67	70	73	73	69	66	69.66
<b>Mai</b>	68	71	74	67	71	67	69.66
<b>Jun</b>	69	62	66	71	42	67	62.83
<b>Juil</b>	69	63	67	66	71	72	68
<b>Aou</b>	69	61	72	64	61	68	65.83
<b>Sep</b>	72	75	67	68	75	65	74.33
<b>Oct</b>	67	75	70	73	71	73	71.5
<b>Nov</b>	76	67	80	72	79	81	75.83
<b>Dec</b>	76	75	79	78	73	83	77.33

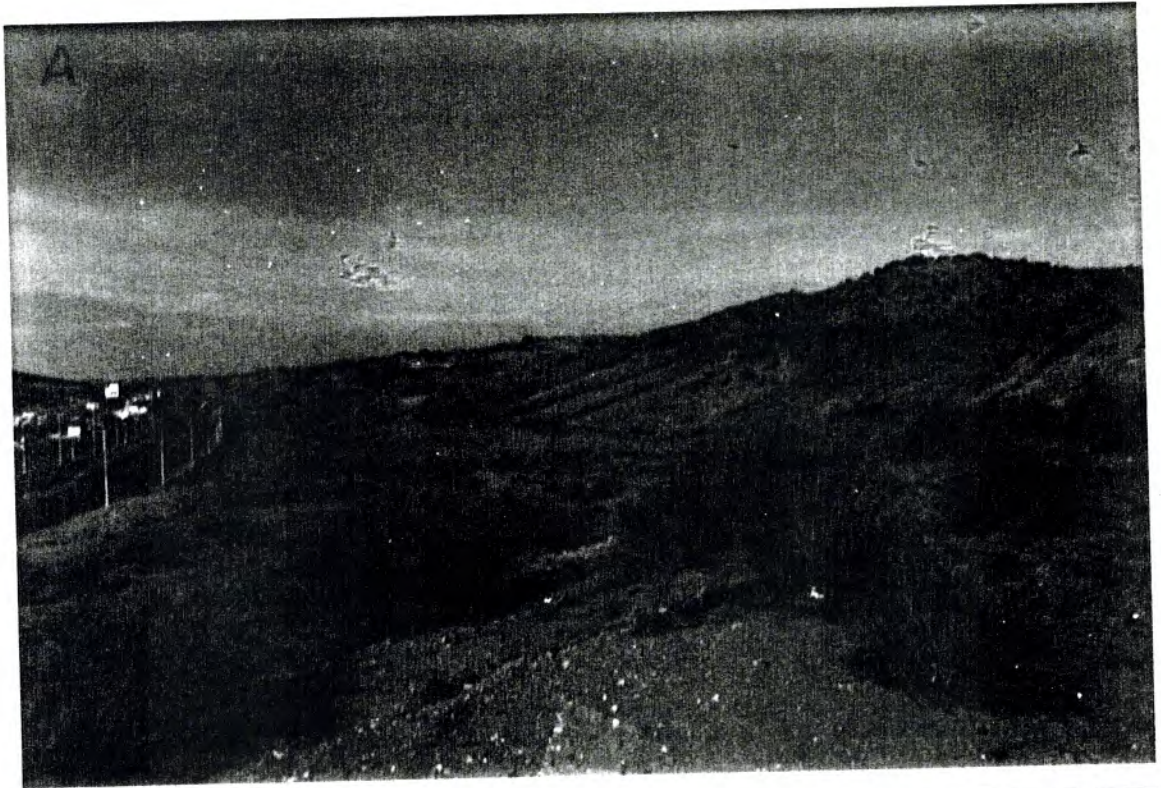
**Tableau H :Humidité relative moyenne mensuelle (en %) Oran Es-Senia**  
Période : 1988 - 1993

