



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar - El OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم البيولوجية

Département des sciences biologiques



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques

Spécialité : Biodiversité et environnement

THEME

**Caractérisation de certains paramètres
d'adaptation anatomiques de certaines plantes
spontanées du Sahara septentrional est-algérien.**

Présenté Par :

Mme. CHAOUCHE ICHRAK

Mme. HATATRA SARA

Devant le jury composé de :

SLIMANI Nouredine

Pr.

Univ.Eloued

Promoteur

DOUIDI Ahmed Chaouki

M.A.A.

Univ.Eloued

Président

MERABET Soumia

M A. A.

Univ.Eloued

Examineur

Année universitaire :2024/2025

Remerciements

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات.

Nous exprimons nos plus sincères remerciements et notre profonde gratitude à tous ceux qui nous ont appris un mot et ouvert une porte vers la science et la connaissance. Chaque enseignant qui a croisé notre chemin a laissé une empreinte inoubliable et un mérite inestimable.

Nous adressons nos remerciements particuliers à notre superviseur :

(M. Slimani Nour Eddine),

pour ses conseils judicieux, sa grande patience et ses remarques scientifiques précieuses, qui ont joué un rôle essentiel dans la réalisation de ce travail.

Son soutien constant et son souci de la précision et de la perfection ont été un véritable moteur tout au long de cette recherche.

Nos remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidés, par un mot, un soutien ou une prière, au cours de notre parcours académique.

Dédicace

***À ceux qui ont eu le mérite, après Dieu, de nous mener jusqu'à cette
étape...***

***À nos chers parents, qui nous ont offert leur amour et leurs prières, et
ont été un soutien inébranlable.***

À nos frères et sœurs, pour leur soutien et encouragement continus.

***À nos précieux enseignants, qui ont éclairé notre chemin vers la science
et la connaissance.***

***À nos amis et à tous ceux qui nous ont accompagnés dans ce voyage, et
qui nous ont honorés de mots gentils, de moments de soutien ou de
présence sincère.***

***À ceux qui ont été notre soutien en coulisses, qui nous ont encouragés,
compris et qui étaient là pour nous dans le silence et la chaleur de leur
présence, vous avez tous fait partie de cette réussite(mb).***

***Nous dédions ce travail en signe de remerciement et de gratitude à
tous ceux qui ont cru en nous***

Résumé

Cette étude vise à analyser les mécanismes d'adaptation chez 12 espèces de plantes désertiques spontanées, appartenant à quatre familles botaniques : les Poaceae, les Zygophyllaceae, les Chenopodiaceae et les Cyperaceae. Les analyses anatomiques des tiges et des feuilles révèlent une diversité de stratégies permettant à ces plantes de survivre dans des conditions environnementales extrêmes (chaleur, sécheresse, salinité, et pauvreté du sol).

Pour identifier ces mécanismes, des coupes anatomiques ont été réalisées : une coupe transversale de la tige et une coupe longitudinale de la feuille.

Les principaux traits d'adaptation observés sont les suivants :

Épiderme : épais, recouvert d'une couche cireuse, de glandes salines ou d'une couche protectrice, avec une surface variant entre 4,3 et 508,4 μm^2 .

Stomates : de types et densités variés (de 1 à 32 stomates/ mm^2) afin de limiter la perte d'eau.

Feuilles : étroites, plates, charnues ou couvertes de poils, adaptées à la rétention d'eau.

Tige : dressée, rampante, épaisse ou flexible, jouant un rôle dans la résistance à la sécheresse et le stockage de l'eau.

Mots-clés : caractéristiques anatomiques, tige, feuilles, stomates, plantes spontanées.,

Abstract

This study aims to analyze the adaptive mechanisms of 12 species of spontaneous desert plants belonging to four botanical families: Poaceae, Zygophyllaceae, Chenopodiaceae, and Cyperaceae. Anatomical analyses of stems and leaves reveal a diversity of strategies that enable these plants to survive under extreme environmental conditions, including high temperatures, drought, soil salinity, and nutrient scarcity

To identify these mechanisms, anatomical sections were carried out: a transverse section of the stem and a longitudinal section of the leaf

:The main adaptive traits observed are as follows

Epidermis: thick, covered with a waxy layer, salt glands, or a protective coating, with surface areas ranging from 4.3 to 508.4 μm^2

Stomata: varied in type and density (ranging from 1 to 32 stomata/ mm^2), contributing to the reduction of water loss

Leaves: narrow, flat, fleshy, or covered with trichomes, well adapted for water retention

Stem: erect, creeping, thick, or flexible, playing a role in drought resistance and water storage

.Keywords: anatomical features, stem, leaves, stomata, spontaneous plants

الملخص :

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل آليات التكيف لدى 12 نوعاً من النباتات الصحراوية العفوية ، والتي تنتمي إلى أربع عائلات نباتية: النجيلية (Poaceae)، الزغوفيلية (Zygophyllaceae)، الرمرامية (Chenopodiaceae)، والسعدية (Cyperaceae). تكشف التحاليل التشريحية للسوق والأوراق عن تنوع في الاستراتيجيات التي تمكن هذه النباتات من البقاء في ظروف بيئية قاسية (الحرارة، الجفاف، الملوحة، وفقر التربة). ولأجل معرفة هذه الآليات قمنا بإخذ مقاطع تشريحية للنبات بمقطع عرضي للساق ومقطع طولي للورقة و تشمل أبرز مظاهر التكيف ما يلي:

البشرة: سميكة، مغطاة بطبقة شمعية أو غدد ملحية أو طبقة واقية، وتتراوح مساحتها بين 4.3 و 508.4 ميكرومتر مربع.

الثغور: بأنواع وكمثافات مختلفة (من 1 إلى 32 ثغراً/مم²) لتقليل فقدان الماء.

الأوراق: ضيقة، مسطحة، لحمية أو مغطاة بالأوبار، مهيأة للاحتفاظ بالماء.

الساق : قائمة، زاحفة، سميكة أو مرنة، تسهم في مقاومة الجفاف وتخزين الماء.

الكلمات المفتاحية: الخصائص التشريحية، الساق، الأوراق، الثغور، النباتات التلقائية.

SOMMAIRE

Titre	Page
<i>Remerciements</i>	///
<i>Dédicace</i>	///
Résumé	///
SOMMAIRE	///
LISTE DES FIGURES	///
LISTE DES TABLEAUX	///
LISTE DES PHOTOS	///
Introduction	I
Chapitre I	
Présentation de la région d'étude	
1. Situation géographique Situation géographique du Sahara septentrional :	04
2 Caractéristiques climatiques de la région :	05
1.2.1 Précipitations :	05
1.2.2 La température :	05
1.2.3 Insolation :	06
1.2.4 Vent:	06
1.2.5 Le sol :	06
1.3 Nature des plantes	07
1.3.1 Caractéristiques de la couverture végétale	07
1.3.2 Stratégies d'adaptation des plantes spontanées dans les milieux désertiques	08
Chapitre II	
Anatomie des Plantes	
2.1 Les tissus végétaux	12
2.2.1 Définition d'un tissu	12
2.1.2 Les méristèmes primaires	12
2.1.3 Le méristème racinaire	13
2.2 .. Le méristème caulinaire	13
2.3 Le tissu de protection ou revêtement	15
2.3.1 . L'épiderme :	15
2.3.2 Les cellules épidermiques	16
2.4 . Les tissus de remplissage (Les parenchymes)	17
2.5 . Les tissus de soutiens	18
...Le Collenchyme	18
2.6 . Les tissus conducteurs	19
2.7 . Les tissus sécréteurs	19
2.8 Les méristèmes secondaires	19
2.8.1. Les tissus conducteurs secondaire	20
2.8.2. Les tissus protecteurs secondaires	20
2.9. Anatomie des coupes histologiques	20
2.9.1. La tige	20
2.9.2. La feuille	21
2.9.3. Les stomates	22
2.9. 4. Les poils	22
Chapitre III	
Matériels et méthodes	
Sites d'échantillonnage :	25

1- Les travaux sur laboratoire:	26
1-1 Matériels et réactifs utilisées:	26
1-1-1 Matériels:	26
1-1-2 les réactifs utilisés:	26
1-1-3 Méthodologie de calcul :	26

1-2 Préparation et observation des coupes anatomique :	26
Réalisation des coupes :	27
Traitement des coupes dans l'eau de javel:	27
Lavage :	27
Montage l'échantillon entre lame et lamelle :	27
Photographie et observation	27

Chapitre IV

Résultats & discussion

4.1 Résultats anatomique	29
4.1.1 Famille Chenopodiaceae	29
4.1.1.1 <i>Anabasis articulata</i> :	29
4.1.1.2 <i>Salsola foetida</i>	30
4.1.1.3 <i>Salsola tetragona</i>	31
4.1.1.4 <i>Traganum nudatum</i>	32
4.1.2 Famille Poaceae	33
4.1.2.1. <i>Polypogon monspeliensi</i>	33
4.1.2.2. <i>Aristida pungens</i>	34
4.1.2.3 <i>hragmites communis</i>	35
4.1.2.4. <i>Setaria verticillata</i>	36
4.1.2.5. <i>Aristida obtusa</i>	37
4.1.3 Famille Zygophyllaceae	38
4.1.3.1 <i>Peganum harmala</i>	38
4.1.3.2 <i>Zygophyllum album</i>	39
4.1.3.. famille Zygophyllaceae	40
4.1.3.1 <i>Cyperus conglomeratus</i>	40
4.2 Discussion général	49
Conclusion	53
Références bibliographiques	56
Annexe	59

LISTE DES FIGURES

Figure N°	Titre	Page
01	Limites du Sahara septentrional	04
02	Différentes zone du méristème	14
03	L'épiderme	15
04	Cellules épidermiques	16
05	Poils absorbants chez le rhizoderme	17
06	Coupe de transversale de feuille montrant le parenchyme hétérogène	21

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°	Titre	Page
01	Période de prélèvement des espèces	25
02	Caractéristiques morphologiques et anatomiques des feuilles de certaines espèces végétales étudiées	40
03	Récapitulatif des mesures des tiges des espèces végétales échantillonnées.	45

LISTE DES PHOTOS

Photo N°	Titre	Page
01	<i>Anabasis articulata</i>	29
02	<i>Epiderme d' Anabasis articulata</i> (tige)	29
03	<i>Salsola foetida</i>	30
04	<i>Epiderme Salsola foetida</i> (feuille)	30
05	<i>Salsola foetida</i>	30
06	<i>Salsola Tetragona</i>	31
07	<i>Epiderme Salsola Tetragona'</i> (tige)	31
08	<i>Traganum nudatum</i>	32
09	<i>Epiderme Traganum nudatum</i> (feuille)	32
10	<i>polypogon monspeliensi</i>	33
11	<i>Epiderme polypogon monspeliensi</i> (feuille)	33
12	<i>Epiderme polypogon monspeliensi</i> (tige)	33
13	<i>Aristida pungens</i>	34
14	<i>Epiderme Aristida pungens</i> (feuille)	34
15	<i>Epiderme Aristida pungens</i> (tige)	34
16	<i>phragmites comminus</i>	35

17	<i>Epiderme phragmites comminus (tige)</i>	35
18	<i>Epiderme phragmites comminus (feuille)</i>	35
19	<i>Setaria verticillata</i>	36
20	<i>Epiderme Setaria verticillata (feuille)</i>	36
21	<i>Epiderme Setaria verticillata (tige)</i>	36
22	<i>Aristida obtusa</i>	37
23	<i>Epiderme Aristida obtusa (feuille)</i>	37
24	<i>Epiderme Aristida obtusa (tige)</i>	37
25	<i>peganum harmala</i>	38
26	<i>Epiderme peganum harmala (feuille)</i>	38
27	<i>Epiderme peganum harmala (tige)</i>	38
28	<i>Zygophllum album</i>	39
29	<i>Epiderme Zygophllum album (feuille)</i>	39
30	<i>Epiderme Zygophllum album (tige)</i>	39
31	<i>Cyperus conglomeratus</i>	40
32	<i>Epiderme d' Cyperus conglomeratus (feuille)</i>	40
33	<i>Epiderme Cyperus conglomeratus (tige)</i>	40

