



Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique

Université de Ghardaïa

N° d'ordre :
N° de série :

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre
Département de Biologie

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

LICENCE

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie végétale

Thème

*Synthèse bibliographique sur les caractéristiques
de la végétation des parcours sahariens*

Par :

BENNAOUI Asma

BOUZID Abir

Jury :

M. BENSEMOUNE Youcef

Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa

Encadreur

Mlle OUCI Houria

Maître Assistant B

Univ. Ghardaïa

Examinatrice

Année universitaire 2013/2014



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A l'esprit de mon père et de ma mère qui ont suivi avec attention et un grand intérêt mon parcours et ont mis à ma disposition tous les moyens requis pour mon éducation et mon instruction.

*A mes chers frères « Safi, Omar et Yacine » et mes chers sœurs « Houria, Fatiha et Samiha »
Sans oublier « Djaloul, Lahsan, Lakhdar, Khaira et nawiya »*

A mes chers oncles, tantes surtout «khalti Fatena et Aichouch », cousins, cousines

*Les enfants de famille « Zubair, Ritaj, Abdelkader, Rihem, Didouch, Souda, Tita, Boula et Nina »
Et tout la famille **BENNAOUI, TOLBA et GHERAIEB***

A mes binôme Abir et sa famille

*A mes meilleurs amis et mes collègues 3 eme écologie
A tous ceux qui ont de près ou de loin participé
A la réalisation de ce travail*



ASMA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

A la mémoire de mes grands-mères.

A mon cher frères Mohammed et mes cher sœurs Asma, Aya, Ikram, Nawal, Nesrine.

A mes tantes et à mes oncles Cheikh, Said, Djaloul et A.Ahrahmane.

Tous les enfants: Imane, Salah, Mouad, Abd Elrahime, Abd Elghani, Tamtam, Doaa, Otman, Hiba, Abdenour, Mohammed al arabi, Saad, Mino, Sabila, Kawtar, Jomana, Rajaa.

Pour tout mes grande famille BOUZID et LAHRACH.

Ma sœur et cher amie Asma et sa famille.

A mes meilleurs amis: Alia, Thoria, Mustapha et tous mes amis.

A mes collègues 3^{ème} écologie.

ABIR



Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

*En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Mr : **BENSEMAOUNE Youcef** Maitre-assistant au niveau de la faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences et la terre – université de Ghardaïa, son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail.*

*Nos vifs remerciements vont également au membre du jury Mlle : **OUICI Houria** Maitre-assistante au niveau de la faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences et la terre – université de Ghardaïa pour l'intérêt qu'il est porté à notre recherche en accepté d'examiner notre travail et de l'enrichir par leur proposition.*

*Nous remercions Mr **ALLA Mohammed** chef de département de la Faculté de la nature de la vie de l'Université de Tébessa Algérie et Mr **BEN ATALLAH Abderrahmane** enseignant de l'Université de Tébessa.*

Nous remercions tout les enseignant de département de Science de la Nature et de la Vie d'Alger.

*Mr **BELAMACH Foudil***

. Nous remercions tout les enseignant de département de Science de la Nature et de la Vie surtout faculté d'écologie de l'environnement.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail



Liste des figures

figure	Titre	Page
1	<i>Aizooncanariense L</i>	06
2	<i>Atriplexdimorphotegia</i> Kar. &Kir.	06
3	<i>Rhustripartitus R</i>	07
4	<i>peganum harmala L</i>	07
5	répartition saisonnière de taux de présence des espèces éphémères	11
6	Racine superficielle d' <i>Acacia</i>	18
7	Manchons de sable agglutiné autour des racines fascicules d'une <i>Poacée</i> .	18
8	<i>Foskaolea tenacissima L</i>	19
9	<i>Launaeaglomerata</i> (Cass.) Hook.f.	19
10	<i>Haloxylon scoparium Pomel</i>	21
11	<i>Salsola vermiculata</i>	21
12	<i>Atractylisdelicatula</i>	27
13	<i>Atractylis flava</i>	27

Liste des tableaux

N°	Titres	pages
01	Espèces inventoriées suivant les différentes catégories biologiques (vivaces et éphémères)	07
02	quelques arbres et arbustes du sahara	22

Introduction.....	0 1
Chapitre I : caractéristiques des parcours sahariens	0 4
1. Le climat	0 4
2. Le sol	0 5
3. Caractéristiques floristiques	0 5
3-1. Plantes éphémères.....	0 5
3-2- Plantes permanentes ou vivaces	0 6
4. Les groupements végétaux	0 8
4.1. Les dunes et sol ensablés	0 8
4.2. Les plateaux rocheux (hamada)	0 8
4.3. Les regs et les sols argileux	0 9
4.4. Les dépressions	0 9
4.5. Sols salés	0 9
4.6. Groupements hygrophiles	0 9
4.7. Groupements subdésertiques	1 0
5. Effet des variations climatiques saisonnières	1 0
6. Distribution temporelle	1 1
Chapitre 02 : Caractéristiques de la végétation des parcours sahariens	1 4
1. L'adaptation des plantes sahariennes à la vie dans la Sahara	1 4
2. L'adaptation à la sécheresse	1 4
2.1. Les végétaux temporaires	1 4
2.2. Les végétaux permanents	1 5
3. L'adaptation physique	1 5
4. L'adaptation physiologique	1 6
4.1. La dormance	1 6
4.2. La dormance physiologique	1 6
4.3. La germination.....	1 7
4.4. Longévité	1 7
5. Adaptation morphologique	1 8
5.1. Accroissement très important des systèmes racinaire	1 8
5.2. Les annuelles	1 9
5.3. Respiration du sol	2 0
5.4. Réduction de la surface d'évaporation	2 0
5.5. Réduction de la vitesse d'évaporation	2 1
5.6. Accumulation de l'eau dans les tissus	2 1
5.7. Eviter la sécheresse	2 3

5.8. Chercher l'eau	2 3
5.9. L'emmagasinement de l'eau dans les tissus	2 3
5.10. Perdre le moins d'eau possible.....	2 4
5.11. L'adaptation à la forte salinité	2 5
5.12. Survivre dans le désert	2 6
6. Adaptation anatomique	2 6
6.1. Aperçu anatomique	2 6
6.1.1. Les feuilles et les épines	2 6
6.1.2. La distribution et l'arrangement des stomates	2 7
6.1.3. Le tronc	2 7
6.1.4. Les racines	2 7
Conclusion	3 0

Introduction

Introduction

Le Sahara est le plus grand des déserts mais également le plus extrême, c'est à dire celui dans lequel les conditions désertiques atteignent leur plus grand degré. Elles sont dues tout d'abord à la situation en altitude, au niveau du tropique, ce qui entraîne de fortes températures, et au régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs (**OZENDA, 1977**).

Malgré les conditions désertiques très rudes, il existe un couvert floristique caractéristique bien adapté aux contraintes abiotiques de cet écosystème. Ces conditions extrêmes font que le maigre couvert végétal qui subsiste, développe des stratégies d'adaptation, lui permettant d'exploiter au maximum les moindres conditions climatiques favorables à sa prolifération. A cet effet, il existe deux catégories de plantes. (**CHEHMA, 2005**):

(1) Les plantes éphémères qui n'apparaissent que pendant de très courtes périodes, lorsque les conditions climatiques soient favorables. Malgré leur richesse floristique et leur bonne valeur nutritive, la vie capricieuse et la dépendance directe de la pluviosité de cette catégorie de plantes fait que leur disponibilité reste très faible et très irrégulière.

(2); Les plantes vivaces qui sont capables de supporter les périodes de sécheresse prolongées et y subsistent pendant toute l'année. Elles représentent la seule ressource permanente quantitativement appréciable des parcours sahariens. Néanmoins, leur stratégie d'adaptation leur affecte une composition chimique reflétant les conditions de leur environnement désertique. Elles sont globalement caractérisées par une richesse en composés pariétaux et en cellulose brute et une faiblesse générale en matière azotée totale et en tanins, avec une grande variabilité entre espèces liée principalement à leurs écotypes et leurs conditions édaphiques.

D'un autre côté, les variations climatiques saisonnières affectent leur composition chimique, dans le sens où les MAT et les tanins sont plus élevés au printemps sous l'effet de l'augmentation du rapport feuilles/tige et les composés pariétaux et la cellulose atteindront leur maximum sous l'effet des fortes températures et la sécheresse de l'été.

Du fait même de son adaptation à un climat rigoureux et variable, la flore des milieux arides peut être extrêmement diverse. De nombreuses espèces végétales des zones arides sont endémiques et limitées à des habitats particuliers. Certaines sont de reliques de périodes anciennes, plus humides ou plus sèches, et survivent dans des localités particulières ou des refuges (par exemple les montagnes du Sahara) (**UICN, 2004**)

La végétation des zones arides, et particulièrement celle du Sahara est très clairsemée, à aspect en général nu et désolé, les arbres sont aussi rares que dispersés et les herbes n'y apparaissent que

pendant une période très brève de l'année, quand les conditions deviennent favorables (**SCHIFFERS, 1971**). La flore saharienne, apparaît comme très pauvre si l'on compare le petit nombre d'espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre (**OZENDA, 1991**). Par contre, on signale que le nombre de genre est relativement élevé, car il est fréquent qu'un genre est représenté par une seule espèce (**HETZ, 1970**).

La végétation devant s'adapter au milieu pour survivre et la pénurie d'eau étant le facteur limitant plus important, les plantes sahariennes présentent des modifications morphologiques qui leur permettent de supporter l'insuffisance d'humidité et les longues périodes de sécheresse (**FAYE, 1997**)

Du fait même de son adaptation à un climat rigoureux et variable, la flore des milieux arides peut être extrêmement diverse. De nombreuses espèces végétales des zones arides sont endémiques et limitées à des habitats particuliers. Certaines sont de reliques de périodes anciennes, plus humides ou plus sèches, et survivent dans des localités particulières ou des refuges (par exemple les montagnes du Sahara) (**UICN, 2004**)

BARBERO et QUEZEL ont caractérisé bio climatiquement la végétation forestière sur le pourtour méditerranéen. Ils abordent la notion d'étage de végétation en tenant compte des facteurs climatiques majeurs et en particulier la température moyenne annuelle et qui permet de traduire par ses variations les successions globales altitudinales et latitudinales de la végétation. Les auteurs signalent les variations secondaires qui se produisent en fonction de l'augmentation de la xéricité qui induisent le passage aux forêts pré-steppiques.

Le présent travail vise à connaître et la mise en évidence des caractéristiques de la végétation, qui poussent dans les parcours sahariens

Chapitre I

Caractéristiques des parcours sahariens

1. Le climat :

Les caractères du climat saharien sont dus, tout d'abord, à la situation en latitude, au niveau du tropique, ce qui entraîne de fortes températures, et au régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs. Ce climat est caractérisé notamment par la faiblesse et l'irrégularité des précipitations, une luminosité intense, une forte évaporation et de grands écarts de température, **(OZENDA, 1991)**

Les précipitations ont pratiquement toujours lieu sous forme de pluies. Elles sont caractérisées par leur faible importance quantitative et les pluies torrentielles sont rares. Elles sont liées aux perturbations soudano-sahariennes ou sahariennes, **(DUBIEF, 1963)**. Cette insuffisance de pluies sahariennes est accompagnée d'une irrégularité très marquée du régime pluviométrique et d'une variabilité inter annuelle considérable, ce qui accentue la sécheresse, **(OZENDA, 1991)**.