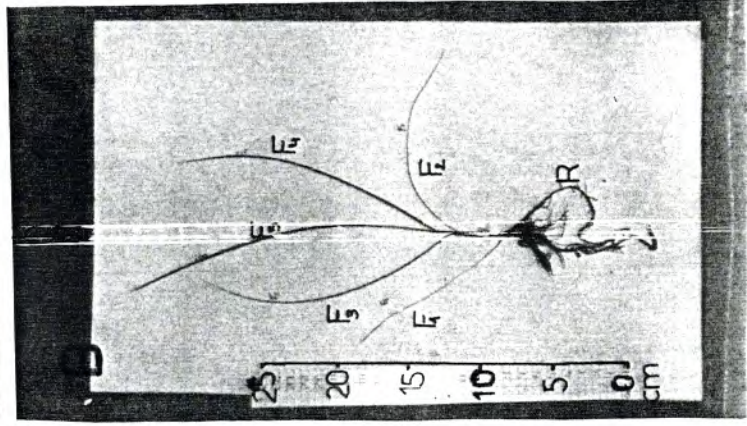
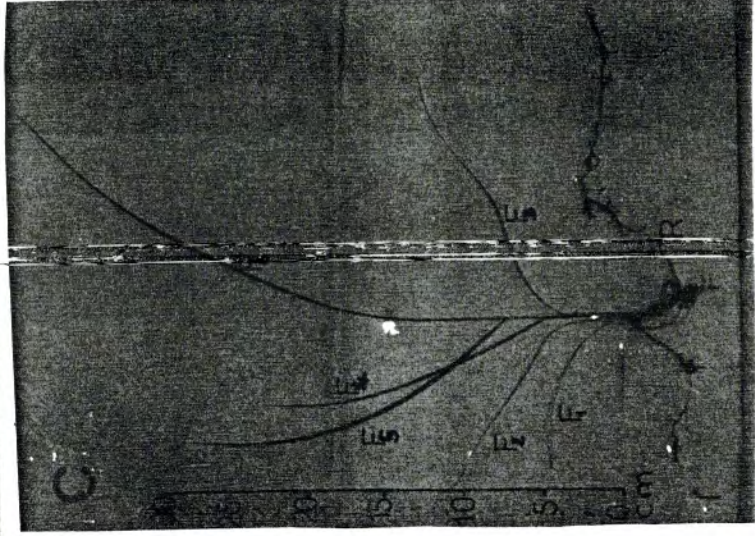
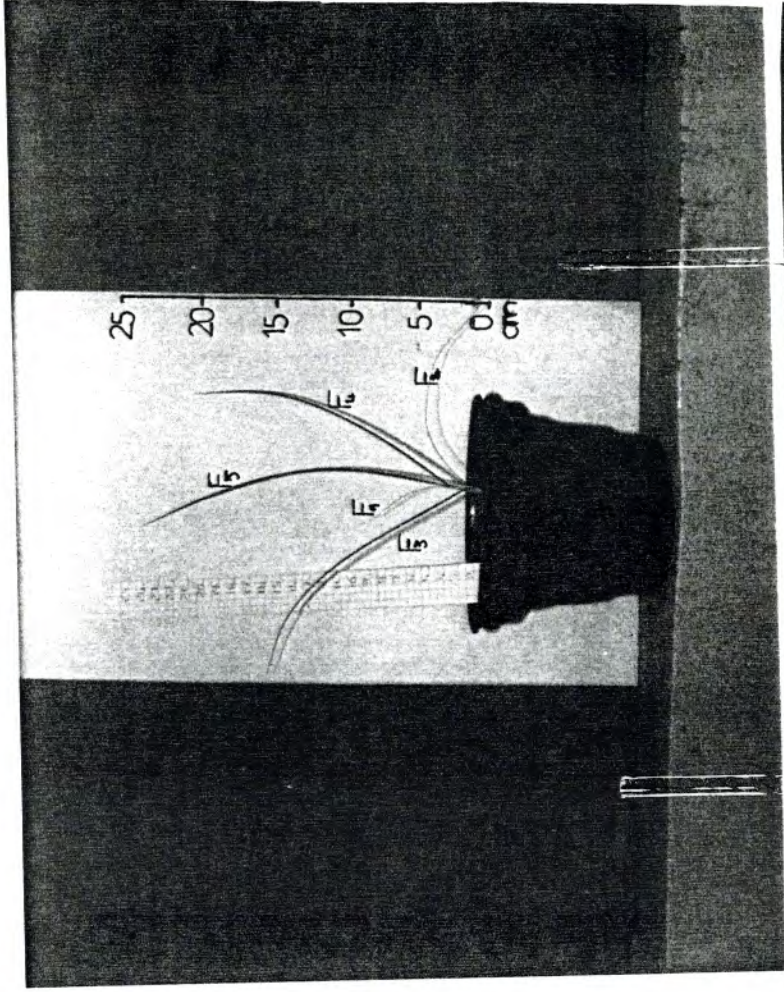
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	Moyenne	F %
<b>Jan</b>	56.1	57.3	54.5	72.6	59.2	67.8	61.25	19
<b>Fev</b>	65.6	65.7	81.1	63.0	72.9	66.0	69.05	24
<b>Mar</b>	88.9	70.9	58.8	63.2	62.9	73.6	69.71	22
<b>Avr</b>	84.9	84.2	86.4	87.9	92.1	90.6	87.68	29
<b>Mai</b>	95.0	89.1	89.2	105.9	89.4	95.5	94	25
<b>Jun</b>	87.8	109.4	105.8	106.4	97.2	104.3	101.8	28
<b>Juil</b>	107.2	104.1	112.4	108.6	113.6	106.7	108.7	29
<b>Aou</b>	100.0	95.4	110.8	106.7	111.2	99.9	104	33
<b>Sep</b>	89.7	83.2	69.8	84.1	84.1	85.5	82.7	27
<b>Oct</b>	69.6	74.7	75.1	70.2	69.2	85.9	74.1	24
<b>Nov</b>	50.4	57.1	66.4	63.5	73.7	42.2	58.8	21
<b>Dec</b>	72.4	54.3	52.8	54.2	58.3	64.6	59.4	24

**Tableau I :Insolation moyenne mensuelle (en heure, au 1/10<sup>e</sup>). Station d'Oran Es-Senia**  
Période : 1988 - 1993

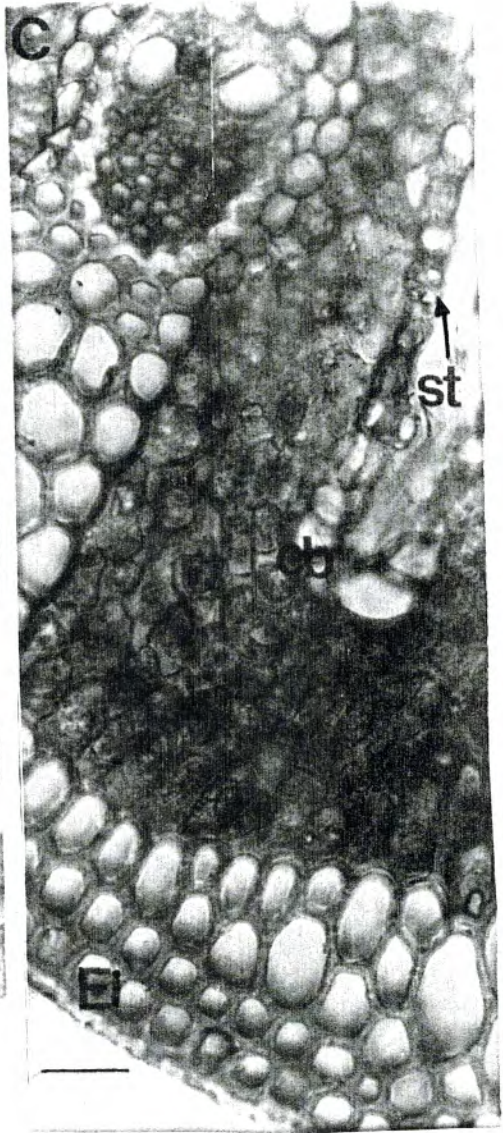
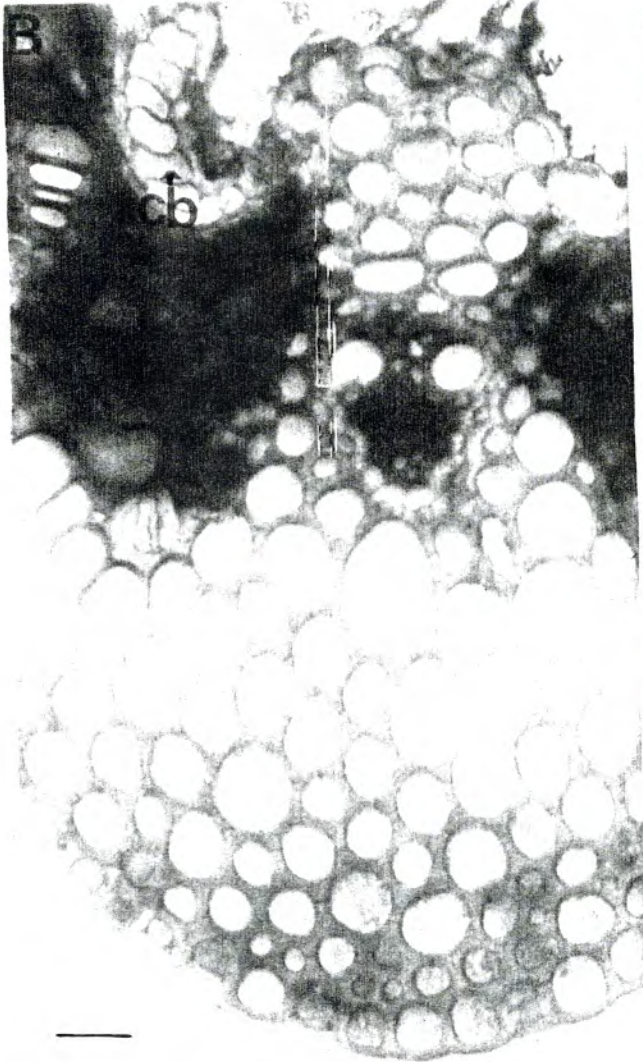
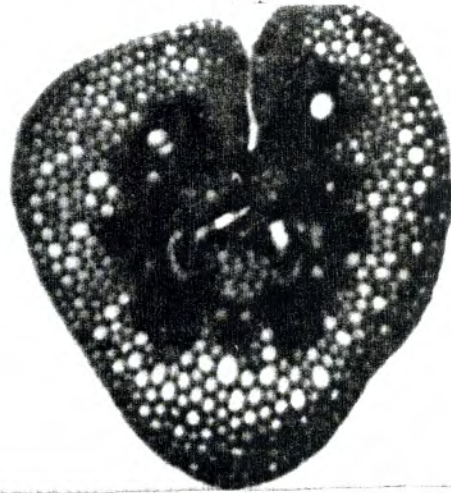