Introduction

INTRODUCTION

Introduction

Les plantes désertiques constituent un groupe particulier d'espèces végétales adaptées aux environnements arides et semi-arides, caractérisés par une faible pluviométrie, des températures élevées et des sols pauvres en éléments nutritifs. Ces plantes ont développé des caractéristiques anatomiques et physiologiques uniques leur permettant de survivre dans des conditions environnementales extrêmes, notamment en assurant la conservation de l'eau et en réduisant la perte hydrique. Ozenda(1983,1991,2004)

La couverture végétale dans le Sahara septentrional algérien se distingue par sa rareté et sa répartition dispersée. Elle se concentre principalement le long des oueds, dans les dépressions, et autour des oasis où l'humidité est relativement plus disponible. Parmi les types de végétation dominants dans ces zones, on retrouve les plantes succulentes, capables de stocker l'eau dans leurs tissus, ainsi que les plantes herbacées saisonnières, qui se développent rapidement après les rares épisodes de pluie. Ouézel(1978)

Nombre de ces plantes appartiennent à des familles botaniques telles que les Zygophyllaceae, les Cyperaceae, les Chenopodiaceae et les Poaceae. Elles se distinguent par des adaptations morpho-anatomiques remarquables, comme la réduction de la taille des feuilles ou leur transformation en épines afin de limiter la transpiration, ainsi que la présence d'une couche cireuse à la surface des feuilles jouant un rôle protecteur contre la chaleur et la perte d'humidité. Kherraz et al (2019)

Des travaux antérieurs, notamment ceux de Ozenda (1983) et Le Houérou (1996), ont porté sur les aspects écologiques et physiologiques de ces plantes. Toutefois, les études anatomiques détaillées restent limitées, en particulier celles consacrées aux espèces spontanées pérennes du Sahara septentrional algérien. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre problématique :

> Quelles sont les caractéristiques anatomiques qui permettent aux plantes spontanées pérennes du Sahara septentrional algérien de s'adapter aux conditions extrêmes du désert ?

Et comment ces caractéristiques varient-elles entre les différentes familles botaniques?

Cette étude vise à décrire les caractéristiques anatomiques de différentes espèces végétales sahariennes appartenant à plusieurs familles, afin de comprendre les mécanismes d'adaptation aux conditions climatiques extrêmes telles que la chaleur intense et la sécheresse, à travers l'analyse de leur structure interne.

INTRODUCTION

Elle cherche également à comparer ces traits anatomiques entre les espèces étudiées au sein des familles sélectionnées, dans le but d'enrichir un catalogue de données scientifiques pouvant être exploité dans les recherches écologiques et les applications agricoles en milieu désertique.

Chapitre I

Présentation de la région d'étude

I.1.Situation géographique Situation géographique du Sahara septentrional :

Il est situé dans le quadrant nord-est du Sahara algérien.

Il s'étend depuis la limite nord (Laghouat – Biskra) sur environ 1000 kilomètres vers le sud à l'intérieur du désert.

Il est délimité au nord par les monts du M'Zab et les dépressions des chotts, et s'étend jusqu'au sud d'El Goléa (El Menia).

Il englobe des régions telles que l'Oued Righ, Ouargla, et longe les lisières du Grand Erg Occidental.

Quant à la limite méridionale, elle coïncide avec la transition vers la zone sahélienne, caractérisée par la présence d'espèces annuelles comme le cram-cram (*Cenchrus biflorus*).

En résumé : Le Sahara septentrional est situé au nord-est du Sahara algérien, entre Laghouat et Biskra au nord, et s'étend vers le sud jusqu'aux confins de la zone sahélienne. (OZENDA,1991) in(BAAMEU,2020-2021)

En résumé : Le Sahara septentrional est situé au nord-est du Sahara algérien, entre Laghouat et Biskra au nord, et s'étend vers le sud jusqu'aux confins de la zone sahélienne.

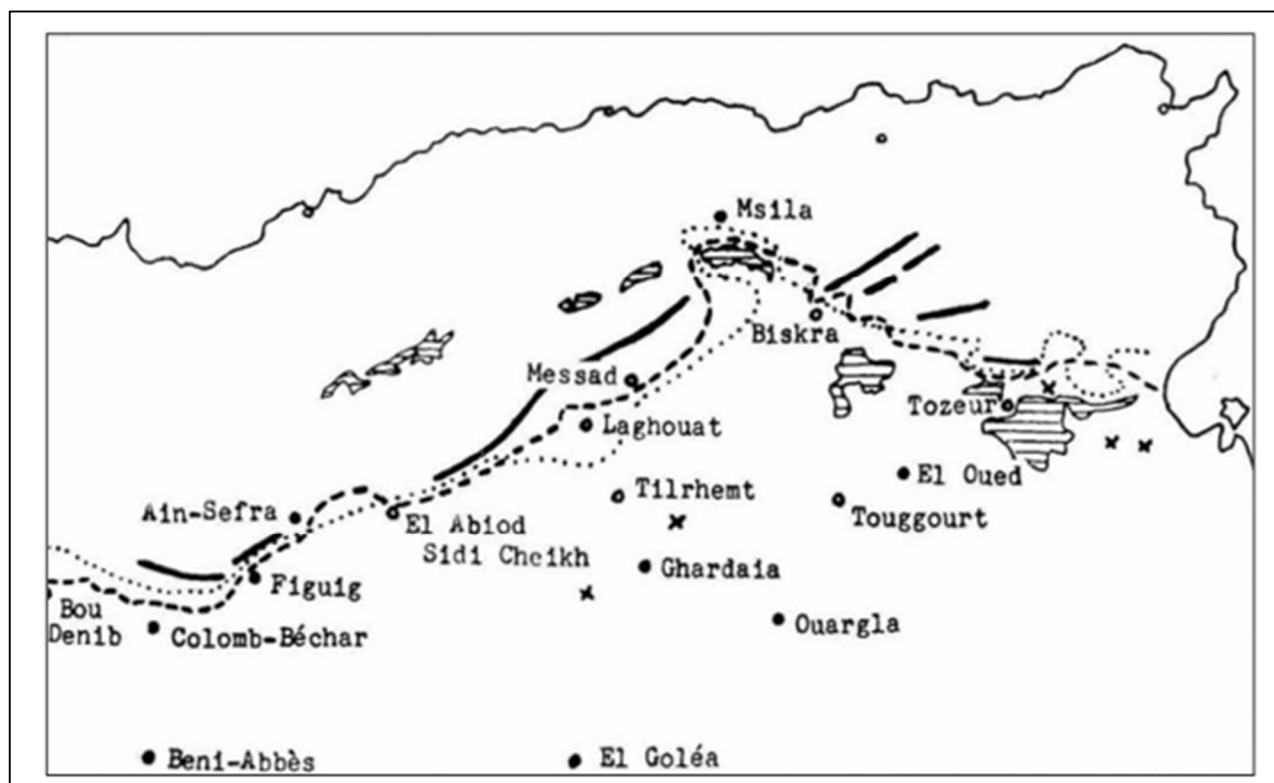


Figure 1 : Limites du Sahara septentrional (OZENDA,1991)

I.2 Caractéristiques climatiques de la région :

Le climat, par l'intermédiaire des composantes que sont la température, les préparations, la ventilation et l'humidité relative de l'air, régule un certain nombre de phénomènes biologiques et physiologiques. La division géographique des végétaux et des animaux, ainsi que la dynamique des processus biologiques, fournissent les conditions du climat .

I-2-1 Précipitations :

La rareté des précipitations est la principale caractéristique du climat du Sahara. Plus la moyenne annuelle est faible, plus la répartition des pluies devient aléatoire, ce qui complique les conditions de vie. Dans le nord du Sahara, les pluies tombent pendant la saison froide (de septembre à mars), avec une moyenne annuelle comprise entre 100 et 200 mm, mais elles sont irrégulières.

Les précipitations jouent un rôle déterminant dans l'apparition de l'environnement désertique et la répartition de la végétation.

Les périodes de sécheresse ont un impact sur le sol, la flore et la faune. Lorsqu'elles se prolongent au-delà d'une année, les pluies estivales ainsi que la végétation disparaissent. Les êtres vivants dans cet environnement dépendent de leur capacité à stocker l'eau et à l'utiliser de manière optimale. (QUEZEL et SANTA, 1962) in(BAAMEU,2020-2021).

I.2.2 La température :

Le Sahara se caractérise par un climat chaud et relativement homogène, avec des températures élevées même dans les régions nordiques. En été (juillet et août), les températures atteignent environ 40 °C, et peuvent parfois dépasser 50 °C. La température du sol joue un rôle essentiel dans la germination des plantes, bien qu'elle varie selon la nature du sol. Elle peut atteindre 70 °C en surface, mais diminue rapidement en profondeur. Le gel, quant à lui, est rare et ne survient généralement que dans le nord et les zones montagneuses.

Dans les régions arides, il est difficile de distinguer l'effet des températures de celui du manque de précipitations, car les deux limitent l'activité des insectes. La température constitue un facteur fondamental dans la régulation de la vie des êtres vivants, puisqu'elle influence les processus métaboliques et détermine la répartition des espèces dans la biosphère. (OULD EL HADJ, 2004) in(BAAMEU,2020-2021).

I.2.2 Insolation :

L'insolation dans le désert est étroitement liée au mouvement apparent du soleil et influence fortement le rythme biologique des êtres vivants à travers son intensité, sa durée et sa direction. Le Sahara reçoit une très grande quantité de lumière, estimée entre 3000 et 3500 heures d'ensoleillement par an, avec une moyenne journalière de 9 à 10 heures. Cette forte luminosité favorise l'assimilation chlorophyllienne, mais elle accentue également la sécheresse en augmentant la température. (OZENDA, 1983) in(BAAMEU,2020-2021).

I.2.4 Vent:

La zone de basse pression équatoriale attire les masses d'air des hémisphères nord et sud. Aux latitudes tropicales, des zones de haute pression se forment et se divisent en cellules qui organisent la circulation des vents entre les différentes latitudes.

Bien que le Sahara ne soit pas une région particulièrement venteuse, l'absence de couverture végétale rend le vent plus perceptible. Ces vents provoquent une forte érosion et la formation de dunes, atteignant parfois des vitesses de 100 km/h. Les tempêtes de sable y sont fréquentes et affectent l'agriculture, notamment à cause du sirocco — un vent chaud, sec et chargé de sable qui détruit les plantes sensibles et les ensevelit.

(DUBIEF, 1951) in(BAAMEU,2020-2021).

I.2.5 Le sol :

On sait que le sol est le produit d'altération par différents agents atmosphériques (pluies, gel, vent, etc.) ou biologiques (racines, microorganismes, etc.). Au Sahara, le facteur de formation des sols est essentiellement le vent. Il s'y ajoute l'ampleur des variations thermiques, notamment, l'amplitude journalière de la température. L'eau n'intervient qu'accessoirement et surtout par le phénomène de ruissellement et d'évaporation. Mais le lessivage du sol qui joue un rôle si important sous le climat humide, n'intervient pas dans ce milieu (OZENDA, 1958). Ces sols sont peu évolués et dépourvus d'humus. Ces sols présentent des différences de comportement quant à la capacité de rétention de l'eau ; la conductibilité thermique et la salinité, caractères importants pour leur utilisation pour les végétaux. Le sol ou la couverture pédologique, forme la couche superficielle meuble qui recouvre la roche-mère, son épaisseur varie de quelques centimètres à quelques mètres. Il est pour la plante un support et un milieu nutritif (POUGET, 1980) in (BAAMEU,2020-2021).