Les températures moyennes annuelles sont élevées, avec des maxima absolus pouvant atteindre et dépasser 50 °C, et des minima de janvier variant de 2 à 9 °C **(LE HOUEROU, 1990)**. La température du sol en surface peut dépasser 70 °C. Cependant, en profondeur, les températures vont diminuer rapidement et s'équilibrer. Il ne peut geler, normalement, que dans la partie Nord du Sahara et bien entendu sur les montagnes **(MONOD, 1992)**.

A cause de la faible nébulosité de l'atmosphère, la quantité de lumière solaire est relativement forte, ce qui a un effet desséchant en augmentant la température **(OZENDA, 1991)**.

Les durées d'insolation sont évidemment très importantes au Sahara (de 9 à 10 heures par jour) ce désert est avant tout le pays du soleil **(DUBIEF, 1959)**.

Le climat saharien est caractérisé notamment par la faiblesse et l'irrégularité des Précipitations, une luminosité intense, une forte évaporation et de grands écarts de température. **(CHEHMA 2005)**.

Les adaptations des végétaux aux conditions extrêmes du milieu :

Une adaptation peut être considérée comme « le résultat » de la mise en œuvre des processus morphologiques et physiologiques (surtout) afin de permettre la survie d'une plante dans un milieu écologiquement marqué. Elle permet à la plante d'utiliser mieux les quantités de lumière, matières nutritives, d'eau offertes par le milieu extérieur : c'est aussi qui la protège contre les facteurs défavorables, comme les extrêmes températures ou de sécheresse ou des parasites **(DIVINEAUD, 1980 ; MERRMANN et WUNSCH, 1998)**.

2. Le sol :

Les sols sahariens sont réputés pour être, dans leur ensemble, pauvres en matière organique (M.O) et en éléments minéraux indispensables aux végétaux. La teneur en M.O de ces sols est souvent inférieure à 0,1 % (**DURANT 1954, 1959, DUTIL, 1971, ROGNON 1994, DAOUD et HALITIM, 1994, HALILAT, 1998**). Cette faible teneur résulte de la rareté de la végétation et de la faible biomasse.

La qualité physique, chimique et biologique des sols sahariens posent à la fois des problèmes d'ordre agronomiques (aptitude culturale faible) et environnementaux (érosion et ruissellement de surface).

Ces sols présentent une grande hétérogénéité et ils diffèrent entre eux par leur texture, leur morphologie, leur mode d'évolution pédogénétique et par leur niveau et mode de salinisation (**HALITIM, 1988**).

3. Caractéristiques floristiques

En dépit de la dureté des conditions auxquelles sont soumis les êtres qui vivent dans le milieu désertique, les espaces complètement dépourvus de vie, ou espaces abiotiques sont relativement restreints. En dehors de ces espaces particuliers, la végétation existe, mais son importance est fonction directe de la quantité d'eau disponible. Le problème d'adaptation au climat désertique est donc en premier lieu celui de la subsistance pendant ces longues périodes sèches (**CHEHMA, 2005**). Cette fin unique est obtenue par des moyens extrêmement variés. Une partie des plantes raccourcissent leur cycle de développement de manière à supprimer toutes leurs parties aériennes pendant la période de sécheresse, qu'elles traversent alors, soit sous forme de graines, soit sous forme d'organes souterrains tels les bulbes et les rhizomes. D'autres au contraire maintiennent leurs parties aériennes mais présentent un ensemble de dispositifs anatomiques qui ont pour effet de leur assurer une meilleure alimentation en eau et de diminuer leurs pertes par évaporation, (**OZENDA, 1991**)

Selon leur mode d'adaptation à la sécheresse des plantes sahariennes peuvent être divisées en deux catégories:

3-1. Plantes éphémères

Appelées encore "achebs", n'apparaissant qu'après la période des pluies et effectuant tout leur cycle végétatif avant que le sol ne soit desséché. La longueur de ce cycle est très variable d'une espèce à une autre et dure généralement de un à quatre mois (**OZENDA, 1991 et CHEHMA, 2005**).

Ce sont des thérophytes dont les graines ont une dormance durable et un pouvoir germinatif qui peut être conservé pendant longtemps, (**FAYE, 1997**)



Fig. 01 : *Aizoocanariense* L



Fig. 02 : *Atriplexdimorphotegia* Kar. & Kir.

3.2- Plantes permanentes ou vivaces,

L'adaptation met ici en jeu, à côté de phénomènes physiologiques encore mal connus, un ensemble d'adaptation morphologique et anatomique qui consistent surtout en un accroissement du système absorbant et une réduction de la surface évaporant. Elles ont la capacité de survivre en vie ralentie durant de longues périodes et sont dotées de mécanismes d'adsorption racinaire et de rétention d'eau performants, (**OZENDA, 1991 et FAYE, 1997**).

Ce type de végétation est moins sujet aux variations saisonnières (**GAUTHIER-PILTERS, 1969**), il constitue les seuls parcours camelins toujours disponibles même en été (**CHEHMA, 1987 LONGO et al, 1988**).

La végétation des zones arides, en particulier celle du Sahara, est très clairsemée, à aspect en général nu et désolé, les arbres sont aussi rares que dispersés et les herbes n'y apparaissent que pendant une période très brève de l'année, quand les conditions deviennent favorables (**UNESCO, 1960**). Au Sahara, comme partout ailleurs, la végétation est le plus fidèle témoin du climat (**GARDI, 1973**). Par conséquent l'absence de végétation sur de grandes étendues est le caractère le plus simple du paysage saharien, le tapis végétal est discontinu et très irrégulier, les plantes utilisent surtout les emplacements où le ravitaillement en eau se trouve un peu moins défavorable qu'ailleurs (**OZENDA, 1991**). Ce sont souvent des plantes de petite taille, à système racinaire puissant, munies

de dispositifs permettant de limiter l'évapotranspiration (feuilles réduites, aciculaires, vernissées ou grasses), (FAYE, 1997).

Les seules plantes qui subsistent sont des plantes vivaces, capables de supporter les périodes de sécheresse prolongée. Et des plantes annuelles qui germent, seulement immédiatement après la pluie. Ce sont des espèces éphémères capables de croître et de fleurir rapidement, recouvrant le sol pour de courtes périodes (MaCKENZIE *et al.*, 2000)

Les arbres sont rares (SCHIFFERS, 1971) ou bien ils se cantonnent, comme Tamarix aphylla et Acacia radiana dans les bas-fonds et les lits d'Oueds. En somme, la végétation se réduit à une strate basse, tantôt dispersée, tantôt rassemblée le long des Oueds, mais toujours lâche et peu variée (CAPOT et REY, 1952).



Fig. 03 : *Rhustripartitus R*



Fig. 04 : *peganum harmala L*

Tableau 01: Espèces inventoriées suivant les différentes catégories biologiques (vivaces et éphémères)

<i>Espèces vivaces</i>	<i>Espèces éphémères</i>	
<i>Acacia radiana</i>	<i>Agatophora alopecuroides</i>	<i>Ferula vesceritensis</i>
<i>Anabasis articulata</i>	<i>Aizoon canariense</i>	<i>Forsskaolea tenacissima</i>
<i>Calligonum comosum</i>	<i>Ammodaucus leucotricus</i>	<i>Halogeton sativus</i>
<i>Cornulaca monacantha</i>	<i>Androcymbium punctatum</i>	<i>Helianthemum lippii</i>
<i>Ephedra alata</i>	<i>Anvillea radiata</i>	<i>Heliotropium ramosissimum</i>
<i>Euphorbia guyoniana</i>	<i>Argyrolobium uniflorum</i>	<i>Ifloga spicata</i>
<i>Genista saharae</i>	<i>Arnebia decumbens</i>	<i>Koelpinia linearis</i>
<i>Limoniastrum guyonianum</i>	<i>Artemisia campestris</i>	<i>Launea glomerata</i>
<i>Oudneya africana</i>	<i>Artemisia herba alba</i>	<i>Launea mucronata</i>
<i>Pergularia tomentosa</i>	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	<i>Limonium sinuatum</i>
<i>Pituranthos chloranthus</i>	<i>Astragalus gombo</i>	<i>Linaria laxiflora</i>
<i>Randonia Africana</i>	<i>Astragalus gyzensis</i>	<i>Malcomia aegyptiaca</i>
<i>Rantherium adpressum</i>	<i>Atractylis delicatula</i>	<i>Malva aegyptiaca</i>
<i>Retama retam</i>	<i>Atractylis serratuloides</i>	<i>Megastoma pusillum</i>
<i>Salsola tetragona</i>	<i>Bubonium graveolens</i>	<i>Diploaxis acris</i>
<i>Stipagrostis pungens</i>	<i>Calendula aegyptiaca</i>	<i>Moltkiopsis ciliata</i>
<i>Sueda fructicosa</i>	<i>Campanula bordesiana</i>	<i>Monsonia heliotropioides</i>
<i>Tamarix aphylla</i>	<i>Catananche arenaria</i>	<i>Monsonia nivea</i>
<i>Tamarix articulata</i>	<i>Centaurea bimorpha</i>	<i>Moricandia arvensis</i>

<i>Thymelea microphylla</i>	<i>Chamomilla pubescens</i>	<i>Neurada procumbens</i>
<i>Traganum nudatum</i>	<i>Chrysanthemum</i>	<i>Ononis angustissima</i>
<i>Zilla spinosa</i>	<i>macrocarpum</i>	<i>Pancreatium saharae</i>
<i>Zizyphus lotus</i>	<i>Cistanche tinctoria</i>	<i>Peganum harmala</i>
<i>Zygophyllum album</i>	<i>Cleome amblyocarpa</i>	<i>Perralderia coronopifolia</i>
	<i>Colocynthis vulgaris</i>	<i>Plantago ciliata</i>
	<i>Convolvulus supinus</i>	<i>Psoralea plicata</i>
	<i>Cotula cinerae</i>	<i>Pteranthus dichotomus</i>
	<i>Crypsis aculeata</i>	<i>Pulicaria crispa</i>
	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	<i>Ruta tuberculata</i>
	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Salsola baryosma</i>
	<i>Datura stramonium</i>	<i>Salsola longifolia</i>
	<i>Dipcadi serotinum</i>	<i>Salsola vermiculata</i>
	<i>Diploaxis acris</i>	<i>Salvia aegyptiaca</i>
	<i>Diploaxis harra</i>	<i>Samolus valerandi</i>
	<i>Echinops spinosus</i>	<i>Savignya longistyla</i>
	<i>Echium humile</i>	<i>Solanum nigrum</i>
	<i>Emex spinosa</i>	<i>Spitzelia coronopifolia</i>
	<i>Eremobium longisiliquum</i>	<i>Stipagrostis ciliata</i>
	<i>Farsetia occidentalis</i>	<i>Stipagrostis obtusa</i>
	<i>Erodium garamantum</i>	<i>Stipagrostis obtusa</i>
	<i>Erodium triangulare</i>	<i>Stipagrostis plumosa</i>
	<i>Euphorbia cornuta</i>	<i>Trichodesma africanum</i>
	<i>Fagonia glutinosa</i>	<i>Trigonella anguina</i>
		<i>Urginea noctiflora</i>

(CHEHMA, 2005)

4. Les groupements végétaux

4.1. Les dunes et sol ensablés

Caractérisés par la dominance d'une Graminée, *Aristida pungens*, à rhizomes traçant et rappelant l'Oyat des dunes d'Europe, accompagnée de buissons d'*Ephedra* et de divers Genets (*Genista*, *retama*). (OZENDA, 1982). Sur les sables les groupements psammophiles sont dominés par une graminée, le drinn (*Aristida pungens*) à rhizome traçant. Des buissons d'ephydra (un gymnosperme des sables) et divers genêts (*Retama* et *Genesia*) y sont associés (OZENDA, 1982, MICHEL, 1999).