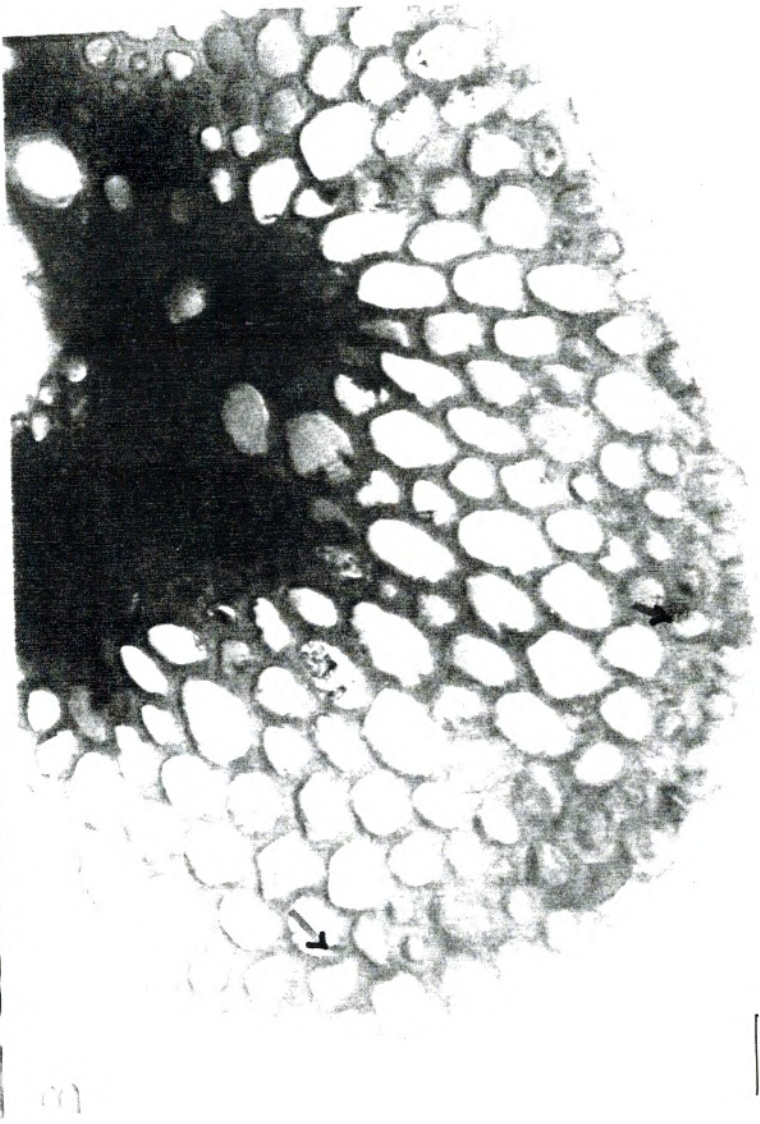
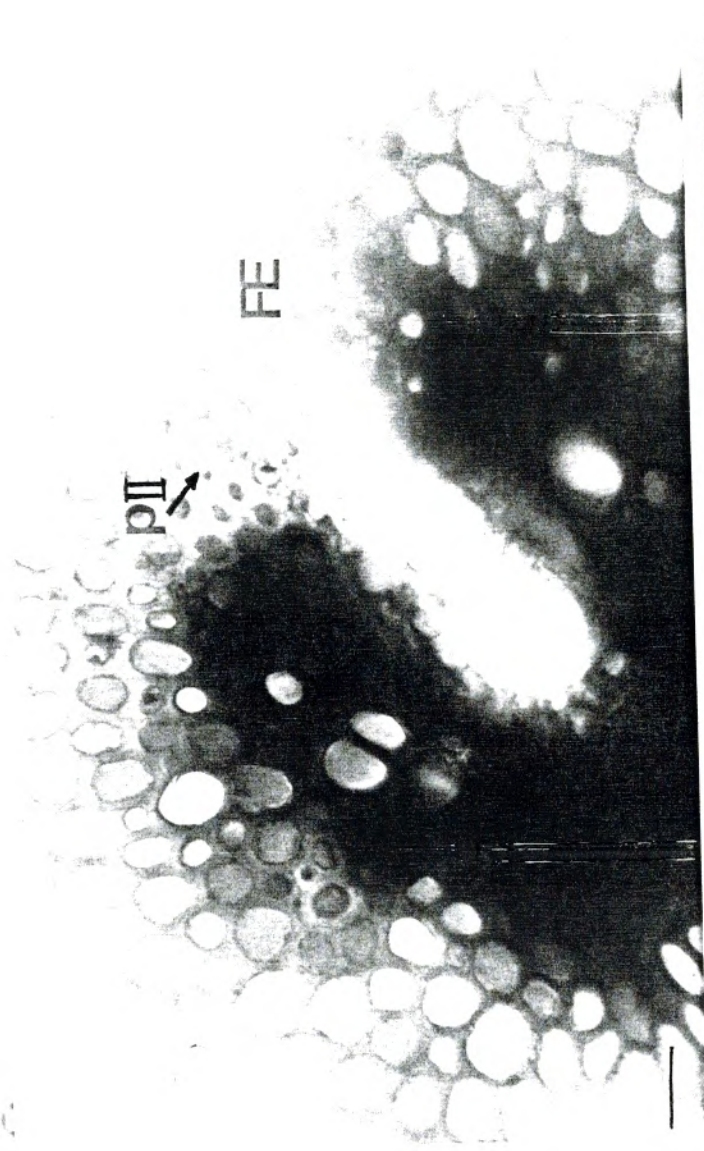
**PLANCHES**