I.2 Nature des plantes

I.3.1 Caractéristiques de la couverture végétale

Le couvert végétal dans le nord du Sahara algérien se caractérise par une grande rareté et une dispersion marquée des espèces végétales, conséquence directe de la sécheresse et des conditions climatiques extrêmes. Seules les plantes dotées de mécanismes d'adaptation à l'aridité parviennent à survivre dans cet environnement hostile. Parmi les espèces les plus résistantes, on trouve l'armoïse blanche (*Artemisia herba-alba*), l'alfa (*Stipa tenacissima*), le diss (*Ampelodesma mauritanica*), les cactus, le jujubier (*Ziziphus lotus*) ainsi que le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*), particulièrement présent dans les oasis. Cette végétation subit une dégradation

progressive du nord vers le sud, en lien avec l'aridité croissante et la pression anthropique, ce qui se traduit par une baisse notable du recouvrement végétal et un remplacement des espèces dominantes par des espèces indicatrices de dégradation. .

Benslimane M. et al

I.3.1 Stratégies d'adaptation des plantes spontanées dans les milieux désertiques

Les plantes spontanées du désert ont développé une série de stratégies d'adaptation morphologiques et physiologiques leur permettant de survivre dans des environnements caractérisés par une aridité extrême, une disponibilité hydrique très faible et des températures élevées. Parmi les principaux mécanismes d'adaptation observés, on note la présence d'une épaisse cuticule cireuse recouvrant les feuilles, qui limite la transpiration, comme chez les cactus ou l'arbre à éléphants. De plus, certaines espèces possèdent des tiges épaisses qui agissent comme des réservoirs d'eau leur permettant de résister aux longues périodes de sécheresse.

Par ailleurs, la transformation des feuilles en épines réduit considérablement les pertes hydriques tout en protégeant la plante contre les herbivores. D'autres espèces se caractérisent par des feuilles réduites ou peu nombreuses, minimisant ainsi la surface de transpiration. Le système racinaire est également adapté : les racines superficielles absorbent rapidement l'eau issue des précipitations, tandis que les racines profondes atteignent les nappes phréatiques.

Certaines plantes sont capables de stocker l'eau dans divers organes tels que les tiges, les feuilles, les racines ou même les fruits. Enfin, les stomates sont généralement peu nombreux et de petite taille ; ils s'ouvrent la nuit et se ferment durant la journée pour limiter la perte d'eau par évaporation. Après une pluie, ces stomates peuvent rester fermés jusqu'à 48 heures. (Abdelkader, B. I. 2012)

Chapitre II

Anatomie des Plantes

Les plantes sont des organismes multicellulaires possédant une organisation interne complexe qui leur permet d'assurer efficacement leurs fonctions vitales telles que la croissance, la photosynthèse, le transport et la défense contre les conditions environnementales. Cette organisation repose sur la diversité des tissus et des cellules qui composent les différents organes végétaux.

II.1 Les tissus végétaux

II.1.1 Définition d'un tissu

Les tissus se forment à partir des méristèmes, massifs organisés de jeunes cellules indifférenciées qui sont le siège de divisions orientées actives. Ces méristèmes peuvent être fonctionnels peu de temps (plantes annuelles), ou pendant de nombreuses années.

On distingue deux types de méristèmes:

les méristèmes primaires, d'origine embryonnaire, situés à l'apex des tiges (méristèmes caulinaires) et des racines (méristèmes racinaires), et à la base des feuilles. Ils forment les tissus primaires qui constituent la structure primaire.

les méristèmes secondaires, phellogène et cambium, apparaissent après les méristèmes primaires.

Ils assurent la croissance en épaisseur et donnent les tissus secondaires qui constituent la structure secondaire. (BOURAS, 2010).

II.1.1 Les méristèmes primaires

Ces méristèmes sont localisés à l'extrémité des tiges (méristème caulinaire) et des racines (méristème racinaire) et ils assurent la croissance en longueur. L'embryon des angiospermes comporte déjà les ébauches des futurs méristèmes caulinaires et racinaires.

Le fonctionnement des méristèmes primaires aboutit à l'obtention des différents tissus. Ils sont dénommés tissus primaires pour les différencier des tissus secondaires qui apparaissent chez certaines plantes ultérieurement.

Les cellules du méristème primaire sont petites et isodiamétriques. Elles sont parfaitement jointives (pas de méats). Elles possèdent un noyau central occupant une partie importante du volume cellulaire.

L'appareil vacuolaire est réduit et il est constitué par de très petites vacuoles qui sont soit sphériques soit disposés en un très fin réseau. Les mitochondries sont nombreuses et il n'existe pas de plastides différenciés (Boncompagni E. 2017)

II.1.2 Le méristème racinaire

L'allongement des racines se fait par son extrémité au niveau du méristème racinaire, ce dernier il est uniquement histogène. Il ne produit pas d'organes latéraux donc il n'est pas organogène. A l'extrémité des racines, on distingue : Une coiffe, qui protège le méristème contre la rugosité du sol. Entre celle-ci et les poils absorbants, on observe une zone quiescente (sans division cellulaire). Une zone de multiplication ou de division, juste au-dessus de la coiffe, comprend le méristème apical et les méristèmes qui en dérivent.

Une zone d'élongation, au dessus de la zone de division cellulaire, les cellules du méristème deviennent plus longues et permettent à la racine de s'enfoncer dans le sol

Une zone de différenciation, avant d'avoir terminé leur croissance, les cellules commencent à se spécialiser (Bruno S. 2014)

Les racines latérales se forment de manière endogène à quelque distance de l'apex à partir du péricycle (assise cellulaire située entre l'écorce et la stèle). Le péricycle initie les ramifications de la racine. La structure et le fonctionnement des ramifications sont identiques à celui du méristème apical de la racine. (Labreche JC. 2004)

II.2 Le méristème caulinaire

Le méristème caulinaire (de la tige) est responsable de l'édification de la partie aérienne de la plante, de lui, apparaissent des cellules qui en se multipliant et en se différenciant donneront les tiges, les feuilles, les bourgeons axillaires et les bourgeons floraux, il est donc histogène et organogène. De manière tout à fait répétitive et indéfinie, jusqu'à la mort de la plante.

Une coupe longitudinale d'un méristème végétatif caulinaire sous forme d'un dôme de 0.5 à 3 mm, montre l'existence de trois zones essentielles :

Une zone axiale (Za), avec deux couches superficielles, les tunicas T1 et T2 et le

corpus C.

Une zone latérale (ZL), entourant la zone axiale (Za), la partie à droite correspond à l'apparition d'une feuille (ZLF).

On distingue des divisions périclines (cloisons parallèles à la surface). Un méristème médullaire (Mm), aux caulinaire mitoses peu fréquentes formant des files empilés de cellules à l'origine de la moelle centrale M. (Chassany V., Potage M et Ricou M. 2014.)

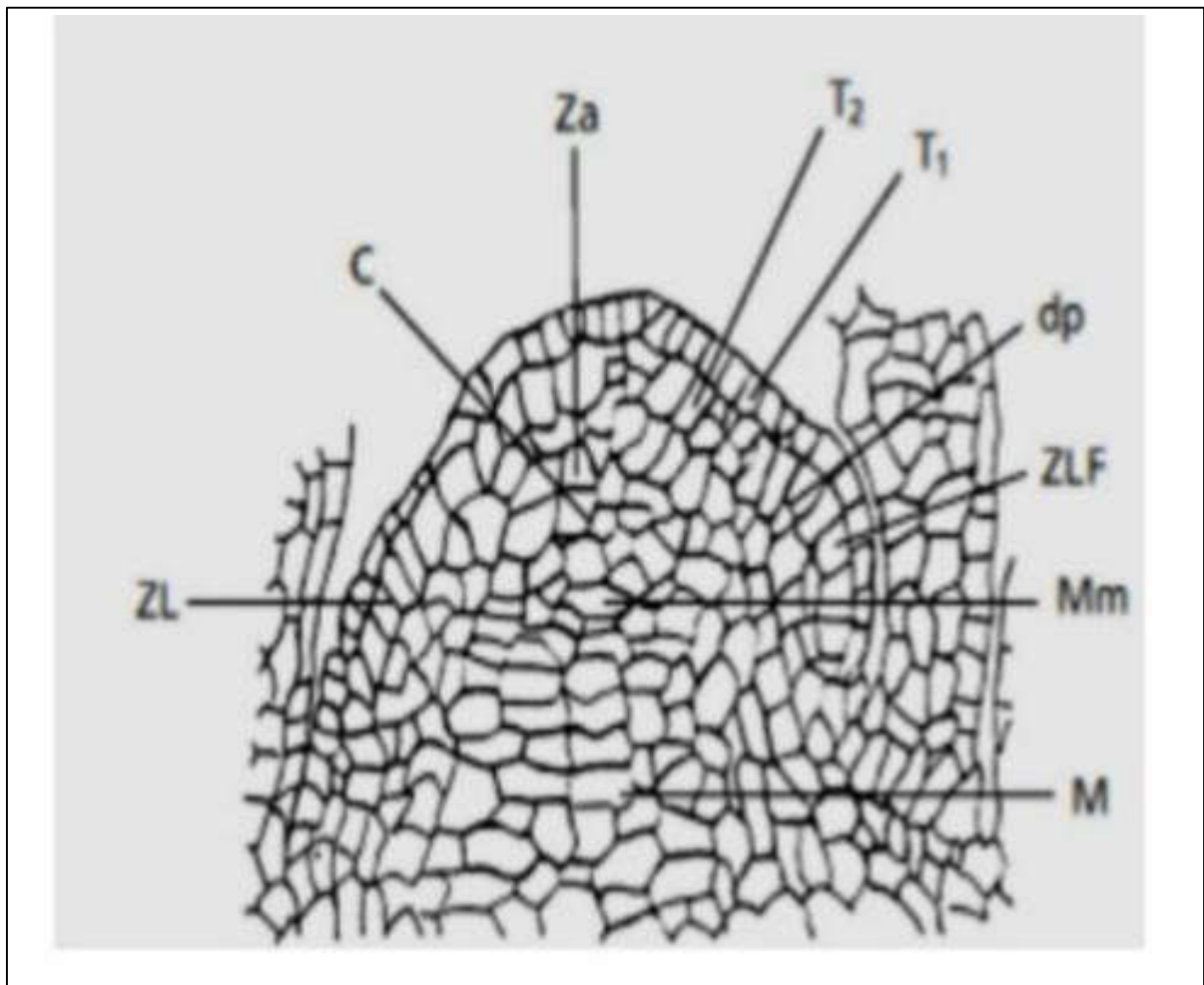


FIGURE 2: Différentes zone du méristème (Chassany V., Potage M et Ricou M. 2014.)

II.3. Le tissu de protection ou revêtement

Les tissus de revêtement protègent la plante. Ils sont constitués des cellules parenchymateuses qui sont ensuite modifiées afin de protéger la plante contre les détériorations physiques et la dessiccation. Durant la première année de croissance, les végétaux présentent une assise cellulaire, appelés épiderme chez les tiges et rhinodermes chez les racines, au niveau de laquelle les cellules sont jointives. Chez les plantes vivant plus d'une année (plante pérennes), l'épiderme et le rhinoderme sont remplacés par un tissu de protection appelés périderme. Ce tissu d'origine secondaire, est constitué principalement de suber dont les cellules mortes protègent la plante contre la prédation et la perte d'eau. (NABORS, 2008).