4.2. Les plateaux rocheux (hamada)

C'est la formation qui couvre les surfaces les plus importantes. La surface de ces plateaux est ordinairement très pauvre, sauf dans les dépressions où s'accumulent les apports éoliens et l'eau ; les gorges et les falaises sont par ailleurs relativement riches et hébergent de nombreuses endémiques (OZENDA, 1982). Seules s'accommodent de cette situation une graminée (genre *Aristida*) et quelques chénopodiées (ELHAI, 1982).

4.3. Les regs et les sols argileux

On appelle «reg» un sol dont le vent a emporté les particules les plus fines, laissant alors une couche de cailloux ou de graviers inaptes à retenir l'eau. Les regs sont les sols qui portent la végétation la plus pauvre, souvent absolument nulle comme au Tanezrouft par exemple ; ils partagent cette pauvreté avec les sols argileux qui, eux, retiennent l'eau mais si énergiquement qu'ils ne la cèdent pas à la végétation.

4.4. Les dépressions

Sont peuplées de *Juncus maritimus*, *Schoenus nigracans*, phragmites communs....etc. (POGET, 1980). On peut distinguer d'une part les dépressions fermées. Dont les plus petites sont les dayas caractérisées par une association. à Pistachier de l'Atlas et à Jujubier et dont les plus grandes peuvent former d'immenses bassins dont le sol est fréquemment salé et, d'autre part, les lits d'oueds et les vallées dont les alluvions temporairement inondées portent des arbres ; c'est dans les vallées et dépressions que se trouve la presque totalité de la vingtaine d'espèces d'arbres que comporte la flore du Sahara, et parmi lesquels dominent les Acacias et les Tamaris. Le groupement le plus caractéristique est une «savane» formée par diverses espèces d'*Acacia* sur une strate herbacée dominée par la graminée *Panicum turgidum*.

4.5. Sols salés

Ils sont caractérisés, comme dans les climats tempérés, par des associations spéciales ; la résistance de plusieurs espèces de Tamaris à la salure leur permet pénétrer dans ces groupements.

4.6. Groupements hygrophiles

Ils comprennent des groupements aquatiques (mares permanentes ou temporaires), fontinaux (suintements, bords des canaux d'irrigation), palustres ; en dépit de leur faible surface, ils sont intéressants car leur flore est riche et contient notamment d'importants éléments tempérés ou cosmopolites ; la présence d'associations de marécages au cœur du Sahara, avec les Roseaux et les Juncus des pays tempérés, est remarquable. (OZENDA, 1982)

4.7. Groupements subdésertiques

Les régions subdésertiques marginales possèdent des groupements végétaux spéciaux, enrichis suivent leur position en éléments méditerranéens, soudanais, macaronésiens ou orientaux ; ils passent progressivement aux steppes ou aux savanes.

Un cas particulièrement intéressant est celui des hauts massifs (Hoggar, Tassili, Tibesti) dans lesquels on peut distinguer à partir d'une certaine altitude, au-dessus de 1 800m environ, un étage steppique dont les groupements rappellent ceux des hauts plateaux maghrébins et dont le caractère le plus intéressant est la présence de genres méditerranéens inconnus dans le reste du Sahara, *Myrtus*, *Olea*, *Lavandula*, représentés il est vrai par des espèces endémiques, et de représentants tropicaux même hygrophiles (Fougères au Tibesti). Ces plantes non adaptées au climat désertique survivent à la faveur d'un climat plus frais et légèrement plus humide par suite de l'altitude ; immigrées des époques pluviales, chassées du Sahara par les interpluviaux, sauf lorsqu'elles ont pu survivre dans les stations-refuges des montagnes, elles rappellent le cas des espèces arctico-alpines réfugiées dans les montagnes d'Europe après les glaciations. (OZENDA, 1982)

5. Effet des variations climatiques saisonnières

L'effet des variations climatiques saisonnières sur la composante floristique se traduit différemment suivant les deux catégories biologiques (éphémères et vivaces).

Pour les espèces éphémères, cette variation se traduit par leur présence ou absence suivant les périodes de l'année. Les travaux de CHEHMA *et al* (2005) et CHEHMA et YUCEF, (2009), ont montré que la plus grande partie de ces espèces est présente au printemps (73 %) et en Hiver (30%), tandis qu'on a enregistré des taux de présence faibles pour l'automne (12%) et pour l'été (9%). Cette variation quantitative est étroitement liée aux variations climatiques saisonnières des zones sahariennes qui sont caractérisées par une pluviométrie très faible accentuée par une très grande irrégularité temporelle (intra et inter annuelle) (THIERRIOT et MATARI, 1998)

Pour les espèces vivaces, même si leur mode d'adaptation leur permet d'être présentes durant toute l'année, les variations climatiques saisonnières se traduisent par des variations enregistrées pour les paramètres quantitatifs (densités, recouvrement...) se répercutant directement sur les quantités de phytomasse produites par ces espèces.

A cet effet, CHEHMA *et al* (2005) et CHEHMA et YUCEF, (2009), ont montré qu'il y a une certaine variation saisonnière, dans le sens où les plus grandes valeurs de recouvrement et celles des productions sont enregistrées au printemps et en été avec une moyenne avoisinant les 1200 kg de

MS / ha et la plus faible pour l'hiver avec moins de 840 kg de MS / ha. Cette variation saisonnière confirme les travaux de **LE HOUEROU** et **SAADANI, (1987)** et de **CHEHMA et al, (2008)**.

Cette variation est directement liée aux caractéristiques du cycle floristique et au mode d'adaptation des espèces vivaces désertiques (**OZENDA, 1991**), qui développent leur partie aérienne en fonction des conditions climatiques et plus spécialement de l'apport d'humidité et de la faiblesse de l'intensité des vents (**GARDI, 1973**). Le climat du Sahara septentrional algérien est caractérisé par une période pluvieuse irrégulière et s'étalant de la fin de l'automne à la fin du printemps, avec une intensité souvent plus marquée en hiver (**SELTZER, 1946; DUBIEF, 1959 et 1963 ; TOUTAIN, 1979 et ONM, 1991**). A cet effet, les plantes commencent à développer leur partie aérienne en fin hiver (période la plus pluviale) et continuent pendant le printemps et atteignent leur maximum au début de l'été (**CHEHMA 2005**).

6. Distribution temporelle :

Du point de vue temporel, il faut noter que si les espèces vivaces recensées sont présentes durant toute l'année, les achems ne le sont que partiellement. En effet, la saison printanière comporte la grande diversité floristique suivie par l'hiver, l'automne en fin l'été.

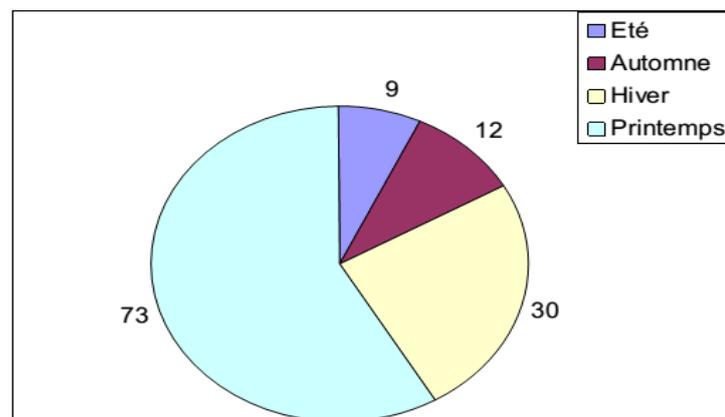


Fig. 05 : répartition saisonnière de taux de présence des espèces éphémères (CHEHMA, 2005)

Cette inégalité dans la répartition saisonnière de ces plantes est directement liée à leur mode d'adaptation à la sécheresse (**OZENDA, 1991**) et à leur dépendance directe des précipitations (**BOUDET et al. ,1983 ; CISSE, 1986; CARRIERE, 1989 et GROUZI, 1992**). En effet, **BARRY et al (1981)** et **MACKENZIE et al, (2000)** rapportent que les Ephémérophytes (acheb) sont fort capricieuses, elles n'occupent que sporadiquement et fugacement le terrain et que seules demeurent constamment les espèces vivaces. (**CHEHMA 2005**)

7. La richesse floristique:

La flore saharienne, avec ses 480 espèces (**MAIRE, 1933**), apparaît comme très pauvre si l'on compare le petit nombre d'espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre (**OZENDA, 1991**). Par contre, on signale que le nombre de genre est relativement élevé, car il est fréquent qu'un genre soit représenté par une seule espèce (**HETZ, 1970**).

La flore du Sahara septentrional est relativement homogène, et les pénétrations méditerranéennes font de cette zone l'une des régions les plus riches du Sahara. L'endémisme y est élevé du fait des vastes espaces impropres à la vie, pour le Sahara septentrional, on dénombre 162 espèces endémiques (**QUEZEL, 1978**).

Chapitre II

Caractéristiques de la végétation

Des parcours

1. L'adaptation des plantes sahariennes à la vie dans la Sahara

L'adaptation des plantes aux duretés des changements climatiques dans les régions arides et la capacité de subsistance des plantes pendant une longue période sèche est obtenue par des moyens extrêmement variés. Et son importance est en fonction avec la quantité d'eau disponible (**OZENDA, 1983**). Une partie des plantes raccourcissent leurs cycles de développement de manière à supprimer toute leur partie aérienne pendant la période de sécheresse, qu'elles traversent alors, soit sous forme de grains, soit sous forme d'organe souterrain tels les bulbes et les rhizomes, d'autres au contraire maintiennent leur partie aérienne mais présentent un ensemble de dispositifs anatomiques qui ont pour effet de leur assurer une meilleure alimentation en eau et de diminuer les pertes par évapotranspiration (**OZENDA, 1992**).

Généralement les adaptations des plantes désertiques portent sur la réduction de la surface foliaire, la diminution de la vitesse d'évaporation, et la constitution de réserve d'eau à l'intérieur des tissus. (**OZENDA, 1977**).

2. L'adaptation à la sécheresse :

La sécheresse est un phénomène météorologique complexe où la pluviosité, la température, l'évaporation, le vent et l'emmagasinement de l'eau dans le sol sont impliqués. Une période de sécheresse est une période où la pluviosité significative induisant un déficit hydrique substantiel, soit dans le sol soit dans l'atmosphère affectant la bonne croissance de la végétation (**GAUSSENT et REGNON, 1995**).