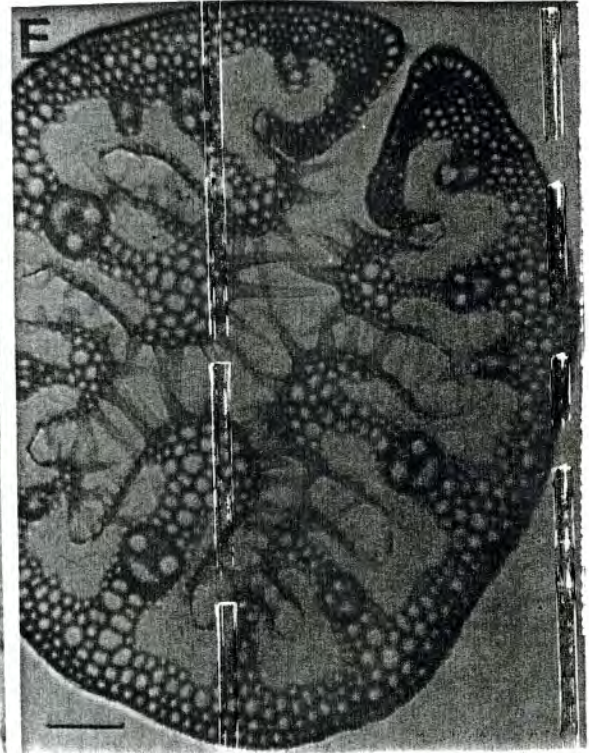
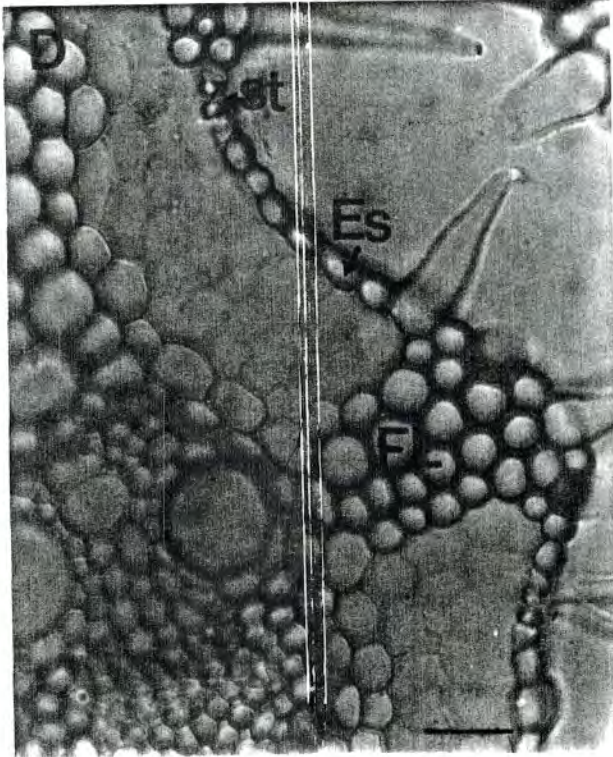
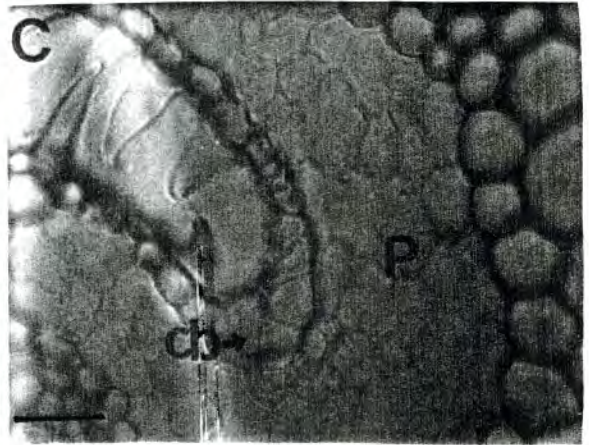
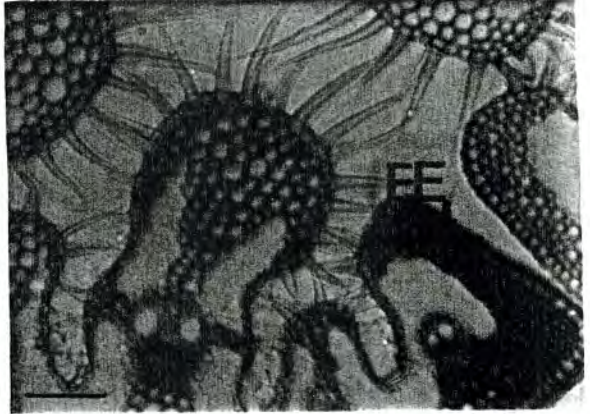
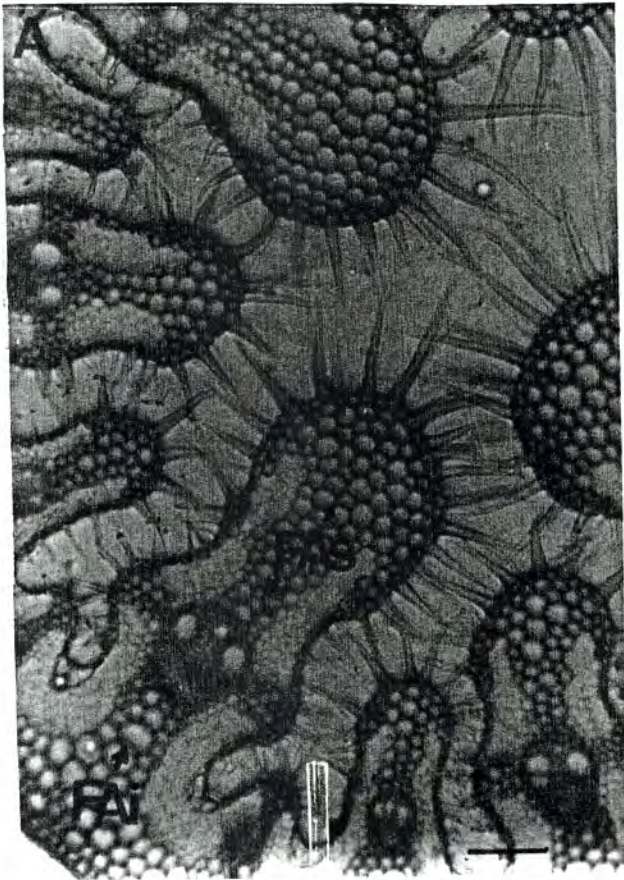