II.3.1. L'épiderme :

C'est l' assise de revêtement des portion aériennes. Il comporte une seule couche de cellules dont la paroi cellulosique externe est souvent épaissie voire lignifiée et est recouverte d'une pellicule lipidique (cutine et cires) plus ou moins nette, la cuticule. Localement des couples de cellules ovoïdes ou stomates constituent les lieux d'échanges avec le milieu extérieur

BOUTIN et al. (2010)



FIGURE 3 : L'épiderme BOUTIN et al. (2010)

II.3.2. Les cellules épidermiques

Elles sécrètent sur la face externe en contact avec le milieu, un revêtement ou cuticule contenant des dérivés lipidiques très hydrophobes, des cires en particulier, qui forment une multitude de projections cristallines rendant la surface non mouillable à l'eau. L'épaisseur de la cuticule est constituée par un réseau de cutine (polymère d'hydroxy-acides à longues chaînes carbonées) imbibé d'eau et contenant des strates de cire. (KHOUNI, 2008).

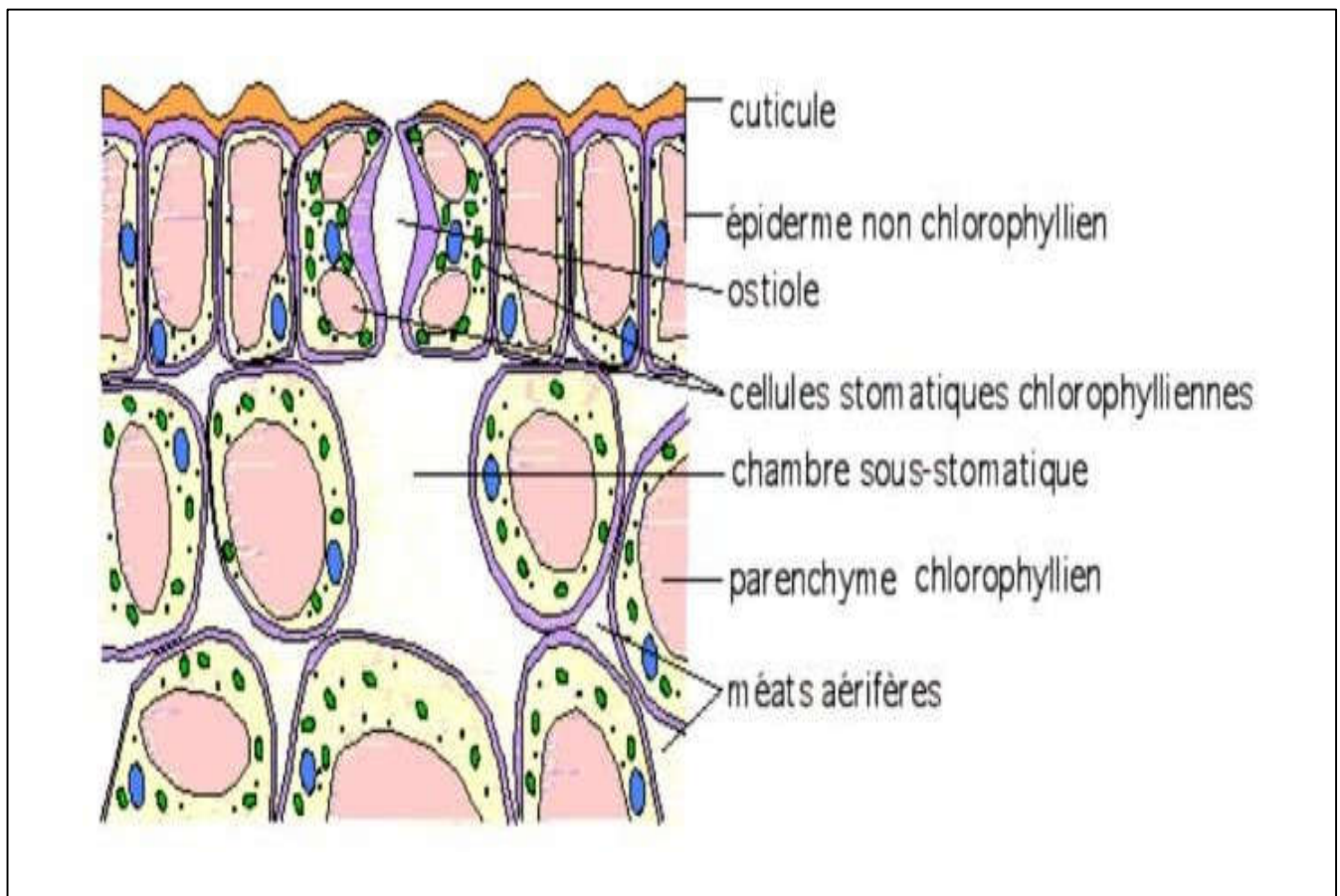


FIGURE 4 : Cellules épidermiques . (KHOUNI, 2008).

II.4. Les tissus de remplissage (Les parenchymes)

On appelle parenchyme ou tissu de remplissage un tissu composé de cellules vivantes souvent en relativement grand nombre qui présentent un niveau de différenciation variable. La vacuole est souvent unique et importante. Des plasmodesmes permettent une circulation symplasmique.

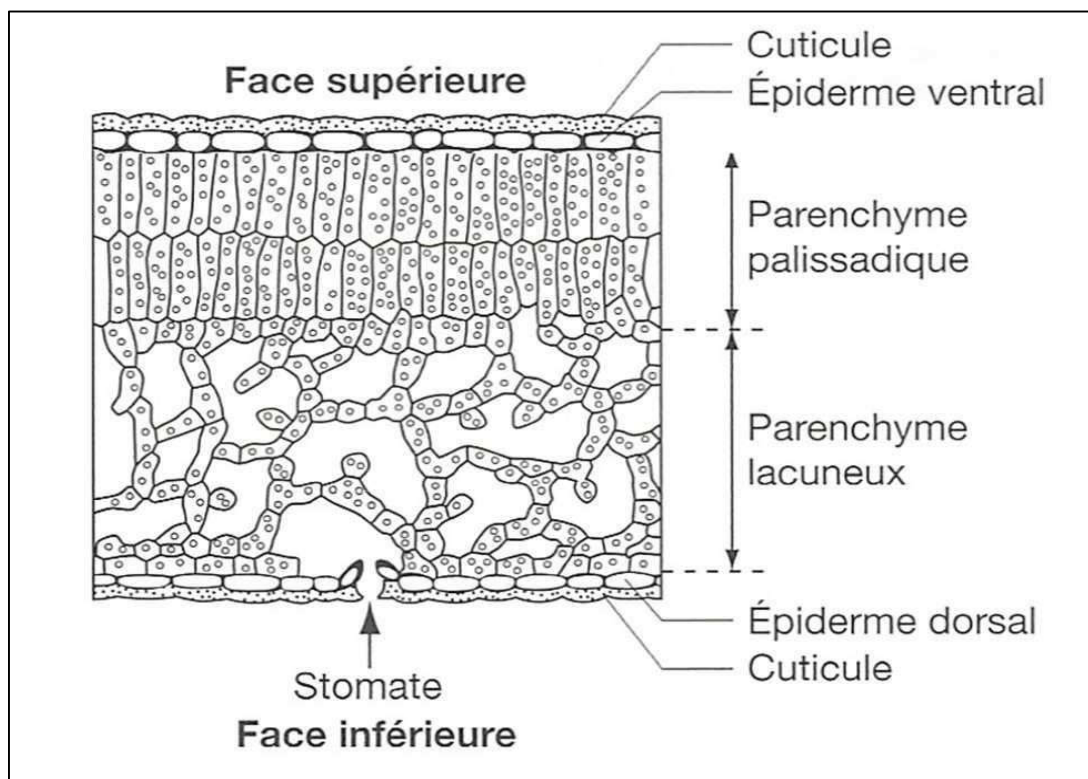


FIGURE 6: Coupe de transversale de feuille montrant le parenchyme hétérogène. (BERTHET, J.2006)

II.5. Les tissus de soutiens

Bien que chez la plupart des plantes le port et le maintien de leur structure dépendent des pressions hydrostatiques qui s'exercent contre la paroi ou de la présence des tissus vasculaire lignifiés, il existe des tissus dont le rôle principal est de servir d'éléments de renforcement ou de soutien. Les deux principaux tissus de soutien sont le collenchyme et le sclérenchyme.

Les cellules du collenchyme peuvent être considérées comme des cellules parenchymateuses, spécialisées dans le soutien des tissus jeune.

Les cellules du sclérenchyme, sont au contraire éparpillées dans la plante, à la fois dans les tissus primaires et secondaires. Il existe deux types de sclérenchymes : les sclérites (ou cellules scléreuses) et les fibres. (WILLIAM et HOPKING. 2003).

. Le Collenchyme

C'est le tissu de soutien des organes jeunes et en croissance, situé en général sous l'épiderme des tiges et des pétioles, caractérisé par des cellules vivantes plus ou moins allongées, dépourvues de paroi secondaires, dont les parois primaires sont épaisses par un dépôt de cellulose, ce qui confère à la plante une grande résistance. On peut distinguer trois types d'épaississement :

- *Annulaire : dépôt de cellulose uniformément réparti tout autour de la paroi
- *Angulaire : épaississement cellulosique de la paroi au niveau des ongles
- *Tangentiel : épaississement des parois tangentielles (uniquement les parois parallèles à la surface externe) (BREUIL, M. 2009)

II.6. Les tissus conducteurs

Les tissus conducteurs des Angiospermes sont le xylème et le phloème. Le xylème conduit la sève brute (eau+sel minéraux) minéraux puisés dans le sol par les racines, le phloème conduit la sève élaborée (substances organiques provenant de la photosynthèse) vers tous les organes de la plante. Le xylème et le phloème sont étroitement associés et forment le système vasculaire qui assure les corrélations entre les différentes parties de la plante. (SPERANZA et al., 2005).

Une zone génératrice appelée cambium libéro-ligneux se met entre le xylème primaire et le phloème primaire, sa différenciation donne naissance à des tissus conducteurs secondaires appelés xylème secondaire (le bois) et phloème secondaire (le liber). (REECE et al., 2012).

II.7. Les tissus sécréteurs

Ce sont des tissus spécialisés dans la synthèse et la sécrétion de certaines substances (essences, latex.....ect). Ces tissus peuvent accumuler les produits synthétisés au sein de leurs cellules ou bien les rejeter hors de celles-ci dans des cavités ménagées dans les organes, c'est le cas d'excrétion des produits sécrétés. On peut distinguer deux catégories de tissus sécréteurs :

Tissus sécréteurs externes comme l'épiderme et les poils sécréteurs

Tissus sécréteurs internes comme les poches et les canaux sécréteurs (SPERANZA et al., 2005).

II.8. Les méristèmes secondaires

Les méristèmes secondaires n'existent que chez les gymnospermes et les angiospermes dicotylédones, ils sont constitués de cellules à contour rectangulaires disposées en rangées régulières. La vacuole est très développée, le noyau est localisé à la périphérie des cellules.

Les méristèmes secondaires assurent la croissance des organes en largeur, ils sont constitués de deux assises génératrices : l'assise génératrice subéro-phellodermique et l'assise génératrice libéroligneuse (FERRA C.1980)

II.8.1. Les tissus conducteurs secondaire

Ce sont des tissus conducteurs des sèves brute et élaborée dans le végétal. Ils proviennent du fonctionnement des méristèmes secondaires libéro-ligneux ou cambium, et donc présents dans les organes âgés des Angiospermes dicotylédones (tige, feuille et racine). La zone génératrice donne naissance à deux tissus conducteurs secondaires : le liber (phloème secondaire) dirigé vers l'extérieur et le bois (xylème secondaire) dirigé vers l'intérieur. (SADINE S E. 2012)

II.8.2. Les tissus protecteurs secondaires

Les tissus protecteurs secondaire sont formés à partir d'une zone génératrice appelée zone subéro-phellodermique (phellogène) qui est un méristème secondaire cortical mis en place par dédifférenciation de cellules de parenchyme cortical sous épidermique et parfois de l'épiderme, destiné à produire : vers l'extérieur, du suber (liège), un tissu de protection constitué par un manchon de cellules mortes imperméables contenant de la subérine. Vers l'intérieur, il forme un tissu vivant, le phelloderme qui joue un rôle assimilateur ou de réserve. , (JACKSON. 2012)

L'association suber-phelloderme-phellogène s'appelle périderme. Il n'existe pas de phellogène au sens strict chez les Monocotylédones mais il est bien présent chez les angiospermes dicotylédones.