L'adaptation à la sécheresse peut se présenter sous différentes manières

2.1. Les végétaux temporaires :

Les plantes annuelles désignées comme éphémères et qui accomplissent leur cycle végétatif en quelques semaines ou quelques mois après une pluie suffisante à déclencher la germination (**BOUGHDIRI, 2000 ; DALAGE et METAILIE, 2000, MAKENZI et al, 2000**). Les graines une fois formées, après la fructification, la plante se dessèche.

Les graines attendant la pluie suivante pour germer. Les graines de ces plantes peuvent persister dans le sol durant les longues périodes de sécheresse qui couvrent parfois de nombreuses années (**HELLER, 1976 ; GAUSSENT et REGNON, 1995 ; RAVEN et al, 2000**)

Ces éphémères sont les plus souvent nains ; elles dépassent rarement 30 à 40 cm, et bon nombre d'entre elles n'ont que 1 à 2 cm². Aucun dispositif de limitation de l'évaporation n'est perceptible ;

elles ont la même structure que les plantes des lieux humides ; leur cuticule est mince et flétrissement intervient dès que l'eau a disparu (ELHAI, 1982).

Les mêmes remarques peuvent être s'appliquer à propos des géophytes soit bulbeuses, rhizomateurs, dont le développement est rapide (ORIA, 1969 ; OZENDA, 1982).

2.2. Les végétaux permanents :

Les végétaux permanents (résistants) des régions désertiques adaptés à la sécheresse sont dits xérophytes (MITCHELL et MALLIS, 1977; RAMAD, 1998 ; DALAGE et METAILIE, 2000 ; MAAROUF, 2000). Ils montrent des adaptations anatomiques et morphologiques plus nettes.

3. L'adaptation physique :

Il existe dans la nature trois types de plantes (du point de vue physiologiques, anatomiques et morphologique) qui sont les plantes C3, C4 et CAM (Crassulacée acide métabolisme), ces deux derniers sont des espèces typiques du désert (qui sont très adaptés au climat sec).

Du point de vue physiologique, il existe différents modes de fixation du CO₂ chez les plantes, au cours de la photosynthèse. Ces mécanismes diffèrent par l'efficacité de cette étape de carboxylation. Le type de la voie photosynthétique d'une plante est déterminé par le nombre d'atomes de carbone de la première molécule organique formée lors de la fixation du CO₂. (SAGE, 2004 ; MUHAIDAT et al. 2007).

Selon (BINET et BRUNEL, 1988) la forme générale indique que la photosynthèse réagit aux variations de la température, à peu près comme la respiration et la plus part des phénomènes biologiques.

Les plantes en C4 qui se trouvent dans les régions chaudes où la fourniture d'eau peut devenir un facteur limitant, dans la voie du type C4, le CO₂ forme un acide à quatre molécules de carbone (et non à trois molécules de carbone) et deux types de cellules sont impliquées ; cellules allongées et cellules cubiques (MUHAIDAT et al. 2007 ; SU et al, 2007).

Selon (SAGE, 2004). Le fonctionnement photosynthétique des plantes en C4 semble être une bonne adaptation à la sécheresse. En effet, du fait qu'elles sont bien exposées à la lumière par leur situation au niveau du rameau les cellules de la première assise du parenchyme assimilateur réalisent activement la fixation du CO₂. Le cycle de Calvin et la synthèse de glucides se produisent en profondeur (à l'abri de la chaleur) et au voisinage des vaisseaux, ce qui implique un approvisionnement plus facile en eau et une évacuation plus rapide des glucides (HELLER et al. 1989 ; SMAIL- SAADOUN, 2005).

Le calcium joue un rôle très important chez les plantes au milieu sec, il assure la rigidité des parois cellulaires (CALLOT *et al* ,1982) et (GOBAT *et al* 2003).

Concernant le potassium on a trouvés des teneurs très faibles ces dernier est en parallèle aux travaux de HOUARI, (2006) et SLIMANI, (2008). Le potassium présente un rôle important dans la régulation hydrique (il accélérât les réponses d'ouverture et fermeture des stomates) aussi il est nécessaire à la synthèse des protéines et à la synthèse et de transport des glucides, il favorise la photosynthèse (LAFON *et al* . ,1985).

Selon SOLTNER (2003), le sodium et le chlore ces deux éléments ne sont pas forcément nécessaires chez tous les végétaux. Agissent en très faible quantité, mais se trouvent en quantité plus important chez les halophytes (ECHORN, 2000) ils sont aussi des éléments constitutifs des enzymes. (Ils peuvent avoir d'autre rôle qu'il n'effectue pas chez les plantes saharienne), SOLTNER (2003).comme ils peuvent avoir d'autres rôles dans les plantes sahariennes et dont les chercheurs n'arrivent pas encore à éclaircir.

4. L'adaptation physiologique :

4.1. La dormance

Au cours de leur développement sur la plante-mère, les graines « orthodoxes » acquièrent la capacité à germer et en parallèle peuvent développer un blocage physiologique transitoire de la germination appelé dormance. (KOORNNEEF *et al*, 2002). En fonction de l'espèce considérée, voire même au sein de variétés différentes d'une même espèce, les graines expriment un état de dormance plus ou moins profond. Ainsi, les graines dormantes ne germent pas malgré des conditions de température et d'humidité apparemment favorables.

La dormance trouve son origine dans l'embryon de la graine (dormance embryonnaire ou dormance physiologique) ou dans les enveloppes (dormance tégumentaire ou dormance physique) et se traduit par un étalement important de la germination (FINCH-SAVAGE, LEUBNER-METZGER ,2006).

4.2. La dormance physiologique

La dormance physiologique est fortement dépendante de facteurs génétiques (Li B, Foley ME ,1997).La sélection de mutants et la caractérisation moléculaire des gènes correspondants ont conduit à une étude approfondie du rôle stratégique de certaines hormones végétales dans le contrôle de ce mécanisme (HILHORST HWM, KARSSSEN ,1992; CADMAN *et al* ,2006). En effet, la dormance physiologique est généralement considérée comme la résultante d'une interaction antagoniste entre deux types d'hormones : l'acide abscissique (ABA) qui induit et maintient la dormance et les gibbérellines (GAs) qui stimulent la germination. Les graines dormantes sont

caractérisées par une teneur élevée en ABA (**ALI-RACHEDI et al ,2004; KUCERA et al ,2005; STEFFENS et al ,2006**).

4.3. La germination

Les graines non-dormantes sont par définition aptes à germer lorsque les conditions de l'environnement sont favorables. La germination débute lors de la réhydratation de la graine mature sèche et s'achève à la sortie de la radicule (**BEWLEYJD ,1997**). Au sens strict du terme, elle se décompose en deux phases distinctes (**BOVE et al, 2001**).

La phase I correspond à la prise d'eau par la graine et à la restauration d'une intense activité métabolique. Les premières heures suivant l'imbibition voient une activation de la respiration et le début du métabolisme des acides aminés. Certains gènes sont réactivés, ce qui entraîne la synthèse de néo transcrits et la réactivation de la synthèse protéique. Toutefois, il a été montré que la reprise de la transcription n'est pas essentielle à la germination alors que la traduction de nouvelles protéines est indispensable (**RAJJOU et al, 2004**).

La phase II correspond à une phase de croissance avec une accumulation de solutés osmotiques et une acidification des parois cellulaires entraînant une élongation des organes axiaux de l'embryon et aboutissant à l'émergence de la radicule. Afin de contrebalancer l'effet inhibiteur de l'ABA sur la germination, après l'imbibition, la graine va synthétiser des gibbérellines (**HEDDEN, PHILLIPS ,2000**). Les gibbérellines (GAs) sont impliquées dans de très nombreux mécanismes du développement des plantes en stimulant notamment la division et l'élongation cellulaire. De nombreuses observations montrent que les gibbérellines sont indispensables à la germination des graines. Des graines issues de plantes mutantes GA-déficientes, sont incapables de germer sans l'apport de GA exogène (**GROOTSPC, KARSSSEN ,1987**). Il a également été montré que la germination pouvait être bloquée par le paclobutrazol. Cette molécule inhibe la voie de biosynthèse des gibbérellines en bloquant l'activité de l'ent-kaurène oxydase qui est une enzyme clé de la biosynthèse des gibbérellines. En bloquant son activité, il n'y a plus de production de GA dans les graines et celles-ci perdent alors la capacité à germer. (Référence)

4.4. Longévité

Chaque organisme vivant a une durée de vie qui lui est propre ce qui pousse à penser qu'il y a dans la longévité d'un individu une part héréditaire importante. Les graines n'échappent pas à cette règle. Des études récentes ont montré que la vitesse du vieillissement était en partie sous contrôle génétique et que la durée de vie d'un individu pouvait être modulée en modifiant l'expression des gènes (**KENYON ,2001**). Dans le cas des graines, avant de conduire de façon irréparable à la mort cellulaire, l'accumulation d'une succession de dégâts des structures biologiques au cours du

stockage affecte progressivement la vigueur germinative. Ces phénomènes de détérioration se produisent même dans des conditions idéales de conservation. La durée de vie d'une graine est déterminée par son potentiel génétique et physiologique de conservation et par les conditions environnementales qu'elle rencontre lors de son stockage. La graine apparaît être un modèle approprié pour étudier la biologie du vieillissement. En effet, certaines graines présentent une longévité exceptionnelle. Des graines multi-centenaires de balisier (*Canna compacta*) et lotus sacré (*Nelumbo nucifera*), ont été retrouvées viables ce qui constitue les exemples les plus marquants de longévité pour des organismes eucaryotes pluricellulaires (LERMAN et al,1995). Des travaux très récents, démontrent qu'il existe des inégalités et une très grande hétérogénéité entre les graines des différentes espèces de plantes par rapport à leur capacité de conservation (Walters CT, Wheeler LJ, Grotenhuis JA ,2005b). Au-delà des conditions de stockage, la capacité de conservation des graines dépend de leurs propriétés intrinsèques à protéger l'embryon de par les caractéristiques physiques et chimiques de l'enveloppe (DEBEAUJON et al, 2004). Mais aussi du maintien d'une activité métabolique réduite (BUITINK J et al ,1997). Le maintien de la vigueur germinative au cours du stockage et du vieillissement des graines est conditionné par le maintien de la capacité de l'embryon à éliminer des composés toxiques (e.g. formes réactives de l'oxygène) et à réparer ou à renouveler les constituants cellulaires altérés au cours du temps (BAILLY ,2004; RAJJOU et al, 2007).

5. Adaptation morphologique :

5.1. Accroissement très important des systèmes racinaires :

La croissance principale des racines peut être verticale, horizontale ou les deux et semble dépendre des conditions du site. Certaines plantes possèdent des racines qui s'enfoncent très profondément et puisent l'eau dans la nappe phréatique. Celles de *Prosopis* et *D'Acacia descendentes* à 15m et celles d'arbrisseaux tels qu'*Atriplex halimus* de 18 à 21m de long. A l'opposé, quelques plantes ont un système racinaire très étendu mais superficiel, qui capte le maximum d'eau de pluie car elle s'allonge parfois sur plus d'un kilomètre (MITCHELL et MALLIS, 1977).



Fig. 06 : Racine superficielle d'*Acacia*



Fig. 07 : Manchons de sable agglutinés autour des racines fasciculées d'une *Poacée*.