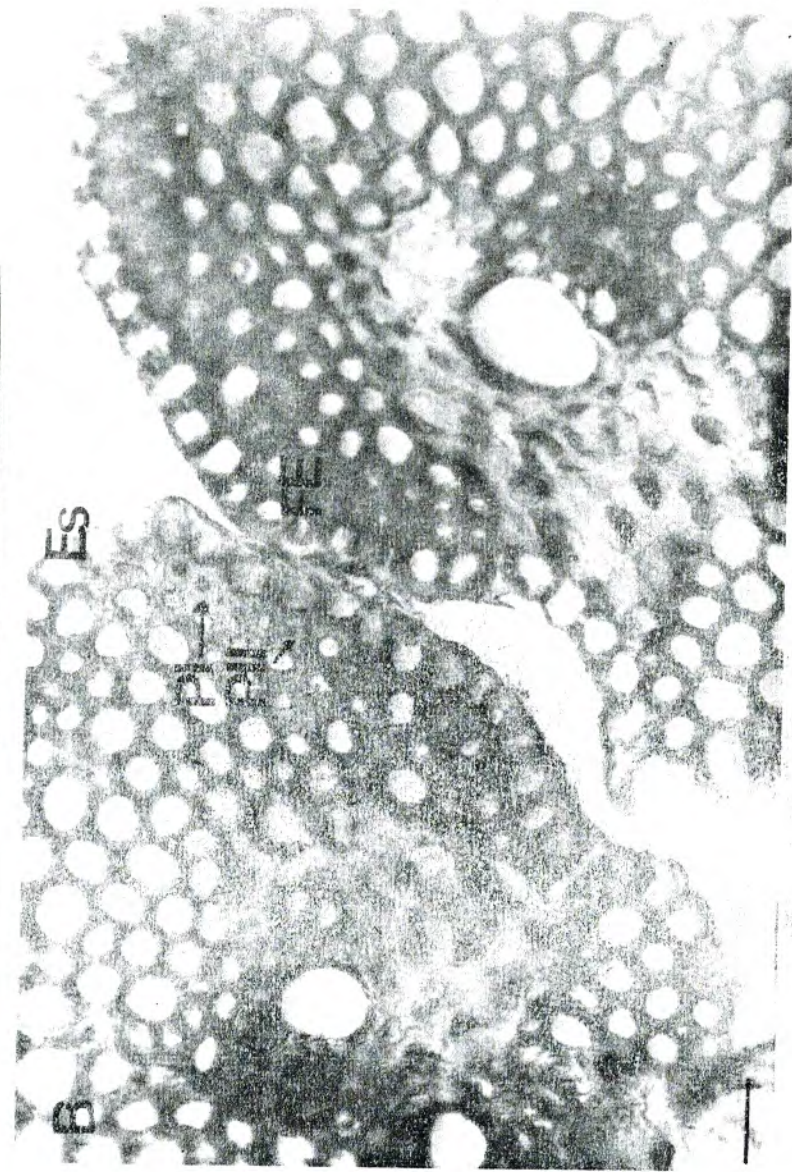
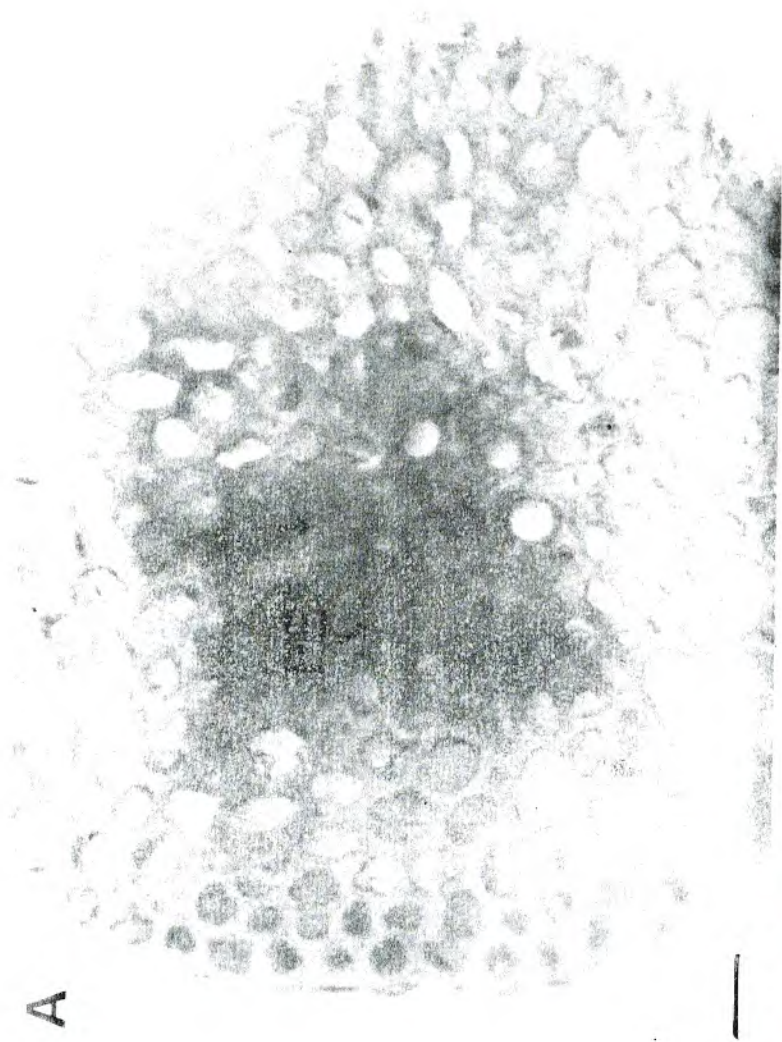