II.9. Anatomie des coupes histologiques

II.9.1.La tige

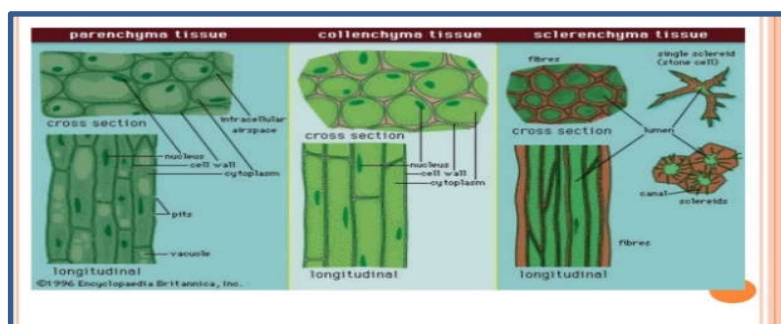
La tige est la portion de l'axe qui est presque toujours aérienne et porte les organes verts de l'assimilation qu'on appelle les feuilles. Mais souvent chez les plantes qui vivent plusieurs années (vivaces), une partie de la tige végète dans le sol et il s'y emmagasine, durant l'hiver des matières nutritives de réserve qui permettent au végétal de donner de nouvelles pousses au printemps. Il y a donc deux sortes de tiges: les tiges souterraines et les tiges aériennes. On donne le nom de souche à la portion

basilaire de la tige souvent renflée, enfoncée dans le sol et d'où partent les faisceaux de racines (FARINEAU et GAUDRY. 2006)

II.9.2. La feuille

La feuille est un membre porté par la tige au nœud et ordinairement aplati perpendiculairement à l'axe de la tige. Elle n'est divisible en deux moitiés symétriques ou du moins similaires, que par un seul plan passant par l'axe de la tige; elle est bilatérale. Son côté inférieur, externe ou dorsal, diffère plus ou moins de sa face supérieure, interne ou ventrale ; elle est donc aussi dorsiventrale.

Partie constitutive de la feuille .Une feuille complète comprend trois parties: la gaine, base dilatée par où elle s'attache au pourtour du noeud, en enveloppant plus ou moins la tige à la façon d'un étui; le pétiole, prolongement grêle plus ou moins long; et le limbe, lame verte aplatie qui est la partie essentielle de la feuille. (PHILIPPE, 1891).



les types de tissus présents dans une coupe anatomique d'une plante. (<http://ecohabib.jimdo.com>)

II.9.3. Les stomates

Parmi les cellules stomatiques, deux chloroplastes, appelées cellules de garde, sont logées dans l'épiderme formé de grosses cellules contenant des cellules non chlorophylliennes. Elles présentent au niveau de leur partie commune un épaissement cellulosique qui rend possible leur déformation lorsque l'eau afflue après une augmentation brutale de pression osmotique dans le milieu cellulaire. Initialement jointives à l'état de plasmolyse, les cellules de garde se déforment alors à l'état de turgescence et laissent un espace entre elles, une sorte de pore appelé ostiole. Cet orifice limite l'accès de l'air aux chambres stomatiques du parenchyme lacuneux (FARINEAU et GAUDRY., 2006).

Nous pouvons distinguer les principaux types suivants:

- Anomocytique: se dit d'un stomate qui est entouré d'un nombre restreint de cellule dont la taille et la forme semblable à celle d'autres cellules épidermiques.
- Paracytique : se dit d'un stomate qui possède deux cellules annexes disposées parallèlement à l'ostiole.
- Anisocytique: c'est un stomate qui possède trois cellules annexes de tailles inégales.
- Diacytique: c'est un stomate qui possède deux cellules annexes disposés perpendiculairement à l'ostiole. (DOUZET, 2007)

II.9. 4. Les poils

Les poils végétaux (ou trichomes): sont des excroissances filiformes fines qui proviennent des cellules épidermiques des différents organes de la plante. Ils sont clairement visibles lors de l'observation de coupes anatomiques au microscope. On distingue principalement deux types de trichomes : les trichomes glandulaires, qui sécrètent des substances chimiques telles que des huiles ou des résines, et les trichomes non glandulaires, qui assurent une protection mécanique. Ces structures jouent un rôle crucial dans la réduction de la perte d'eau par évaporation, la défense

contre les insectes et autres agents pathogènes, ainsi que dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux, notamment dans le cas des poils absorbants des racines. Présents sur les tiges, les feuilles et les racines, les trichomes constituent une adaptation morphologique importante permettant aux plantes de survivre dans des conditions environnementales variées.

(عبد الرحمن، عبد الفتاح 2005)

Chapitre III

Matériels et méthodes

Au cours de ce chapitre, nous allons examiner les différentes étapes du travail en laboratoire, portant sur certaines espèces végétales. Cela inclut la préparation des échantillons, ainsi que l'utilisation du microscope optique à travers la réalisation de coupes longitudinales et transversales au niveau de la tige et de la feuille de chaque plante.

Sites d'échantillonnage :

Au niveau du terrain nous avons récolté 12 espèces appartenant à 4 familles botaniques tableaux (O1). Les principales plantes spontanées vivaces les de différents région de la région de du Sahara septentrional .

Tableau 01 : Période de prélèvement des espèces:

Saisons	Familles	Nom scientifique	Nom vernaculaire (En arabe)	Dates de prélèvement	Zone de prélèvement
Hiver Printemps	Chenopodiaceaes	<i>Anabasis articulata</i>	باقل	23/02/2025	banlieue de Mqarin
		<i>Salsola foetida</i>	الجل	13/04/2025	Désert de Al raciba
Hiver		<i>Salsola tetragona</i>	بلبال	23/02/2025	banlieue de Mqarin
		<i>Traganum nudatum</i>	الضمران	24/02/2025	banlieue de Mqarin
Printemps	Poaceae	<i>Polypogon monspeliensi</i>	ذيل فار	12/03/2025	Désert de Touggourt-El Oued
		<i>Aristida pungens</i>	الدرين	12/03/2025	Désert de Alraciba
		<i>Phragmites communis</i>	قصب	13/03/2025	Désert de Touggourt-El Oued

		<i>Setaria verticillata</i>	لافة	20/03/2025	Désert de Al rabah
		<i>Aristida obtuse</i>	السليان	16/03/2025	Désert de Al raciba
	Zygophyllaceae	<i>Peganum harmala</i>	الحرمل	20/03/2025	Désert de Al rabah
		<i>Zygophyllum album</i>	بوقريية	17/03/2025	Désert de Al rabah
	Cyperaceae	<i>Cyperus conglomeratus</i>	السعد	16/03/2025	Désert de Alraciba

III- Les travaux sur laboratoire:

III -1 Matériels et réactifs utilisées:

III -1-1 Matériels:

Pour la réalisation de notre travail, nous avons utilisé le matériel suivant :

- Microtome pour l'affectation des coupes épidermiques
- Boîte à dissection pour les différentes manipulations d'isolement des épidermes
- La lame et lamelles pour monter les coupes d'observation
- Microscope optique à camera relié à un ordinateur pour l'observation et la photographier les épidermes.

III -1-2 les réactifs utilisés:

-eau de javel pour détruire le contenu cellulaire des épidermes.

- Huile de glycérine pour conserver les échantillons

III -1-3Méthodologie de calcule :

à l'aide de logiciel Motic Image et le calcule de densité à l'aide de la formule suivant:

Selon TIMMERMAN (1927), qui ont trouvé que la densité stomatique c'est le

rapport du nombre de stomate par unité de surface sur les faces inférieure ou supérieure des feuilles.

Densité des stomates (stomates /mm² nombre des stomates / la surface 1mm²)

III -2 Préparation et observation des coupes anatomique :

Les techniques d'obtention des épidermes sont nombreuses. La méthode utilisée dérive de celles-ci:

Lorsque la plante est fraîchement récoltée, le prélèvement des épidermes peut être aisé. Ce n'est pas le cas pour les échantillons secs qui doivent d'abord être ramollis. Pour cela, ils sont portés à ébullition dans l'eau pendant 5 mn puis laissés durant 48 h dans une solution « alcool à 90° et eau » (à parties égales) et enfin portés à nouveau à ébullition pendant 15 mn . Le contenu cellulaire est ensuite détruit (à l'exception des phytolithes et cristaux) en plongeant l'épiderme décollé dans un verre de montre contenant de l'eau de Javel additionnée de 3 gouttes d'alcool à 90°. L'alcool, utilisé en faible quantité, ne fait pas précipiter l'eau de Javel et permet une meilleure destruction du contenu cellulaire

Pour l'étude anatomique des plantes fraîche à épidermes charnues nous avons suivie les étapes ci-dessous :

a. Réalisation des coupes :

On effectue des coupes minces longitudinales au niveau tiges et des feuilles à l'aide d'un microtome, ensuite on choisira meilleures à la fin de l'opération pour l'observation microscopiques

b. Traitement des coupes dans l'eau de javel:

L'épiderme réalisé est placée dans l'eau de javel pendant 15

à 20mn. Pour éliminer les traces de chlorophylle

C. Lavage :

laver Les épidermes réalisés par l'eau distillée plusieurs fois pour éliminer les traces de l'eau de javel

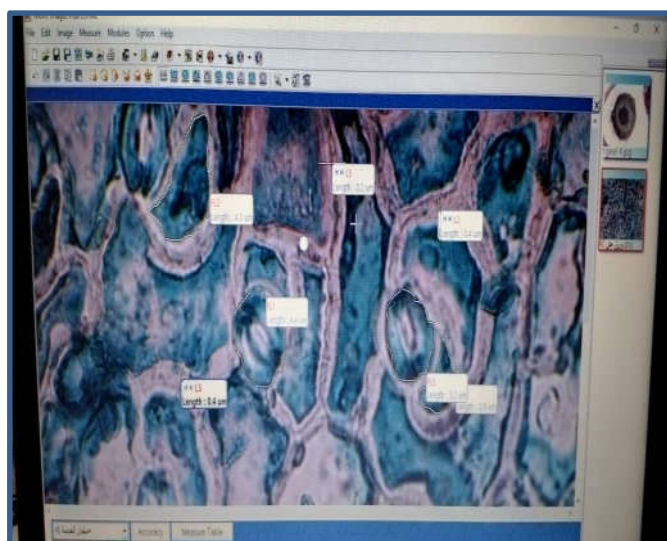
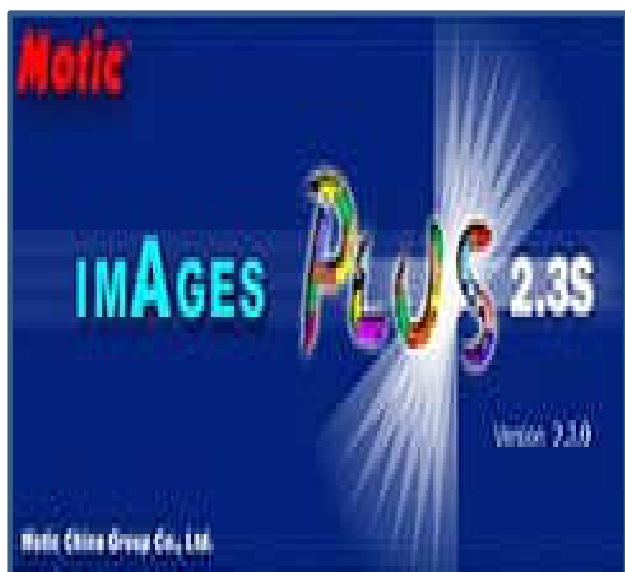
E. Montage l'échantillon entre lame et lamelle :

On a maitres les meilleures échantillons obtenues entre lames et lamelles avec ajouté quelques goutte de glycérine.