Ce sont aussi des vivaces, mais dont le système racinaire, moins développé que précédemment, reste cependant puissant (elles appartiennent presque toutes au type des hémicryptophytes).

Leur croissance est plus lente en début de végétation, mais elle se poursuit pendant toute la saison pluvieuse. La biomasse est maximale en fin de saison des pluies, période où elles fleurissent. Les semences sont disséminées en début de saison sèche. Grâce à une croissance régulière, leur production annuelle est importante

5.2. Les annuelles

Les annuelles (ou thérophytes) passent la saison sèche à l'état de graines. Elles ne peuvent germer avant les premières pluies. Ne disposant pas de réserves nutritives autres que celles contenues dans la graine, leur croissance est lente au début de la saison pluvieuse, puis s'accélère quand le système racinaire est bien développé. Elles fleurissent en fin de saison des pluies, puis disséminent rapidement leurs semences. La plante meurt très vite en début de saison sèche. (**Site web 01**)

En abaissant les nappes phréatiques, la sécheresse conduit à la mort progressive des espèces ligneuses dont le système racinaire est trop superficiel. **BOUDET (in BARRY et al. 1983)** a recensé la mortalité des ligneux entre 1976 et 1978. Durant ces vingt dernières années, la sécheresse a entraîné, au moins dans le nord du sahel, la régression des graminées vivaces (**GASTON, 1981**). Mais la sécheresse joue aussi sur les annuelles, sensibles aux aléas climatiques. (**Site web 01**).



Fig. 08 : *Fosskaolea tenacissima* L



Fig. 09 : *Launaeaglomerata*(Cass.) Hook.f

5.3. Respiration du sol :

Les flux émis proviennent de la respiration des racines et de l'activité microbienne. Ces flux sont le reflet du couplage des cycles C/N/H₂O. Les résultats montrent que les flux dépendent non linéairement de l'humidité du sol et cette relation varie dans le temps, en fonction de la croissance racinaire. Ce résultat est confirmé par la relation linéaire significative établie entre la biomasse racinaire des herbacées présentes sous la chambre et le flux mesuré. Cette relation et la grande hétérogénéité spatiale de la distribution des herbacées expliquent en partie la forte variabilité de la respiration du sol, mesurée le long d'un transect dune - inter dune. Les fortes valeurs mesurées témoignent de l'activité intense de ce milieu.

5.4. Réduction de la surface d'évaporation

Elle est obtenue par la diminution de la grandeur et du nombre des feuilles. Beaucoup d'espèces sahariennes présentent des feuilles de petite taille, souvent même réduites à une sorte d'écaille comme dans le genre *Tamaris* ; fréquemment même les feuilles ont complètement disparu. Les plantes prennent alors l'apparence dite « jonciforme » c'est-à-dire qu'elles sont constituées par des rameaux nus ; la chlorophylle se trouve dans l'écorce de ces rameaux eux-mêmes qui sont verts et qui remplacent les feuilles dans le phénomène d'assimilation. Les Genêts, les *Ephedra*, les *Calligonum*, la plupart des *Chénopodiacées*, sont ainsi porteurs des feuilles minuscules ou même sont complètement aphyllés

Parfois les feuilles sont transformées en épines. Enfin certaines plantes présentent des feuilles développées au début de la période active, puis ces feuilles après avoir joué quelque temps leur rôle et il ne s'en formera d'autres que leur d'une nouvelle période humide comme chez les genres *Zilla* et *Zizyphus* ; ce phénomène est comparable à la chute des feuilles en automne dans les pays tempérés, mais au désert c'est la saison sèche qui est la morte-saison. Chez *Anabais articulata*, *Tamarix gallica*, des *Calligonum*, ce sont les rameaux eux-mêmes qui se désarticulent et tombent pendant la saison sèche, et il ne reste plus des parties aériennes que le tronc et les branches principales (OZENDA, 1977)



Fig. 10 : *Haloxylon scoparium* Pomel



Fig. 11 : *Salsola vermiculata*

5.5. Réduction de la vitesse d'évaporation

L'économie que représente la diminution de la surface foliaire est rendue plus efficace encore par des mécanismes ayant pour effet de freiner la transpiration à travers les épidermes. Ceux-ci présentent une cuticule épaisse et sont doublés sur leur face interne par des assises cellulaires sclérifiées, c'est-à-dire à parois épaissies ; les feuilles et les rameaux prennent alors une consistance coriace et les plantes ainsi transformées sont appelées *Sclérophytes*.

Lorsque les feuilles persistent, les stomates peuvent être disposés d'une manière particulière : chez diverses Graminées les feuilles sont enroulées suivant leur longueur en prenant la forme d'un cylindre creux et les stomates se trouvent localisés sur l'épiderme supérieur, celui qui est devenu interne ; chez le Laurier-rose ces mêmes stomates sont placés au fond de cavité appelées cryptes stomatiques et revêtues de poils qui ralentissent les mouvements de l'air. Enfin la forme générale de la plante est modifiée de manière à réduire l'échauffement : les feuilles disposent leurs limbes parallèlement aux rayons solaires et non perpendiculairement comme dans les autres régions, et de plus le végétal prend un aspect en boule ou en coussinnet qui est tout à fait caractéristique dans certains *Fagonia* et atteint son maximum dans le cas du *Fredolia aretioides*. (OZENDA, 1977).

5.6. Accumulation de l'eau dans les tissus

La mise en réserve de l'eau donne naissance aux plantes grasses, mais ce type biologique si caractéristique des déserts américains est relativement exceptionnel au Sahara. Contrairement à une erreur courante, aucune Cactée n'est originaire de l'Ancien Monde et le Figuier lui-même a été importé du Mexique ; les plantes grasses, encore appelée plantes succulentes, ne sont guère représentées au Sahara que par quelques espèces (dont un *Aizoon*) qui accumulent l'eau dans leurs feuilles, quelques *Mesembryanthemum* qui sont succulent à la fois par leurs tiges et leurs feuilles et enfin un *Senecion*, une *Euphorobe* et deux *Caralluma* à tiges épaissies (OZENDA, 1977). Il est curieux de constater que les processus mis en œuvre par les végétaux sahariens pour supporter la saison sèche sont assez semblables à ceux qui permettent aux plantes des régions tempérées de

traverser l'hiver. (OZENDA, 1977). On a distingué en Europe des formes biologiques qui correspondent à la présence de période froide et en particulier à la présence de la neige : les uns, appelés *Phanérophytes* conservent toutes leurs parties aériennes ou ne perdent que les feuilles, ce sont les arbres et les arbustes ; d'autres perdent tous leurs rameaux aériens et ne laissent que des bourgeons au ras du sol, on les appelle *Hémicryptophytes* ; souvent la plante ne subsiste que par un rhizome ou un bulles souterrain, elle est alors appelée *Cryptophyte* ou *Géophytes* ; enfin les plantes annuelles passent l'hiver à l'état de graines, ce sont les *Thérophytes*. Nous avons vu ci-dessus l'existence de ces graines types dans la flore saharienne. On a pu définir au Sahara, comme on le fait dans les pays tempérés, un spectre biologique de la flore qui indique la proportion des divers types biologiques dans le nombre total d'espèces d'une région déterminée (OZENDA, 1977). Il ne faut pas cependant vouloir pousser trop loin cette comparaison qui risquerait de devenir purement formelle.

Il faut remarque que les types d'adaptations sont généralement répartis d'une manière qui est indépendante de la classification. On peut trouver des adaptations très différentes dans une même famille, voire dans un même genre : il y a par exemple au Sahara des Liserons qui sont des éphémérophytes et d'autre qui sont des buissons épineux.

Remarque aussi que les arbres sont loin d'être absents de la flore saharienne et que l'on compte au Sahara septentrional et centrale au moins une vingtaine d'espèces franchement albescentes, pouvents atteindre pour la plupart une taille comparable à celle des arbres des pays tempérées :

Tableau n 02 : quelques arbres et arbustes du sahara

<i>E phedra alata</i>	<i>Cassia lanceolata</i>
<i>C. obovata</i>	<i>Cupressus Dupreziana</i>
<i>Balantites aegyptiaca</i>	<i>Phoenix dactylifera</i>
<i>Hyphaene thebaica</i>	<i>Pistacia atlantica</i>
<i>Populus euohratica</i>	<i>Ficus salicifolia</i>
<i>Acacia Raddiana</i>	<i>Maerua carssifolia</i>
<i>Calotropis procera</i>	<i>Periploca laevigata</i>
<i>Salvadora persica</i>	<i>A.seya l</i>
<i>A.arabica</i>	<i>Olea Laperrini</i>
<i>A.albaida</i>	<i>Tamarix (6 à 10 espèce suivant les auteurs</i>

Auxquels il faut ajouter da nombreux arbustes susceptibles d'attierder une taille importante (*calligonum*, *Retama*, *Cocculus*, *Zizyphus*, *Rhus*, *Grewia*, *Myrtus*, *N erium*, *Leptadenia* et enfinne diverses *Chénopodiacées* : *Cornulaca*, *Haloxylon*, *Traganum*).

5.7. Eviter la sécheresse

Environ la moitié des plantes qui vivent dans les régions arides sont des annuelles; elles germent, se développent et fleurissent en un court laps de temps après une pluie. Elles évitent les périodes sèches sous forme de graines qui dorment dans le sol. Ces annuelles sont responsables du phénomène des déserts en fleurs. Peu après les pluies. Les annuelles présentent peu d'adaptations : elles ont un enracinement superficiel et sont dépourvues d'organes spécifiques capables d'accumuler l'eau. Elles accomplissent leur cycle de vie avec une rapidité étonnante, certaines le font en moins de 30 jours. Lorsque les graines sont dispersées, celles-ci peuvent rester viables pendant de nombreuses années et elles ne germent pas toutes en même temps. **(Site web 01).**

5.8. Chercher l'eau

Certaines plantes des déserts ont un enracinement profond qui leur permet d'atteindre l'eau. Des exemples sont fournis par différentes espèces d'Acacia, dont *Acacia karroo*. On rencontre souvent ces espèces le long des lits des rivières temporaires, là où la nappe phréatique est moins profonde. D'autres plantes comme les cactus ont un réseau très étendu de racines situées juste sous la surface du sol. Ceci leur permet d'absorber l'eau immédiatement dès qu'elle est disponible. Pendant les saisons sèches, la plupart de ces racines superficielles meurent. Dans les déserts côtiers, on rencontre des plantes qui absorbent l'eau par leurs feuilles. L'exemple le plus étrange est le *Welwitschia mirabilis* du désert du Namib (Afrique). Chez cette espèce apparentée aux conifères, l'eau est absorbée par les stomates des feuilles. Cette plante peut atteindre un âge très avancé (plusieurs siècles) et elle ne forme que deux longues feuilles qui ne cessent de grandir. **(Site web 01)**

5.9. L'emménagement de l'eau dans les tissus :

La succulence qui atteint son apogée évolutif chez les cactacées, diverses crassulacées et chez certaines euphorbes africaines, constitue une autre forme d'adaptation à la sécheresse des végétaux croissants dans les zones désertiques. Elles se caractérisent par l'accumulation d'importance réserve d'eau tissulaire et par une réduction extrême des pertes par transpiration. **(HELLER, 1976 ; RAMADE, 1984; HERRMANN et WUNSCH, 1998).**

Selon **SOLTNER (2001)**, l'eau est indispensable à la plantes comme à tout être vivant, elle assure la rigidité des tissus par sa pression sur les parois cellulose, par conséquent elle contribue au port des végétaux, sans elle ils flétrissent. l'eau ainsi joue un rôle mécanique importante pour le mouvement des divers organes (ouverture des pétales, de feuilles, d'étamines, et des stomates), elle

est considérés comme un milieu cellulaire, un véhicule des substances nutritifs et elle constitue les réactions biochimiques.