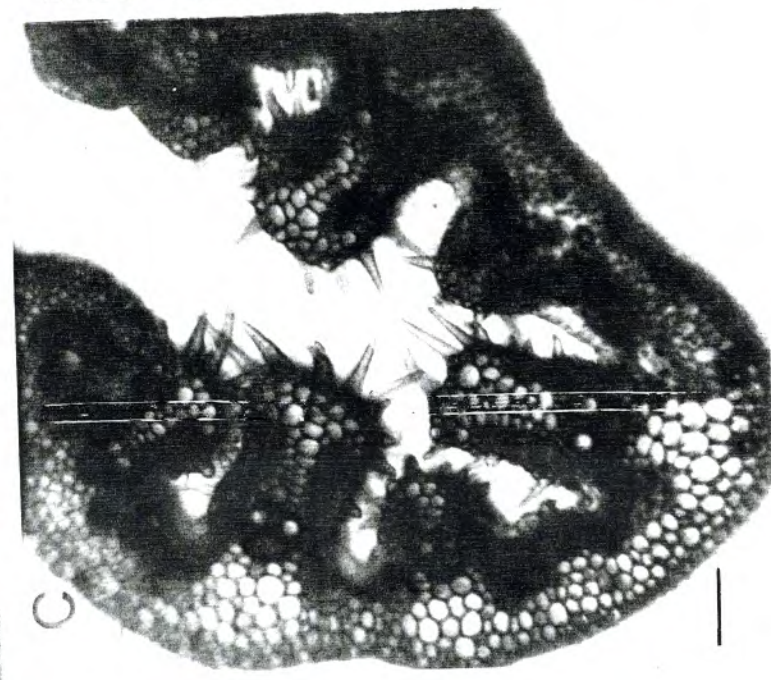
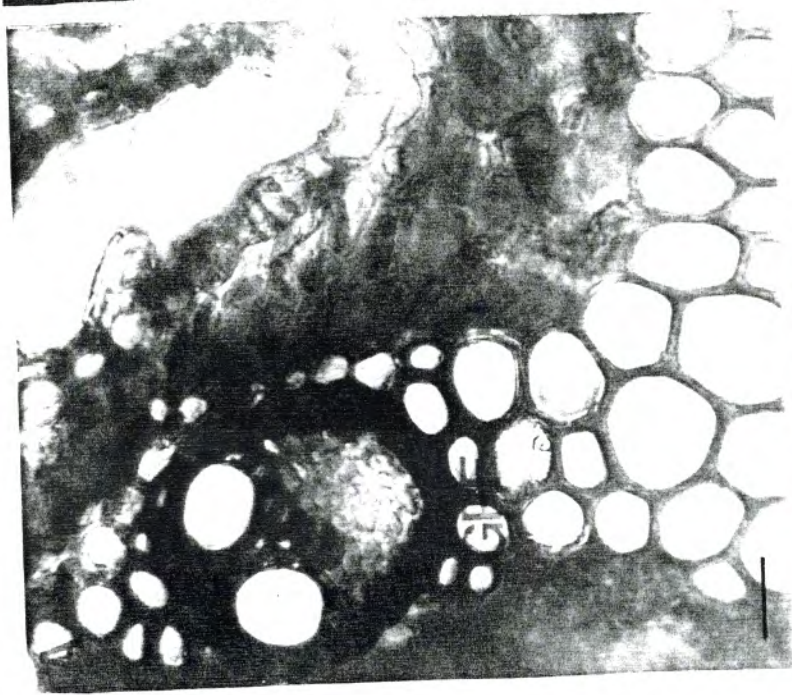
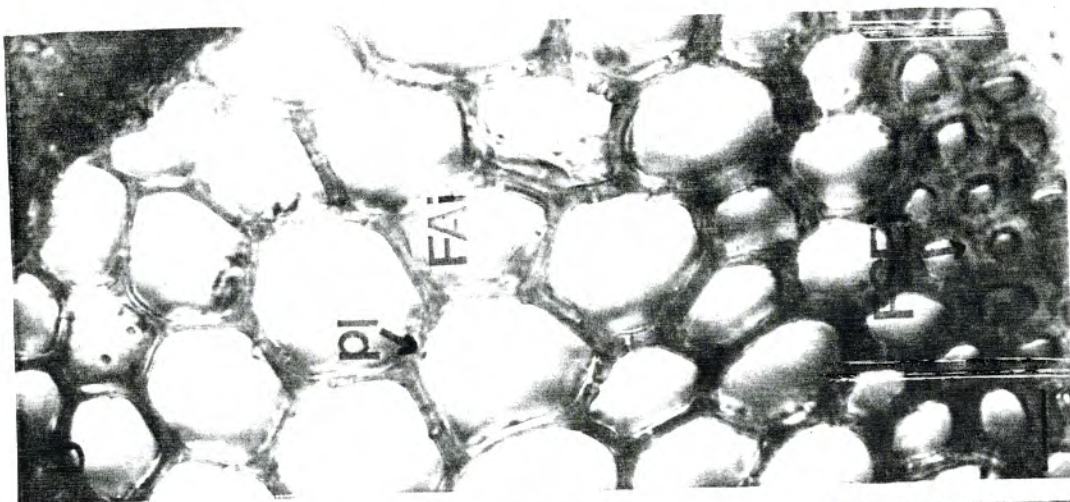
A