F. Photographie et observation

On a procéder tous les lames préparé à l'observation microscopique à différent grossissement dans notre cas on a utilisée le (Gx 100 et Gx 400) c'est les meilleurs grossissement qui nous a permet à étudier nos coupes.

Application Motic images :



Motic images plus:

L'application Motic Images Plus est un outil technologique avancé conçu pour connecter les microscopes numériques de la société Motic aux ordinateurs ou aux smartphones. Elle permet aux utilisateurs d'afficher en haute résolution les images et les vidéos capturées par le microscope sur un écran externe. Cette application offre la possibilité de prendre des photos fixes, d'enregistrer des vidéos, ainsi que d'utiliser divers outils d'analyse, tels que la mesure des longueurs, des angles et des surfaces. Elle permet également d'ajouter des annotations explicatives aux images, ce qui en fait un outil efficace dans les domaines de l'enseignement et de la recherche scientifique. En outre, Motic Images Plus propose plusieurs options pour sauvegarder et partager les données, facilitant ainsi la documentation scientifique. Elle est largement utilisée dans les laboratoires éducatifs et médicaux pour l'étude des micro-organismes et des tissus. Selon le site officiel de Motic, l'application est compatible avec plusieurs systèmes d'exploitation, notamment Windows, macOS et Android, ce qui la rend accessible et flexible pour différents utilisateurs (Motic, 2023).

Chapitre IV

Résultats & discussion

À travers l'étude anatomique des plantes et les observations réalisées en laboratoire, nous avons obtenu les résultats suivants pour chaque espèce, individuellement. Ces analyses ont permis de mieux comprendre leur structure interne ainsi que les mécanismes d'adaptation qu'elles développent face aux conditions de leur environnement.

IV.1 Résultats anatomique

IV . 1.1 Famille Chenopodiaceae

IV .1.1.1 *Anabasis articulata*:

" *Anabasis articulata* " est un arbuste bas aux tiges cylindriques de couleur jaune, portant de courtes pousses semblables à des bourgeons, dont la couleur évolue du vert au rouge avec l'âge. Plante halophile, elle pousse dans des sols très salins et humides, en particulier en bordure immédiate des chotts. Elle est largement répandue dans le nord du Sahara et les régions présahariennes, mais présente un faible intérêt pastoral pour les dromadaires. (chahma.2006)



Photo n°1 : *Anabasis articulata*

Chez l'espèce '*Anabasis articulata*', les coupes anatomiques (Photo 02) de l'épiderme foliaire montrent que la structure épidermique est constituée de cellules de forme " Allongée", d'une surface de $244.9 \mu\text{m}^2$.

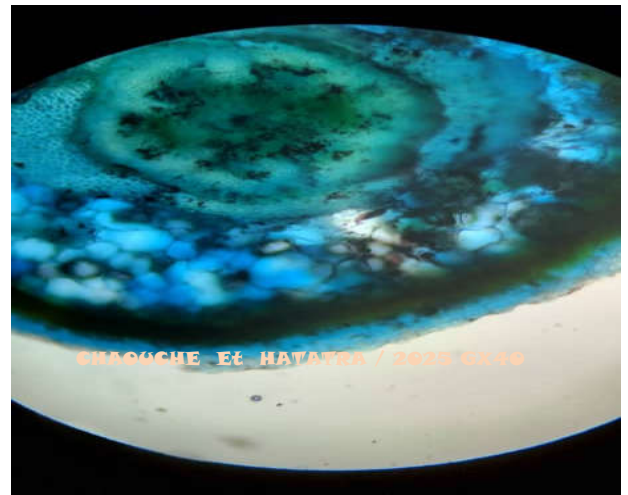
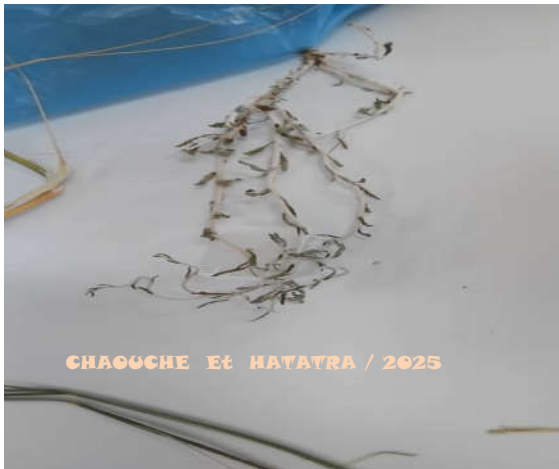
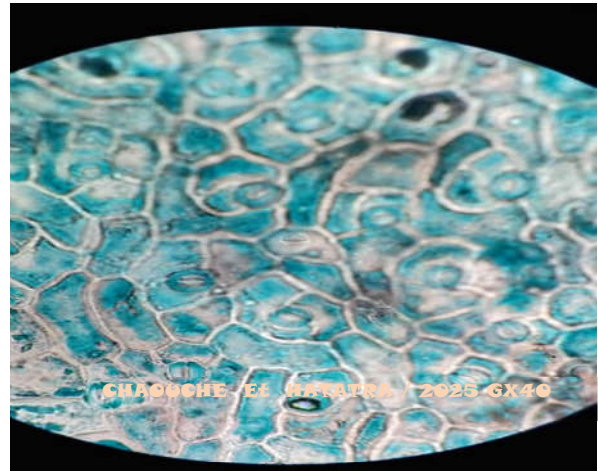


Photo n°2 : Epiderme d' *Anabasis articulata* tige)

IV .1.1.2 *Salsola foetida*Photo n°3 *Salsola foetida*Photo n°4 : Epiderme *Salsola foetida* (feuille)

Cet arbuste pérenne, caractérisé par ses groupes denses et son odeur âcre verte claire et des feuilles charnues, courtes et alternes, adaptées aux environnements arides. Il prospère dans les régions désertiques recouvertes de sable grossier, où il est rare dans le désert septentrional mais relativement fréquent dans les étendues occidentales, centrales et méridionales. Sa floraison survient entre mars et avril. Bien qu'il soit disponible en milieu naturel, sa valeur fourragère demeure limitée, les herbivores le consommant rarement en raison de ses propriétés organoleptiques peu attrayantes. Cette plante illustre ainsi une remarquable adaptation écologique, bien que son intérêt pastoral soit modeste. (chahma.2006)

L'espèce "*Salsola foetida* "

(الجل) les coupes anatomiques (photos 04) de l'épiderme de la feuille montre que la structure de l'épiderme est constituée par des cellules de forme "polygonale", en disposition "régulière", avec une surface de $4.3 \mu\text{m}^2$.

comme les coupes illustrent la présence des stomates de type "Anisocytique", avec un paramètre moyen à l'ordre $4.4 \mu\text{m}$, et la longueur de $54.6 \mu\text{m}$ la densité des stomates moyens calculée est de 10 stomate/ mm^2 , où un stomate est entouré de « quatre » cellules épidermiques.

A partir de la coupe anatomique transversale (photo 05) de la tige de l'espèce "*Salsola foetida* ", nous constatons que cette dernière est constituée par des formes cellulaires (Arrondies) et "irrégulières", avec un périmètre moyen à l'ordre de $15,76 \mu\text{m}$, et la présence de vaisseaux corticaux. Nous constatons également sur ce site une absence totale de lacunes. (Ostomates).

Photo n°5 : Epiderme *Salsola foetida* (tige)

IV.1.1.3. *Salsola tetragona*

Arbuste désertique pérenne de petite taille, aux tiges ramifiées et aux feuilles coriaces de couleur grisâtre. Il pousse dans les terrains caillouteux et se répand de manière relativement étendue à travers le désert. Sa floraison a lieu en novembre et décembre, et il constitue une source essentielle de pâturage pour les chameaux grâce à sa grande résistance à la sécheresse. (Chahma 2006)



Photo n°6 : *Salsola Tetragona*'

Chez l'espèce '*Salsola Tetragona*' (البلبال), les coupes anatomiques (Photo 07) de l'épiderme foliaire montrent que la structure épidermique est constituée de cellules de forme " polygonale ", d'une surface de $263.8 \mu\text{m}^2$.

Nous constatons également sur ce site une absence totale de lacunes.(Ostomates)



Photo n°7 : Epiderme *Salsola Tetragona*'
(tige)

IV .1.1.4 *Traganum nudatum*

Cette plante viv forme d'un arbuste et mesure entre 15 et 40 cm de hauteur, se distingue par ses tiges ramifiées et ses petites feuilles charnues. Ses fleurs se regroupent en amas laineux et conservent leur forme même pendant les longues périodes de sécheresse. Elle pousse dans les zones rocheuses et les plateaux arides, et est largement répandue dans le nord et le centre du Sahara. (chahma.2006)



Photo n°8 : *Traganum nudatum*

L'espèce "*Traganum nudatum*", les coupes anatomiques (photos 09) de l'épiderme de la feuille montre que la structure du l'épiderme est constituée par des cellules de forme "polygonle", en disposition "régulière", avec de surface de $351.4 \mu\text{m}^2$.

comme les coupes illustre la présence des stomates de type "paracytique", avec de paramètre moyane a l'ordre $199.4 \mu\text{m}$, et la longer de $60.7 \mu\text{m}$, la densité des stomates moyens calculée est de 18 stomate/ mm^2 , où un stomate est entouré de « deux » cellules.

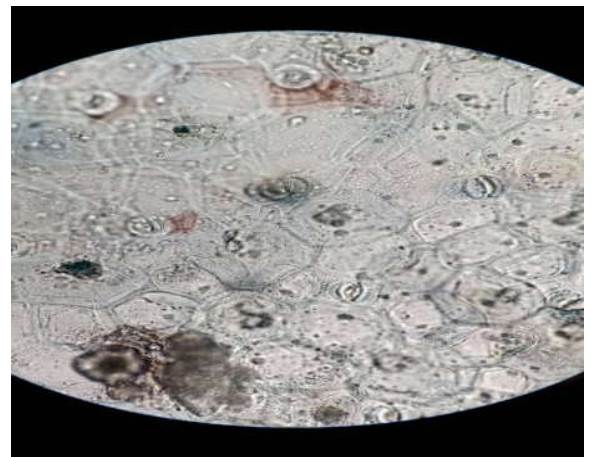
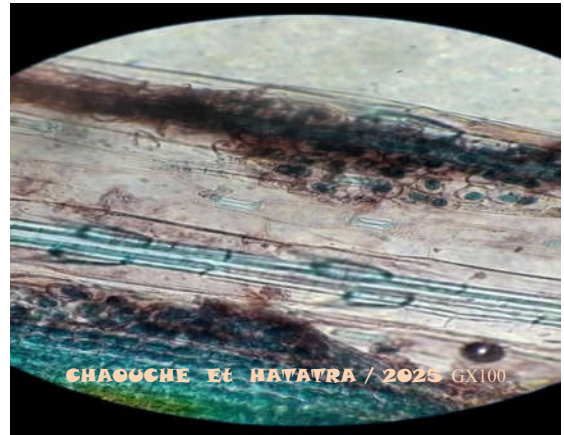


Photo n°9 : Epiderme *Traganum nudatum* (feuille)

IV.1.2 Famille Poaceae

IV .1.2.1 *Polypogon monspeliensi*Photo n°10 : *polypogon monspeliensi*Photo n°11 : Epiderme *polypogon monspeliensi* (feuille)

Polypogon monspeliensi est une plante des régions méditerranéennes et tropicales, largement répandue à travers tout le Sahara.

C'est une plante annuelle dont la hauteur varie entre 10 et 50 centimètres.