5.10. Perdre le moins d'eau possible

Un certain nombre de plantes des déserts présentent des adaptations qui leur permettent de perdre le moins d'eau possible. Certaines ont une cuticule très épaisse et sont couvertes d'une couche de cire. Leurs feuilles sont souvent dures et coriaces. **(Site web 01)**

Par leurs stomates situées dans les feuilles, les plantes perdent beaucoup d'eau, ce qui permet la photosynthèse et assure un certain refroidissement. Chez les plantes des endroits secs, les stomates sont souvent situés dans de profonds sillons. Certaines espèces sont couvertes de poils qui retiennent une couche d'air autour des stomates ce qui limite leur perte en eau. **(Site web 01)**

Chez certaines plantes, dans des situations d'extrême sécheresse, les stomates se ferment et les feuilles s'enroulent afin de limiter les pertes en eau. Peu de plantes des endroits secs ont des feuilles de grande dimension; le plus souvent, les feuilles sont petites et dures. **(Site web 01)**

Certaines espèces perdent leurs feuilles durant la sécheresse et en forment de nouvelles dès l'apparition des pluies. Plusieurs espèces dont les cactus, ne forment pas de feuilles et la photosynthèse est assurée par la tige qui est verte. Les *Fenestraria* vivent quasi complètement immergés dans le sol et ils ne transpirent pour ainsi dire pas. Seuls les sommets transparents des feuilles dépassent légèrement du sol. Ainsi la lumière peut pénétrer profondément dans les tissus des feuilles et la photosynthèse peut avoir lieu sous la terre.

En tout état de cause, le sel qui reste dans la plante est compartimenté d'abord entre les divers organes avec par exemple, des effets régulateurs par transport dans le phloème. Au niveau des cellulaires, les sels étant accumulés dans les vacuoles, il y'a obligatoirement des solutés compensateurs de potentiel hydrique au niveau du hyaloplasme et des chloroplastes **(LECLERC, 1999)**.

En tout état de cause, le sel qui reste dans la plante est compartimenté d'abord entre les divers organes avec par exemple, des effets régulateurs par transport dans le phloème. Au niveau des cellulaires, les sels étant accumulés dans les vacuoles, il y'a obligatoirement des solutés compensateurs de potentiel hydrique au niveau du hyaloplasme et des chloroplastes **(LECLERC, 1999)**.

Les solutés compensateurs peuvent être des acides organiques. Des oses, des dérivés d'oses ou d'acides aminés, quelques fois des ions proches de Cl^- et de Na^+ mais moins agressifs pour les enzymes tel que SO_4^{2-} et K^+ **(LECLERC, 1999)**.

5.11. L'adaptation à la forte salinité

Les végétaux croissants sur des sols sur salés (plantes halophiles) présentent diverses adaptations leur permettant de pallier les concentrations excessives en sels de sodium et autres éléments alcalins ou alcalino-terreux (**HALLER, 1976 ; RAMAD, 1984**).

Diverses espèces appartenant en particulier aux familles des chénopodiacées sont susceptibles de croître dans les sols dont la concentration en sels peut dépasser 10% (**RAMAD, 1984**).

Les adaptations des halophytes sont diverses (**RAVEN et al, 2000**)

Une pompe sodium / potassium semble jouer un rôle majeur chez beaucoup des halophytes en maintenant une faible concentration en sodium à l'intérieur des cellules tout en assurant un approvisionnement suffisant en ions potassium à la plante ;

Chez certaines espèces la pompe fonctionne principalement dans les cellules des racines en pompant le sodium vers le milieu externe et le potassium vers la racine

D'autres halophytes absorbent le sodium par les racines, mais elles l'évacuent en suite ou l'isolent du cytoplasme des cellules vivaces.

Souvent on observe une sécrétion (qui est une excrétion) de sel (principalement le chlorure) au niveau de cellules spécialisées des feuilles (*Tamarix, Limonium...*), le sel peut aussi être accumulé activement dans les poils, qui meurent ensuite, se détachent et sont remplacés par des nouveaux (**LCLERC, 1999**).

En tout état de cause, le sel qui reste dans la plante est compartimenté d'abord entre les divers organes avec par exemple, des effets régulateurs par transport dans le phloème. Au niveau des cellulaires, les sels étant accumulés dans les vacuoles, il y'a obligatoirement des solutés compensateurs de potentiel hydrique au niveau du hyaloplasme et des chloroplastes (**LECLERC, 1999**).

Les solutés compensateurs peuvent être des acides organiques. Des oses, des dérivés d'oses ou d'acides aminés, quelques fois des ions proches de Cl⁻ et de Na⁺ mais moins agressifs pour les enzymes tel que SO₄⁻² et K⁺ (**LECLERC, 1999**).

Selon **MAZILIAK (1974) et HELLER (1976)** la pression osmotique interne des cellules des plantes halophiles est beaucoup plus élevée que la pression osmotique des espèces non halophiles

Les plantes halophiles sont souvent succulentes ce qui indique une convergence évolutive remarquable avec les xérophytes, en vue de la résistance à la dessiccation, dans des stations écologiques très différents (**MAZILIAK, 1994**)

5.12. Survivre dans le désert

Les déserts tropicaux et subtropicaux sont les milieux les plus défavorables aux plantes. Il y pleut à peine (généralement moins de 40 cm par an). Le jour, les températures peuvent grimper jusque 40°C et la nuit, il peut geler. Le sol est rocailleux et pauvre en éléments nutritifs. Et pourtant, nombreuses sont les plantes qui ont su s'adapter à un environnement aussi inhospitalier. Les plantes qui présentent les adaptations les plus marquantes se trouvent dans les déserts chauds. Dans les régions tempérées, on trouve des plantes qui présentent le même type d'adaptations dans les dunes, les prés salés, les rochers les landes ouvertes, donc partout où l'eau disponible pour les plantes est rare. Toutes ces plantes sont désignées par le vocable: plantes des endroits secs (**Site web 01**).

6. Adaptation anatomique :

Pour l'adaptation anatomique, l'épiderme est couvert soit de poils, soit de cires, soit enfin d'une cuticule épaisse et cela, afin de permettre une économie d'eau plus importante. Sous cet épiderme peut s'installer une assise hypodermique afin d'éloigner le parenchyme assimilateur de la surface raméale, ce qui permet de réduire encore plus les pertes d'eau par transpiration. ¹Lorsque l'aridité devient extrême, la quantité d'eau perdue _a travers l'ostiole des stomates peut aussi être réduite par un enfoncement de ces derniers dans de profondes cavités réalisées par une pluristratification de l'épiderme. La structure du parenchyme assimilateur est variable. Il peut être constitué de plusieurs assises de cellules semblables allongées, ou seulement de deux assises, une externe à cellules allongées et une interne à cellules cubiques. Il faut aussi signaler que l'adaptation n'a aucun lien avec les familles botaniques. Le but est l'économie d'eau, quel que soit le niveau évolutif du taxon. Le présent travail n'est qu'une introduction à un grand axe de recherche autour des différents modes d'adaptation (morphologique, physiologique et anatomique) des principales plantes spontanées vivaces dans la région de Ouargla et aussi des relations qui existent entre ces différents modes d'adaptation. (**HOUARI, et al.**).

6.1. Aperçu anatomique :

6.1.1. Les feuilles et les épines :

Les feuilles de l'espèce sont composées, paripennées c'est-à-dire terminées par une paire de folioles opposées, comportant des rachis qui supportent des pinnules et des foliolules. Les folioles sont obtuses, et à cause de leurs structures charnues, ne montrent pas de nervures médianes, conformément aux résultats de **DOMMARGUES et al, (1999)** et **BARKOUDAH et VAN DER SAR (1982)**.

Les épines sont de deux sortes, longues, axillaires droites blanches accompagnées d'épines non axillaires, brunâtres et courbées. C'est une espèce très épineuse, les premières peuvent atteindre plus de 10 cm, elles se disposent par paire. Le deuxième type d'épines regroupe celles stipulaires, arquées ou crochus, d'une couleur brune (OZENDA, 1991), (DOMMERGUES *et al.* 1999). Les longues épines ont pour rôle essentiel de cacher et protéger les petites feuilles de l'espèce contre les facteurs asséchants du milieu extérieur (WARD, 2009)

Les feuilles de l'espèce sont des feuilles amphistomatées c'est-à-dire que les stomates présents sur les deux faces (GROUZIS *et al.* 1990). Toutefois, la face adaxiale est généralement la plus représentative de point de vue nombre.

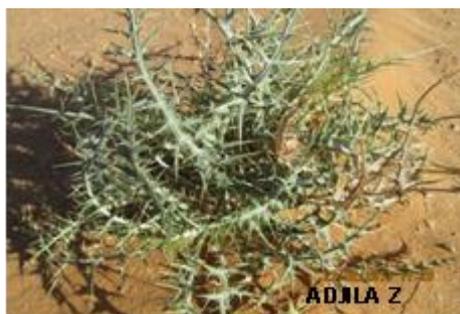


Fig. 12 : *Atractylis delicatula*



Fig. 13 : *Atractylis flava*

6.1.2. La distribution et l'arrangement des stomates

L'accomplissement des échanges gazeux dans les plantes vasculaires ; et la régulation de l'évaporation se font au niveau des stomates. Ils sont constitués de deux cellules de garde et une ouverture anatomique appelé ostiole, qui par ses mouvements d'ouverture et fermeture, permettent les entrées et sorties des gaz et de la vapeur d'eau. La surface moyenne des ostioles est la surface moyenne d'échange stomatique (HOPKINS, 2003).

6.1.3. Le tronc :

Il peut être unique ou double. L'écorce est rugueuse et fissurée, elle est de couleur brune à marron foncé. L'espèce est classée parmi les arbres à moyenne hauteur. Elle est utilisée comme brise vent ou haie vive et notamment comme fixatrice de dunes (DEPOMMIER, 1991), (BENSAID, 1991), (DIAGNE, 2003). Elle est aussi une espèce à gomme (LE FLOC'H *et* GROUZIS, 2003).

6.1.4. Les racines :

Selon BENSALD (1996), le taxon est considéré comme étant le plus xérophile des angiospermes arborescentes, essentiellement par son système racinaire pivotant et très puissant,

puisant l'eau en profondeur allant au-delà de 30 mètres. Le système racinaire de l'*Acacia raddiana* joue un rôle décisif dans le contrôle du niveau d'hydratation interne de l'individu. Cette constatation est évoquée par plusieurs chercheurs qui ont signalé l'activité floristique des populations dans les zones déficitaires, notamment les sites désertiques en saisons sèches où les plantes commencent à fleurir dans ces conditions édapho-climatiques sévères engendrant des déséquilibres entre le potentiel matriciel du sol et la tension de la sève.