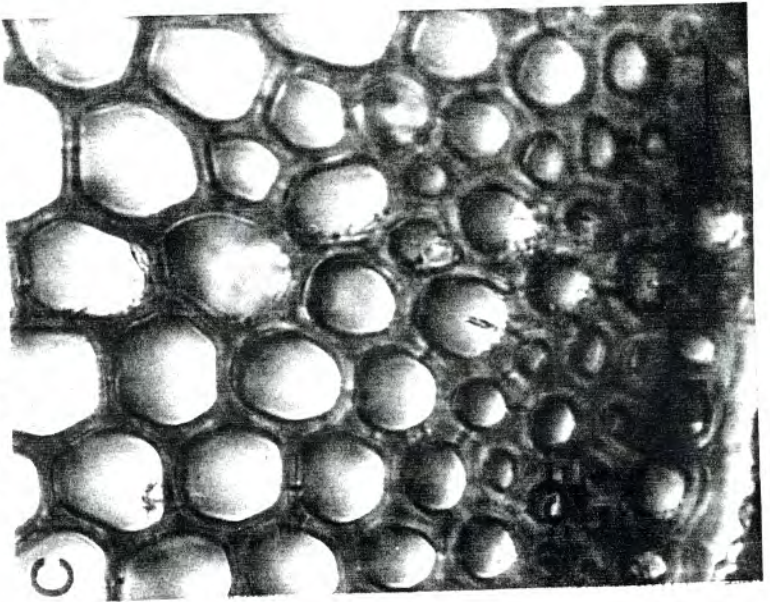
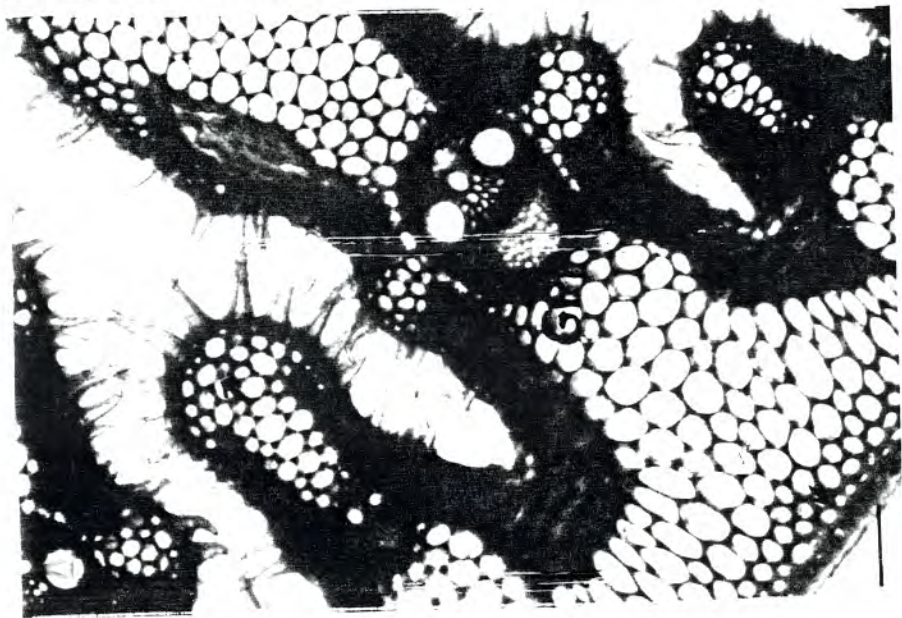
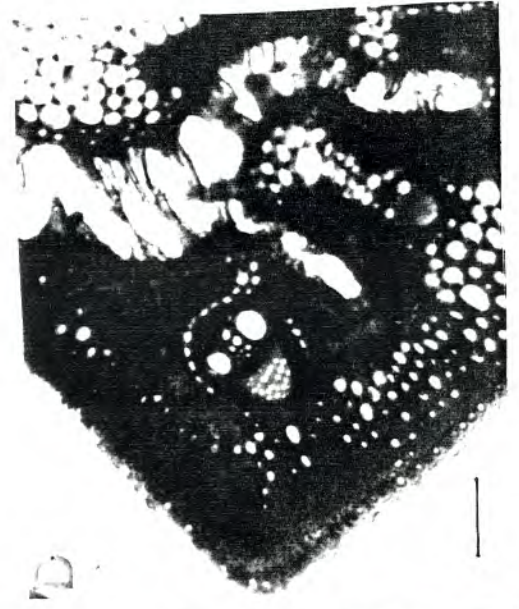
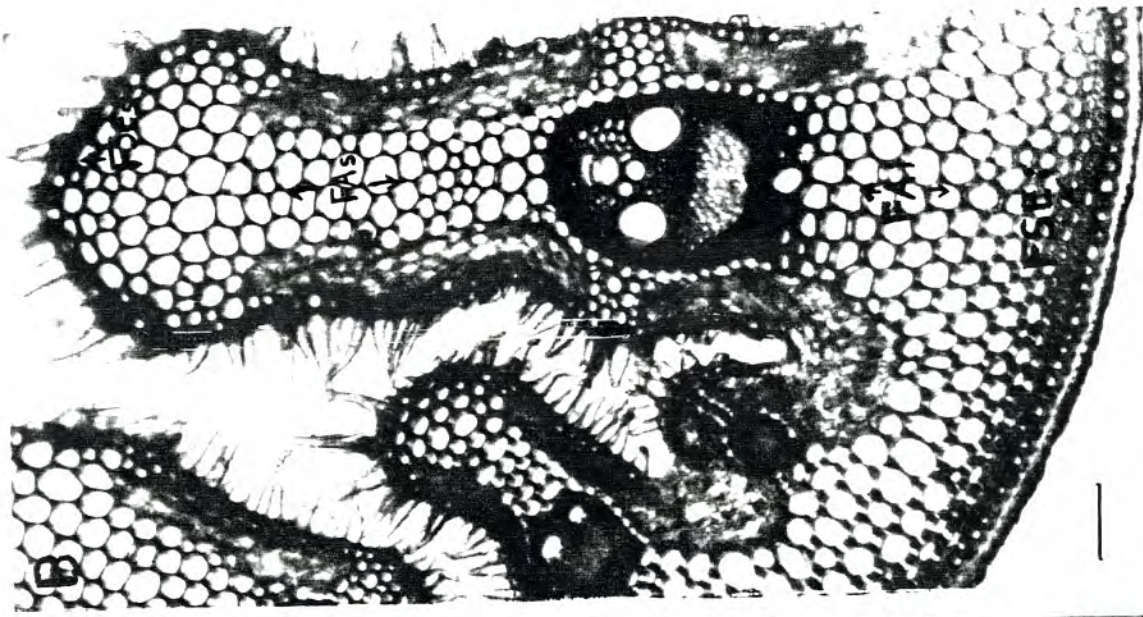