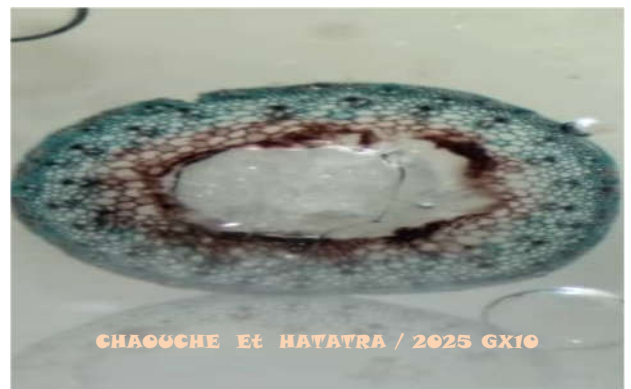
Son inflorescence est de forme cylindrique, couverte de poils fins et soyeux, en raison des longues arêtes des glumes.

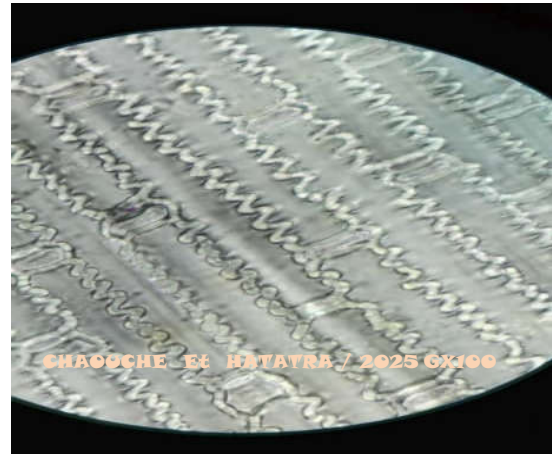
Chaque épillet ne contient qu'une seule fleur (Lahmadi et al., 2013).

L'espèce "*polypogon monspeliensi*", les coupes anatomiques (photos 11) de l'épiderme de la feuille montre que la structure du l'épiderme est constituée par des cellules de forme "Rectangulaire", en disposition "régulière", avec de surface de $466.84 \mu\text{m}^2$.

comme les coupes illustre la présence des stomates de type "daicytique", avec de paramètre moyane a l'ordre $606.9 \mu\text{m}$, et la longer de $354.4 \mu\text{m}$, la densité des stomates moyens calculée est de 1 stomate/ mm^2 , où un stomate est entouré de « quatre » cellules.

A partir de la coupe anatomique transversale (photo 12) de la tige de l'espèce "*polypogon monspeliensi*", nous constatons que cette dernière est costituée par des formes des cellules (Arrondie)et "régulier";, avec de périmètre moyenne à l'ordre de $15,28 \mu\text{m}$,et La présence de vaisseaux corticaux. Nous constatons également sur ce site une absence totale de lacunes.(Ostomates).

Photo n°12 : Epiderme *polypogon monspeliensi* (tige)

IV .1.2.2 *Aristida pungens*Photo n°13 : *Aristida pungens*Photo n°14 : Epiderme *Aristida pungens* (feuille)

une plante pérenne du désert, remarquable par sa robustesse et sa capacité d'adaptation aux milieux sablonneux. Dépassant un mètre un système racinaire étendu qui facilite son implantation dans les sols arides. On le trouve largement dans les régions désertiques, notamment sur les dunes, où il joue un rôle écologique essentiel. Son cycle de floraison se déroule principalement en avril et mai. (Chahma 2006)

L'espèce "*Aristida pungens*" (درين), les coupes anatomiques (photos 14) de l'épiderme de la feuille montre que la structure du l'épiderme est constituée par des cellules de forme "Rectangulaire", en disposition "régulière", avec de surface de $503,5 \mu\text{m}^2$.

comme les coupes illustre la présence des stomates de type "daicytique", avec de paramètre moyane a l'ordre $574,85 \mu\text{m}$, et la longer de $200,08$, la densité des stomates moyens calculée est de 1 stomate/mm², où un stomate est entouré de « quatre » cellules.

A partir de la coupe anatomique transversale (photo15) de la tige de l'espèce "*Aristida pungens*" (درين), nous constatons que cette dernière est costituée par des formes des cellules (Arrondie)et "régulier", avec de périmètre moyenne à l'ordre de $18,2\mu\text{m}$, et La présence de vaisseaux corticaux.

Nous constatons également sur ce site une absence totale de lacunes.(Ostomates).

Photo n°15 : Epiderme *Aristida pungens* (tige)

IV 1.2.3 *phragmites communis*

Photo n°16 : Epiderme
phragmites comminus (feuille)

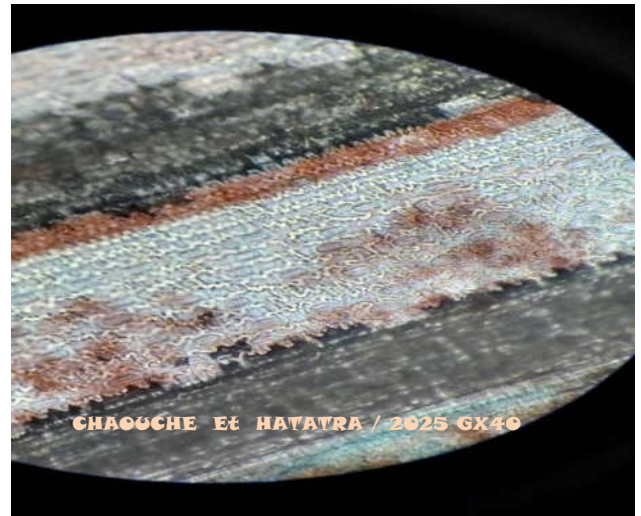


Photo n°17 : *phragmites comminus*

"*phragmites comminus*", est une plante vivace à rhizomes rampants, produisant de nombreuses tiges rigides et élancées pouvant atteindre jusqu'à 4 mètres de hauteur. Ses feuilles, glauques, alternes et longuement acuminées, possèdent des ligules courtes et ciliées. L'inflorescence, de couleur brun jaunâtre, est composée d'un grand nombre d'épillets. (Chahma. 2006)

L'observation microscopique de l'épiderme de cette espèce au niveau des feuilles (photo 17) montre que la structure du l'épiderme est constituée par des cellules de forme "Rectangulaire", en disposition "régulière", avec de surface de $309.58 \mu\text{m}^2$. la photo illustre la présence des stomates de type "paracytique", avec de paramètre moyenne a l'ordre $25.8 \mu\text{m}$, et la longer de 6.5 , la densité des stomates moyens calculée est de 32stomate/mm^2 .

A partir de la coupe anatomique transversale (photo 18) de la tige de l'espèce "*Phragmites comminus*", nous constatons que cette dernière est constituée par des formes des cellules (Arrondie)et "régulier"; avec de périmètre moyenne à l'ordre de $16,5 \mu\text{m}$, et La présence de vaisseaux corticaux. Nous constatons également sur ce site une absence totale de lacunes.(0stomates).

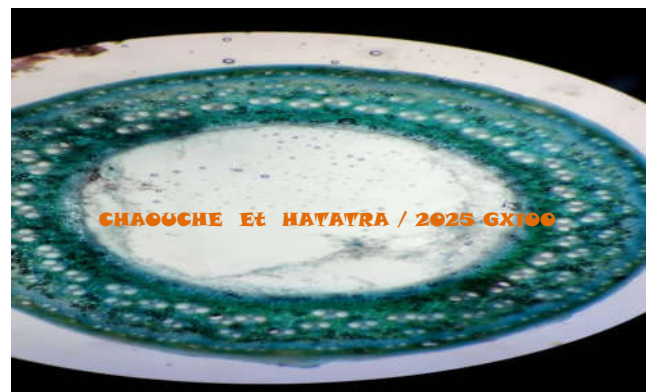
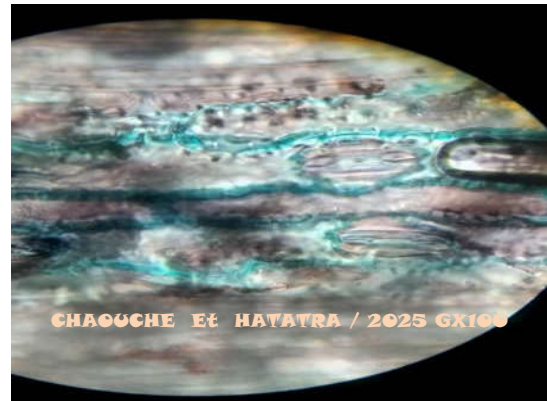


Photo n°18 : Epiderme *phragmites comminus* (tige)

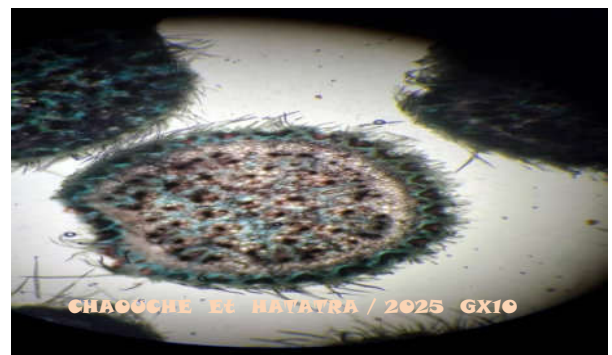
IV 1.2.4 *Setaria verticillata*Photo n°19 : *Setaria verticillata*Photo n°20 : Epiderme *Setaria verticillata* (feuille)

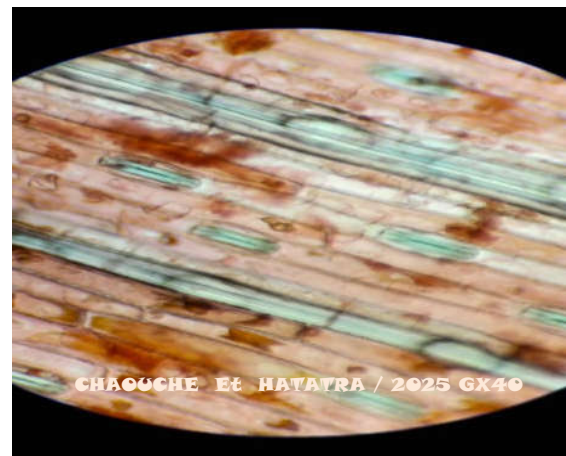
L'arbuste en question est une petite plante vivace caractérisée par des tiges ramifiées et des rameaux tétragones bien définis, ainsi que des feuilles coriaces de couleur grise. Il se développe dans les sols caillouteux et colonise de vastes superficies. Sa distribution géographique couvre l'ensemble du désert où il fleurit en novembre et décembre. Cette espèce végétale est considérée comme essentielle pour le pâturage, en particulier pour les chameaux, en raison de sa remarquable capacité à tolérer la sécheresse.
(2006. حليس)

L'espèce "*Setaria verticillata*", les coupes anatomiques (photo 20) de l'épiderme de la feuille montre que la structure du l'épiderme est constituée par des cellules de forme "Rectangulaire", en disposition "régulière", avec de surface de $402.6\mu\text{m}^2$.

comme les coupes illustre la présence des stomates de type "paracytique", avec de paramètre moyane a l'ordre $607.8\mu\text{m}$, et la longer de 198.3 la densité des stomates moyens calculée est de $1\text{stomate}/\text{mm}^2$, où un stomate est entouré de « deux » cellules.épidermique

A partir de la coupe anatomique transversale (photo 21) de la tige de l'espèce "*Setaria verticillata*" nous constatons que cette dernière est costituée par des formes des cellules (Arrondie)et "irrégulier";, avec de périmètre moyenne à l'ordre de $36,3\mu\text{m}$, et La présence de vaisseaux corticaux. Nous constatons également sur ce site une absence totale de lacunes.(Ostomates).