Le taxon est caractérisé par une croissance racinaire rapide variant entre 0.15 cm par jour durant la période hivernale et 1.37 cm par jour durant l'automne (**BEN SALEM et al, 2008**).

Les racines latérales primaires constituent des racines à direction principalement horizontale. Elles possèdent une très large extension latérale. Leur direction horizontale permet de définir leur spécialisation par rapport au pivot. Ce type de racine, par leur forme ainsi que leur direction, joue un rôle dans son édification et dans l'exploitation maximale du milieu, se retrouvant ainsi dans les différents horizons du sol. Les racines latérales secondaires, représentées par une très faible proportion, sont portées par les racines latérales primaires. Elles contribuent également dans l'exploration du milieu et dans l'édification du système racinaire.

conclusion

Conclusion

Les caractères du climat saharien sont dus, tout d'abord, à la situation en latitude, au niveau du tropique, ce qui entraîne de fortes températures, et au régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs. Ce climat est caractérisé notamment par la faiblesse et l'irrégularité des précipitations, une luminosité intense, une forte évaporation et de grands écarts de température, **(OZENDA, 1991)**

Le climat saharien est caractérisé notamment par la faiblesse et l'irrégularité des Précipitations, une luminosité intense, une forte évaporation et de grands écarts de température. **(CHEHMA 2005).**

Selon **AUGUSTIN B** et **LACROIX N (1906)**, peu des plantes peuvent résister à un partiel climat. La végétation est interrompue en hiver par le froid, en été par la sécheresse, et c'est seulement pendant une courte période, au printemps. Lorsque les pluies ont été suffisamment abondantes, qu'il lui est possible de se développer. Il y a donc deux catégories des plantes: les herbes éphémères, qui ne durent que quelque semaines et dont l'existence dépend directement des pluies, et les plantes vivaces appellent "*el-hateb*", et qui vont puiser dans le sous-sol les réserves d'humidité avec des racines qui sont très longues.

Donc la flore saharienne d'un écosystème très fragile, à cause des conditions élaphe-climatiques très contraignantes à la survie spontanée des plantes, dont l'aridité qui y règne, ne permet pas d'avoir un couvert végétal dense **(BEN SANIA, 2006).**

Généralement les adaptations des plantes désertiques portent sur la réduction de la surface foliaire, la diminution de la vitesse d'évaporation, et la constitution de réserve d'eau à l'intérieur des tissus. **(OZENDA, 1977)**. De plus des conditions difficile du climat saharien, la plante passe la saison sèche à l'état de bulbe ou rhizome Charnus ou encore de graines (Thérophytes) **(DAJOZ, 2003)**.

Ces adaptations aux conditions de milieu et leurs mécanismes ont été décrits dans tous les groupements végétaux **(FRONTIER et al, 2004)**.

Elles recouvrent les régulations physiologiques et morphologiques qui permettent aux plantes de s'adapter à une alimentation en eau déficitaire s'opérant à différentes échelles.

On sait en particulier que chez les plantes, le rythme des modifications saisonnières (dit rythme phénologique) est calqué sur le rythme saisonnier prévalant dans la région, et principalement le rythme de l'aridité atmosphérique (**RAMADE, 2003 ; FRONTIER et al, 2004**).

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **ADJILA Zineb (2013)**, Les variations spatio-temporelles de la végétation de Sahara septentrional Algérienne.
2. **AIDOUD A.** Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens, Laboratoire d'Écologie Végétale, Université de Rennes 1, Complexe Scientifique de Beaulieu, 35042, Rennes Alger. Tome VIII. pp. 123-163.
3. **ALI-RACHEDI S, BOUINOT D, WAGNER MH, BONNET M, SOTTA B, GRAPPIN P, JULLIEN M (2004)** Changes in endogenous abscisic acid levels during dormancy release and maintenance of mature seeds: studies with the Cape Verde Islands ecotype, the dormant model of *Arabidopsis thaliana*. *Planta*, 219: 479-488 *Annals of the Missouri Botanical Garden*.
4. **ATLA Khadija (2013)**, Indices phytoécologiques d'évolution de la végétation des oueds de Sahara septentrional Algérien.
5. **BAILLY C (2004)** Active oxygen species and antioxidants in seed biology. *Seed Sci Res*, 14: 93-107
6. **BARKOUDAH Y., VAN DER SAR D., 1982** - *L'Acacia raddiana* dans la région de Béni-Abbés (Algérie). *Bull. Soc. Hist. Nat.fr. du Nord*, 70 (1 à 4) : 79-121.
7. **BARRY J.P, CELLES J.C et MUSSO J., (1985)** : Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques du Sahara algérien. Note IV : le plateau de Tadmaït et ses alentours (Carte Ouargla). *Ecologia Mediterranea*, 11 (2-3). pp. 123-181
8. **BARRY J.P, CELLES J.C. et MANIERE R., (1981)** : Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques du Sahara algérien. III – analyse de la végétation de la région de d'In Salah et de Tamanrasset (Sahara central et Sahara méridionale). *Naturalia monspeliensia.*, sér. bot., (44). pp. 1- 48 et Cartes.
9. **BEN SALEM F., OULED BELGACEM A., NEFFATI M., 2008**-Etude de la dynamique du système racinaire des plantules de certaines espèces arbustives autochtones de la Tunisie aride. *Rev. Sécheresse*, 19 (2) : 3-8.
10. **BENSAID S., 1991** - Germination au laboratoire et en conditions naturelles et croissance en minirhizotron d'*Acacia raddiana*. *Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi arides*. Groupe d'étude de l'arbre, France.
11. **BENSAID S., 1991** - Germination au laboratoire et en conditions naturelles et croissance en minirhizotron d'*Acacia raddiana*. *Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi arides*. Groupe d'étude de l'arbre, France
12. **BEWLEY JD (1997)** Seed germination and dormancy. *The Plant Cell*, 9: 1055-1066
13. **BOTTNER P, (1982)**. Evolutions des sols et conditions bioclimatiques méditerranéennes. *Ecologia Mediterranea VIII* : 115-134
14. **BOUDET G., (1978)** : Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. IEMVT., Ministère de la coopération. 258 pages.
15. **BOUDET G., DIEYE K. et VALENZA J., (1983)** : Environnement biotique. Le couvert herbacé. In : *Systèmes de production d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo*. ACCGRIZA, (LAT), GERDAT, ORSTOM, Paris. pp. 37-62.

16. **BOVE J, JULLIEN M, GRAPPIN P (2001)** Functional genomics in the study of seed germination. *Genome Biology*, 3: 1002.1-1002.5
17. **BUITINK J, LEPRINCE O, HEMMINGA MA, HOEKSTRA FA (2000)** Molecular mobility in the cytoplasm: an approach to describe and predict lifespan of dry germplasm. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 97: 2385-2390
18. **CADMAN CS, TOOROP PE, HILHORST HW, FINCH-SAVAGE WE (2006)** Gene expression profiles of Arabidopsis Cvi seeds during dormancy cycling indicate a common underlying dormancy control mechanism. *Plant J*, 46: 805-822
19. **CAPOT-REY R., (1952)**. Les limites du Sahara français. Ed: Inst. Rech. Sah., Alger. Tome VIII.
20. **CARRIERE M., (1989)** : Les communautés végétales sahéliennes en Mauritanie (région de Kaédi) ; analyse de la reconstitution annuelle du couvert herbacé. Thèse Doctorat Sciences, Univ. Paris-Sud, Orsay. 238 pages.
21. **CHEHMA A, DJEBAR MR, HADJAJI F ET ROUABEH L., (2005)**. Etude floristique spatiotemporelle des parcours sahariens du Sud-Est algérien. *Sécheresse*; 16 (4), 275-85.
22. **CHEHMA A.** Étude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional algérien. Cas de la région d'Ouargla et Ghardaïa. Thèse doctorat, université Badji Mokhtar, Annaba, 2005.
23. **CISSE A.M., (1986)** : Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone sudsahélienne. Thèse PhD. Univ. Wageningen. 221 pages.
24. **DAOUD Y. ET HALITIM A., 1994**. Irrigation et salinisation au Sahara Algérien. *Sécheresse*. 5(3).pp151-160.
25. **DEBEAUJON I, LEON-KLOOSTERZIEL KM, KOORNNEEF M (2000)** Influence of the testa on seed dormancy, germination, and longevity in Arabidopsis. *Plant Physiol*, 122: 403-413
26. **DEHAYE L, DUVAL M, VIGUIER D, YAXLEY J, JOB D (1997)** Cloning and expression of the pea gene encoding SBP65, a seed-specific biotinylated protein. *Plant Mol Biol*, 35: 605-621
27. **DEPOMMIER.D, 1991-** Propagation et comportement d'espèce à usages multiples en haies vives pour la zone Sahélo - Soudanienne :résultat préliminaires d'essais menés à Gonze et Dinderesso (BurkinaFasso).IRBET –CTFT. Ouagadougou (b.f). Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi arides. Groupe d'étude de l'arbre,Paris. France.
28. **DIAGNE A.L., 2003** - Transpiration globale et fonctionnement hydrique unitaire chez *Acacia tortilis* en conditions de déficit pluviométrique. *Rev.Sécheresse*,14(4) : 235-40.
29. **DOMMERMES Y., DUHOUX E., DIEM H.-G., 1999-** Les arbres fixateurs d'azote. Ed. CIRAD, ESPACES, FAO, IRD.502 p.
30. **DUBIEF J, 1963**. Le climat du Sahara. Mémoire H.S. Tome II. Alger : Institut de Recherche Saharienne.
31. **DUBIEF J.** Le climat du Sahara. Mémoire H.S. Tome I. Alger : Inst. Rech. Saha, 1959.
32. **DUBIEF J., (1950)** : Evaporation et coefficients climatiques au Sahara. Ed : Ed: Inst. Rech. Sah., Alger.Tome VI. pp. 13-43.
33. **DUBIEF J., (1952)**: Le vent et le déplacement du sable au Sahara. Ed : Ed: Inst. Rech. Sah.,
34. **DUBIEF J., (1953)** : Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara. Ed : service des études scientifiques, Alger. pp. 26-103.