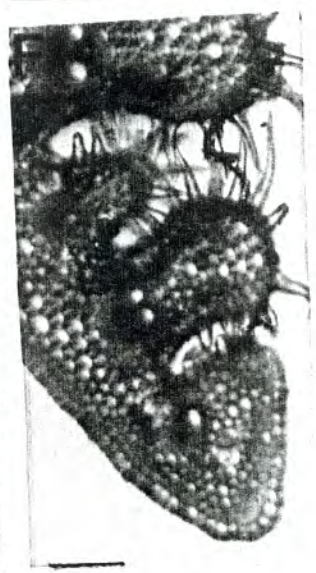
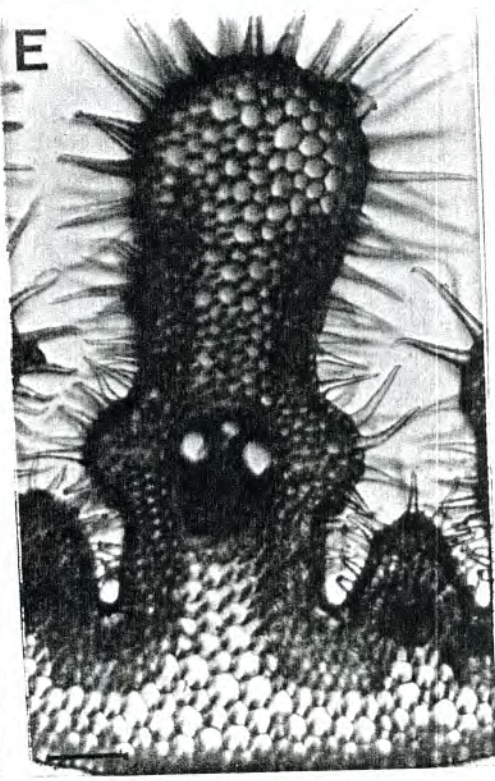
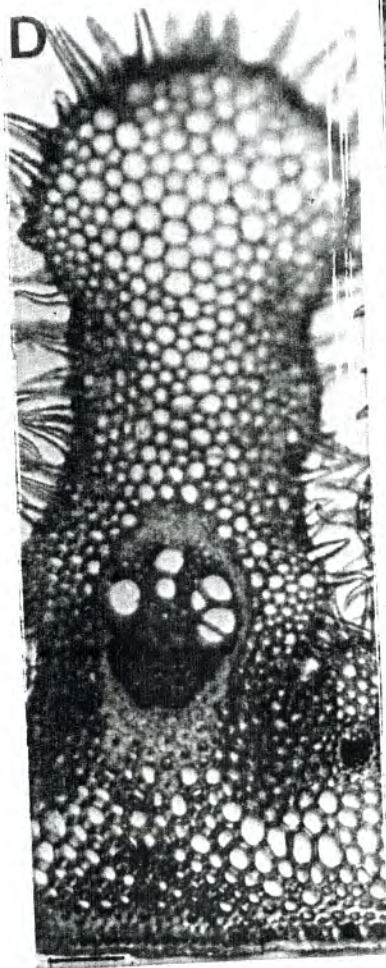
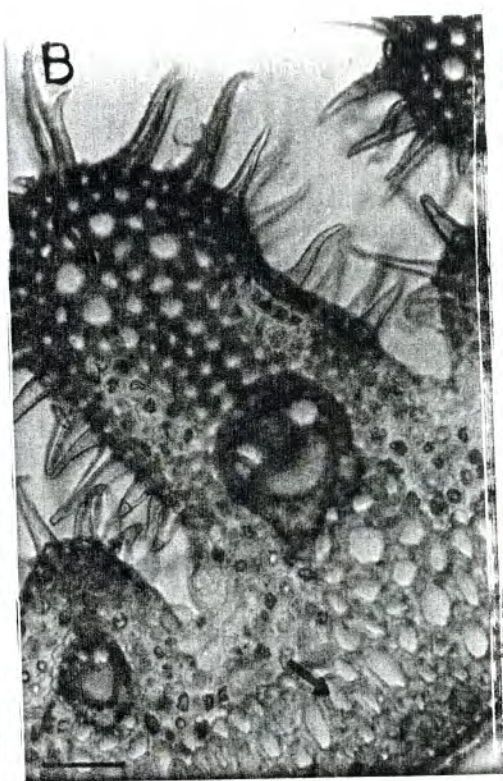
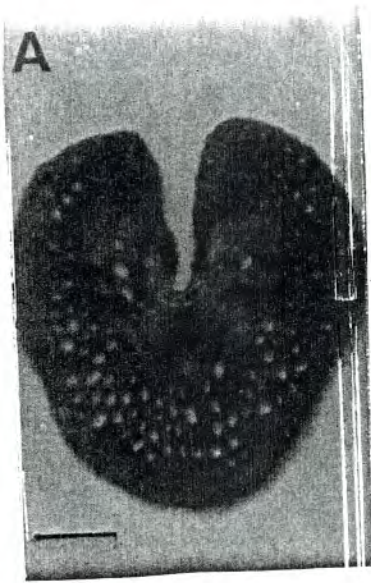












**THEME : Contribution à l'étude de l'oyat [*Ammophila arenaria* (L.) Link.].**  
**Approche écologique. Germination des caryopses, croissance des feuilles, anatomie, histochimie**  
**et évolution du tissu fibreux foliaire**

**Résumé:**

L'oyat (*Ammophila arenaria*) est une Graminée vivace strictement psammophile poussant sous forme de touffes sur les accumulations sableuses des dunes littorales et lacustres. Elle est présente dans pratiquement toutes les régions côtières dunaires de l'hémisphère Nord. Elle a un rôle écologique sans égal dans l'initiation et la stabilisation dunaire. En Algérie, elle est présente sur tout le littoral.

Ce travail a porté sur une étude globale du contexte écologique de cette plante, dans deux biotopes du même cordon dunaire du Cap-Falcon (à l'ouest d'Oran), la détermination de l'optimum thermique de germination de ses caryopses, en laboratoire, le suivi de la croissance foliaire, l'étude de l'anatomie, l'histochimie pariétale et l'évolution du tissu fibreux foliaires.

L'approche écologique a révélé le caractère particulier que présente cette plante vis à vis des facteurs écologiques, tels que le substrat, le climat et les facteurs biotiques, elle présente une bonne vigueur sur la dune jeune, instable (ou fortement dégradée) qui est celle d'Etoile-plage et une plus faible vigueur sur la dune plus ancienne, plus stable (ou moins dégradée) celle de Bomo-plage.

L'étude de la germination a montré que les caryopses, après une post-maturation, germaient dans une large gamme de températures, entre 15°C et 30°C, l'optimum se situe entre 15 et 25°C et rejoint par ce caractère les autres Graminées vivaces telles que l'alfa et le sparte. Un pré-traitement à la chaleur n'affecte pas ou peu la viabilité des caryopses.

L'étude de la dynamique foliaire nous a permis de constater que la production foliaire est importante mais le tallage est nul, la longueur finale des feuilles augmente avec l'ordre de leur apparition jusqu'à la feuille d'ordre 5.

La mise en place du tissu fibreux se fait dès les premiers stades de développement de la feuille ainsi que la lignification est précoce et rapide durant la croissance foliaire.

L'anatomie foliaire rappelle celle de l'alfa, le sparte, l'Aristida et *Stipa lagascae* par la présence d'un sclérenchyme bien développé. Par contre, chez l'oyat, ce sclérenchyme est plus homogène, à parois d'une complexité moindre que celles des autres Graminées des zones arides et semi-arides.

Les fibres sous-épidermiques inférieures et supérieures se développent en premier, en un anneau discontinu, puis les fibres axiales inférieures puis les fibres axiales supérieures et enfin les fibres latérales. Les parois des fibres extrêmes s'épaississent et se lignifient en premier.

Les parois cellulaires des fibres, ont montré une résistance différente aux agents extractants utilisés et la longueur moyenne des fibres est de 0,8 mm, valeur comprise entre celle de l'alfa (0,3 mm) et celle du sparte (1,7 mm).

Les caractéristiques tant écologiques que morphologiques et anatomiques mises en évidence dans ce présent travail ont mis l'accent sur la parfaite adaptation de cette espèce aux conditions hostiles des milieux dunaires côtiers.

**Mots clefs:** Anatomie - Croissance - Dunes côtières - Ecologie - Fibres - Germination - Graminées Oyat (*Ammophila arenaria*) - Psammophile - Vivace.