35. **DURANT J.H., 1954.** Les sols d'Algérie. S. E. S .Alger. 244p. 27
36. **DURANT J.H., 1954.** Les sols et les croutes en Algérie. S. E. S .Alger. 187p. 29
37. **DUTIL P., 1971.** Contribution à l'étude des sols et des paléosols du Sahara. Thèse doctorat d'état. .29 faculté des sciences de l'université de Strasbourg. 346p.
38. **FAYE B.** Guide de l'élevage du dromadaire. Montrouge : Sanofi, Santé Nutrition animale, 1997
39. **FINCH-SAVAGE WE, LEUBNER-METZGER G (2006)** Seed dormancy and the control of germination. Tansley Review: New Phytologist, 171: 501-523
40. **GARDI R., (1973):** Sahara. Ed: Kummerly et Frey, Paris, 3ème edition. pp. 49-51.
41. **GROOT SPC, KARSSSEN CM (1987) GIBBERELLINS** regulate seed germination in tomato by endosperm weakening: a study with gibberellin-deficient mutants. Planta, 171: 525-531
42. **GROUZIS M., (1992) :** Germination et établissement des plantes annuelles sahéliennes. In : L'aridité une contrainte au développement. LE FLOCH'H E., GROUZIS M., CORNET A. et BILLE J.C., Edts. ORSTOM. Paris. pp. 267-282.
43. **HALILAT M.T., 1998.** Etude excremental de sable additionné d'argile, comportement physique et organization en conditions salines et sodiques. These doctorat. I. N. R. A. I. N. A .Paris. Grigon. 299p
44. **HALITIM A., 1988.** Sols de regions arides d'Algérie. Alger. 384p. 42
45. **HEDDEN P, PHILLIPS AL (2000)** Gibberellin metabolism: new insights revealed by the genes. Trends Plant Sci, 5: 523-530
46. **HETZ A., (1970) :** La végétation de la terre .ed . MASSON et cie , Paris. 133 pages
47. **HILHORST HWM, KARSSSEN CM (1992)** Seed dormancy and germination: the role of abscisic acid and gibberellins and the importance of hormone mutants. Plant Growth Reg, 11: 225-238
48. **HOPKINS G., 2003-**physiologie végétale. Édi. DE BOECK. Bruxelles.514 p.
49. **HOUARI, D. CHEHMA A. ZERRIA A. (2012).**- Étude de quelques paramètres anatomiques des principales plantes vivaces spontanées dans la région de Ouargla (Algérie). *Sciences et changements climatiques. Volume 23.* N04 : 28-8.
50. **KENYON C (2001)** A conserved regulatory system for aging. Cell, 105: 165-168
51. **KOORNNEEF M, BENTSINK L, HILHORST H (2002)** Seed dormancy and germination. Cur Opin Plant Biol, 5: 33-36
52. **KUCERA B, COHN MA, LEUBNER-METZGER G (2005)** Plant hormone interaction during seed dormancy release and germination. Seed Sci Res, 15: 281-307
53. **LE FLOC'H E., GROUZIS M., 2003-***Acacia raddiana*, un arbre des zones arides à usages multiples. Un arbre au désert : *Acacia raddiana*. Édi IRD Paris :21-58.
54. **LE HOUEROU H.N.**Définition et limites bioclimatiques du Sahara. Sécheresse 1990 ; 1 :246-259.
55. **LERMAN JC, CIGLIANO EM (1971)** New carbon-14 evidence for six hundred years old *Canna compacta* seed. Nature 232, 568 – 570
56. **LI B, FOLEY ME (1997)** Genetic and molecular control of seed dormancy. Trends Plant Sci, 2: 384-389
57. **MACKENZIE A., BALL A. et VIRDEE S., 2000.** L'essentiel en écologie. Ed : Berti, Paris. pp : 261-265.

58. MITCHELL et MALLIS, 1977; RAMAD, 1998 ; DALAGE et METAILIE, 2000
MAAROUF, 2000
59. **MONOD T.** Du désert. Sécheresse 1992 ; 3 : 7-24.
60. **OZENDA P (1991):** Flore de sahara (3 édition mise à jour et augmentée) Paris , Editions du CNRS. 662 pages. + Cartes.
61. **OZENDA P.** Flore du Sahara. 3e édition, complétée. Paris : Centre national de la recherche scientifique (CNRS), 1991.
62. **OZENDA P., 1977 :** Flore de Sahara septentrional. Ed. Centre nati. rech. sci. (C. N. R. S.), parie, 622 Pages
63. **POUGET (M.) et RAMBAUD (D.), 1980.** - Quelques types de cristallisation de calcite dans les sols à croûte calcaire (steppes algériennes). Apport de la microscopie électronique. Réunion Carbonates, Bordeaux (A paraître).
64. **POUGET (M.), 1980.** - Les relations sol-végétations dans les steppes sud-algéroises. Trav. et Doc. O.R.S.T.O.M., n° 116, 555 p.
65. QUEZEL P., (1978) : Analyses of the flora Mediterranean and Saharan Africa .
66. Rajjou L, Gallardo K, Debeaujon I, Vandekerckhove J, Job C, Job D (2004) The effect of alpha-amanitin on the Arabidopsis seed proteome highlights the distinct roles of stored and neosynthesized mRNAs during germination. *Plant Physiol*, 134: 1598-1613
67. **RAJJOU L, LOVIGNY Y, JOB C, BELGHAZI M, GROOT S, JOB D (2007)** Seed Quality and Germination. In *Seeds: Biology, Development and Ecology*. Eds. Navie S, Adkins S and Ashmore S, CAB International 2007, 324-332
68. **RAVEN P.H., EVERT R.F., EICHHORN S.E., 2000** - Biologie végétale. Ed. DE BOECK. 944 p.
69. REINHARD. SCHIFFERS (1971), Elemente direkter Demokratie im Weimarer Regierungssystem. (Beitr. zur Geschichte d. Parlamentarismus u. d. politischen.
70. **ROGNON P., 1994.** Les principaux sols du Maghreb. In « Désertification et aménagement ». Med. Compus N°8. Cours de séminaire Mednin (Tunisie). Agadir (Maroc. Caen).pp 89-112.
71. **SATTLER SE, GILLILAND LU, MAGALLANES-LUNDBACK M, POLLARD M, DELLAPENNA D (2004)** Vitamin E Is Essential for Seed Longevity and for Preventing Lipid Peroxidation during Germination. *Plant Cell*, 16: 1419–1432
72. **SCHIFFERS.H, (1971) :** Die Sahara und ihre randgebiete. Ed Weltforum Verlac-Munchen, 674 p.
73. **SELTZER P., (1946).** Le climat de l'Algérie. Ed : Institut de météorologie et de physique du globe. Alger. 218 pages.
74. **SHEN-MILLER J, MUDGETT MB, SCHOPF JW, CLARKE S, BERGER R (1995)** Exceptional seed longevity and robust growth: ancient Sacred Lotus from China. *American Journal of Botany*, 82: 1367-1380
75. Site 01 : Jardin botanique national de Belgique ;Domaine de Bouchout ; B-1860 Meise) .
76. **SOLTNER D.,** Bandes enherbées et autres dispositifs bocagers, Collection Sciences et Techniques agricoles, 2001, 23 pages
77. **STEFFENS B, WANG J, SAUTER M (2006)** Interactions between ethylene, gibberellin and abscisic acid regulate emergence and growth rate of adventitious roots in deepwater rice. *Planta*, 223: 604-612

78. **THIERRIOT C. et MATARI A., (1998)** : Peut on encore parler de sécheresse au Sahara .
79. **TOUTAIN G., (1979)** : Eléments d'agronomie saharienne, de la recherche au développement. Ed : I.N.R.A., Paris. 276 pages.
80. Walters CT, Wheeler LJ, Grotenhuis JA (2005b) Longevity of seeds stored in a genebank: Species characteristics. *Seed Sci Res*, 15: 1-20
81. **WARD D., 2009** - The biology of deserts. Edi.Press.Inc.Oxford.Univ.NewYork.62p.

Résumé

Le Sahara est le plus grand le plus extrême parmi les déserts du monde, c'est à dire celui dans lequel conditions désertique atteignent leur plus grand âpreté. Malgré ces conditions très rudes, il existe un couvert floristique caractéristique bien adapté aux contraintes abiotiques de cet écosystème. Le présent travail vise à connaître et à mettre en évidence les caractéristiques de la végétation, qui poussent dans les parcours sahariens. La végétation saharienne montre une variation dans la dimension de l'espace (Sols sableux, Reg et sols argileux, Hamada, sols salés et dépressions), et une variation dans la dimension du temps lié aux précipitations et conditions climatiques. En effet, on peut caractériser deux catégories des plantes ; les herbes éphémères et les plantes vivaces. Généralement les adaptations des plantes désertiques portent sur la réduction de la surface foliaire, la diminution de la vitesse d'évaporation, et la constitution de réserve d'eau à l'intérieur des tissus, ou d'autant plus passer la saison sèche à l'état de bulbe, rhizome charnu ou encore de graines. Ces régulations physiologiques et morphologiques qui permettent aux plantes de s'adapter à une alimentation en eau déficitaire s'opérant à différentes échelles. En conclusion, la flore saharienne caractérise un écosystème très fragile et très contraignant, exigeant des bonnes pratiques pour l'entretenir et le préserver.

Mots-clés : Adaptation, Ephémères, Flore, Sahara, Vivaces.

« Vegetation characteristics of the Saharan rangelands »

Abstract

The Sahara is the largest and the most extreme of the world's deserts, ie one in which, desert conditions reach their greatest bitterness. Despite these harsh conditions, there is a characteristic flora well adapted to abiotic stresses of this ecosystem. The present work aims to know and put in evidence the characteristics of the vegetation growing in the Saharan rangelands. Saharan vegetation shows a variation in the dimension of space (Sandy soils, clay soils and Reg, Hamada, salted soils and depressions), and a variation in the dimension of time associated with rainfall and climatic conditions. Indeed, there is two characteristic types of plants; ephemeral grasses and perennials. Generally, adaptations of plants include reducing the leaf surface, decreasing the evaporation rate, and the establishment of water supply to the tissues, or even more to survive at the dry season as bulbous state, fleshy rhizome or seeds. These physiological and morphological regulations, which allow plants to adapt to the water deficit, taking place at different scales. In conclusion, the Saharan flora characterizes a very fragile and restrictive ecosystem, requiring good practice to maintain and preserve it.

Keywords: Adaptation, Ephemeral, Flora, Perennial, Sahara.

" خصائص النباتات في المراعي الصحراوية "

ملخص

الصحراء الكبرى هي أكبر و أكثر صحاري العالم صعوبة، حيث تصل الظروف القاحلة إلى أشدها و أكثرها قسوة. و بالرغم من ذلك، فإنها تحتوي على غطاء نباتي يتكيف بشكل جيد أمام تلك المعوقات المكانية المرتبطة بالمناخ و الأرض المميزة لهذا النظام البيئي. يتمحور هذا العمل في معرفة و تبيين خصائص هذه النباتات التي تنمو على المراعي الصحراوية. تظهر النباتات الصحراوية تغيرا في البعد المكاني (التربة الرملية، الرق و التربة الطينية، الحمادة، التربة الملحية و المنخفضات)، و كذلك في البعد الزمني المرتبط بالأمطار و الظروف المناخية. تبعا لذلك، فإننا يمكن أن نميز نوعين من النباتات؛ الأعشاب الحولية و النباتات المعمرة. عموما، يتجلى تأقلم النباتات الصحراوية في اختزال المساحات الورقية، خفض معدل التبخر، و تكوين مخزون مائي في داخل الأنسجة، أو في أقصى الحالات فإنها تمر بمرحلة سبات على شكل بصيلة، جذمور أو بذور. هذه التعديلات الفسيولوجية و المظهرية على مختلف المستويات هي التي تمكن النباتات من أن تتأقلم إزاء العوز في التغذية المائية. و كاستنتاج، فإن النباتات الصحراوية تعبر عن نظام بيئي هش جدا و مليء بالمعوقات، مما يتطلب كعاملته بشكل جيد قصد صيانتها و الحفاظ عليه.

الكلمات الدالة: أعشاب حولية، تكيف، غطاء نباتي، صحراء، معمرة.