Photo n°21 : Epiderme *Setaria verticillata* (tige)

IV .1.2.5 *Aristida obtusa*Photo n°22 : *Aristida obtusa*Photo n°23 : Epiderme *Aristida obtusa* (feuille)

Cette graminée saharienne se caractérise par une morphologie en touffes denses n'excédant pas 30 cm de hauteur, avec des tiges rigides et des feuilles courtes, effilées et fortement recourbées. Elle se développe principalement après les précipitations, dans des habitats sablonneux ou rocaillieux, notamment sur les regs et dans les lits d'oueds. Endémique du Sahara, elle est largement répandue dans cette région. Sa période de floraison s'étend d'avril à mai. Sur le plan pastoral, cette espèce présente un intérêt majeur en tant que ressource fourragère de qualité pour le bétail. (Chahma 2006)

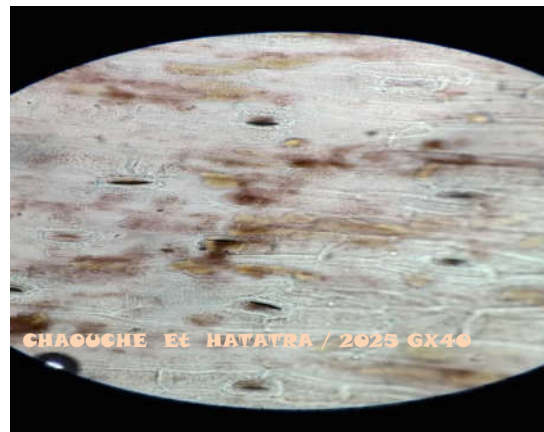
L'espèce "*Stipagrostis Obtusa*", les coupes anatomiques (photos 23) de l'épiderme de la feuille montre que la structure du l'épiderme est constituée par des cellules de forme "Rectangulaire", en disposition "régulière", avec de surface de $502.8\mu\text{m}^2$.

comme les coupes illustre la présence des stomates de type "diacytique et Anisocytique", avec de paramètre moyane a l'ordre $420.5\mu\text{m}$, et la longer de 207.3 la densité des stomates moyens calculée est de $4\text{stomate}/\text{mm}^2$, où un stomate est entouré de « deux » cellules.épidermique

A partir de la coupe anatomique transversale (photo 24) de la tige de l'espèce "*polypogon monspeliensis*" , nous constatons que cette dernière est costituée par des formes des cellulens (Arrondie)et "irrégulier"., avec de périmètre moyenne à l'ordre de $15,70\mu\text{m}$,et La présence de vaisseaux corticaux Nous constatons également sur ce site une absence totale de lacunes.(Ostomates)

Photo n°24 : Epiderme *Aristida obtusa* (tige)

IV .1.3 Famille Zygophyllaceae

IV .1.3.1 *Peganum harmala*Photo n°25 : *peganum harmala*Photo n°26 : Epiderme *peganum harmala* (feuille)

Plante vivace à touffes vert foncé, atteignant 50 cm. Feuilles très fines, fleurs blanches, fruits sphériques à graines noires. Elle pousse dans les sols sablonneux, même en ville. Très présente dans les hauts plateaux et le nord du Sahara. Floraison : mars-avril.

(chahma.2006)

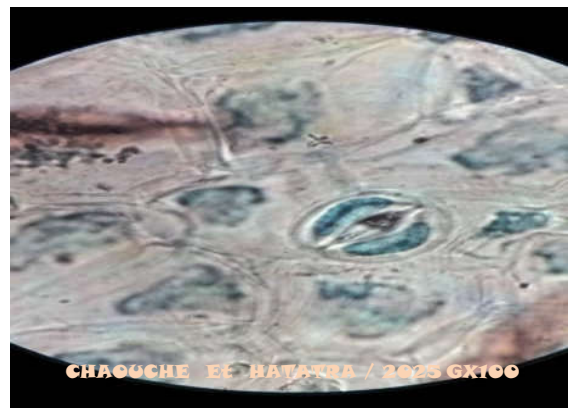
L'espèce "*peganum harmala*"

(الحرمل) les coupes anatomiques (photos 26) de l'épiderme de la feuille montre que la structure du l'épiderme est constituée par des cellules de forme "polygonale", en disposition "irrégulier", avec de surface de $508.4 \mu\text{m}^2$.

comme les coupes illustre la présence des stomates de type "Anisocytique", avec de paramètre moyane a l'ordre $305.1 \mu\text{m}$, et la longer de 275.7 la densité des stomates moyens calculée est de $5\text{stomate}/\text{mm}^2$, où un stomate est entouré de « trois » cellules.épideémique

A partir de la coupe anatomique transversale(photo 27) de la tige de l'espèce "*peganum harmala*", nous constatons que cette dernière est costituée par des formes des cellules (polygonale)et "irrégulier", avec de périmètre moyenne à l'ordre de $33,3 \mu\text{m}$, et La présence de vaisseaux corticaux. Nous constatons également sur ce site une absence totale de lacunes.(Ostomates).

Photo n°27 : Epiderme *peganum harmala* (tige)

IV 1.3.2 *Zygophyllum album*Photo n°28 : *Zygophyllum album*Photo n°29 : Epiderme *Zygophyllum album* (feuille)

une plante désertique aux feuilles succulentes recouvertes d'une fine couche blanche qui devient jaune ou orangée avant de tomber. Elle fleurit à la fin du printemps, produisant de petites fleurs blanches et des fruits à cinq lobes. Grâce à sa grande capacité d'adaptation, elle peut pousser dans des environnements salins, ce qui lui permet de survivre aux conditions extrêmes du désert.

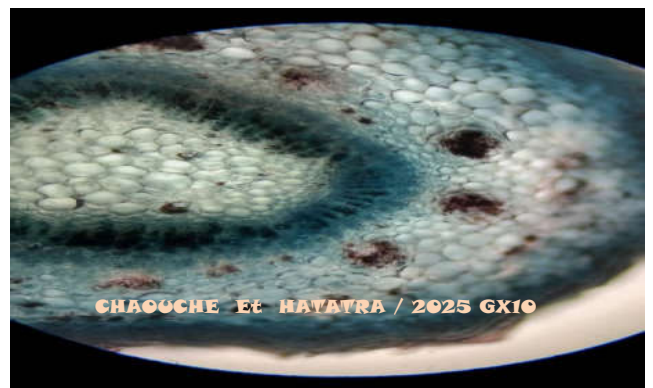
(حليس. 2007)

L'espèce "*Zygophyllum album*", les coupes anatomiques (photos 29) de l'épiderme de la feuille montre que la structure du l'épiderme est constituée par des cellules de forme "polygonale", en disposition "régulière", avec de surface de $440.4 \mu\text{m}^2$.

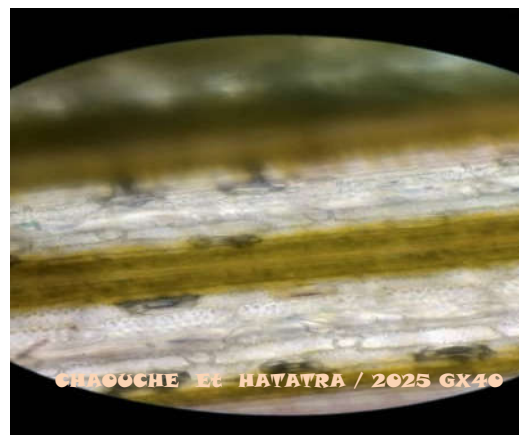
comme les coupes illustre la présence des stomates de type "paracytique et Anisocytique", avec de paramètre moyane a l'ordre $509.5 \mu\text{m}$, et la longer de $9.9 \mu\text{m}$, la densité des stomates moyens calculée est de 8 stomate/ mm^2 , où un stomate est entouré de « quatre » cellules.

A partir de la coupe anatomique transversale (photo 30) de la tige de l'espèce "*Zygophyllum album*" nous constatons que cette dernière est constituée par des formes des cellules (polygonale) et "irrégulier";, avec de périmètre moyenne à l'ordre de $20,6 \mu\text{m}$, et La présence de vaisseaux corticaux.

Nous constatons également sur ce site une absence totale de lacunes.(Ostomates).

Photo n°30 : Epiderme *Zygophyllum album* (tige)

IV .1.4 famille Cyperaceae

IV 1.4.1 *Cyperus conglomeratus*Photo n°31 : *Cyperus conglomeratus*Photo n°32 : Epiderme d' *Cyperus conglomeratus* (feuille)

C'est une plante sauvage qui vit longtemps. On la trouve dans la région de Souf. Elle est petite (moins de 50 cm). Elle a des racines noires sous la terre et des tiges qui rampent. Ses feuilles sont fines et vert jaune. La tige est courte. Elle fait des fleurs au printemps et au début de l'été. Elle pousse dans les dunes de sable et elle vit dans les régions désertiques du monde arabe.

(2007. حليس.)

L'espèce "*Cyperus conglomeratus*" les coupes anatomiques (photo 32) de l'épiderme de la feuille montre que la structure du l'épiderme est constituée par des cellules de forme "Rectangulaire", en disposition "régulière", avec de surface de $391.6\mu\text{m}^2$.

comme les coupes illustre la présence des stomates de type "diacytique", avec de paramètre moyane a l'ordre $288.2\mu\text{m}$, et la longer de $97.6\mu\text{m}$, la densité des stomates moyens calculée est de 1 stomate/ mm^2 , où un stomate est entouré de « deux » cellules.

A partir de la coupe anatomique transversale (photo 33) de la tige de l'espèce "*Cyperus conglomeratus*", nous constatons que cette dernière est constituée par des formes des cellules (Arrondie)et "régulier";, avec de périmètre moyenne à l'ordre de $14,5\mu\text{m}$, et La présence de vaisseaux corticaux
Nous constatons également sur ce site une absence totale de lacunes.(Ostomates).

Photo n°33 : Epiderme *Cyperus conglomeratus* (tige)

Le tableau 02 présente les résultats de l'analyse morphologique et anatomique des feuilles d'un ensemble de plantes, en mettant l'accent sur la description de la forme des cellules épidermiques, la surface foliaire, le type d'appareil stomatique, ainsi que le nombre de stomates par unité de surface, en plus des mesures précises des dimensions stomatiques .

Tableau 2: Caractéristiques anatomiques des feuilles des espèces végétales étudiées

Famille	Espèces	Les forme des cellules	La surface de cellule (um ²)	Le types des stomates	Densité de stomates /mm ²	Périmètres des stomates (um ²)	Longes des stomates (um)
CHENOPODIACEAE	<i>Anabasis articulata</i>	Allongée	244,9	—	—	—	—
CHENOPODIACEAE	<i>Salsola foetida</i>	Polygonale	4,3	Anomocytique	10	4,4	54,6
CHENOPODIACEAE	<i>Salsola tetragona</i>	Allongée	—	—	—	—	—
CHENOPODIACEAE	<i>Traganum nudatum</i>	Polygonale	351,4	Paracytique	18	199,4	60,7
POACEAE	<i>Polypogon monspeliensis</i>	Rectangulaire	466,84	Diacytique	1	606,9	354,4
POACEAE	<i>Aristida pungens</i>	Rectangulaire	503,5	Diacytique	1	574,85	2,08
POACEAE	<i>Phragmites communis</i>	Rectangulaire	309,85	Paracytique	32	25,8	6,5
POACEAE	<i>Setaria verticillata</i>	Rectangulaire	402,6	Paracytique	1	607,8	198,3
POACEAE	<i>Aristida obtuse</i>	Rectangulaire	502,8	Diacytique Et Anisocytique	4	420,5	207,7

ZYGOPHY LACEAE	<i>Peganum harmala</i>	Polygonal e	508,4	Paracytique	55	305,1	275,7
ZYGOPHY LACEAE	<i>Zygophyllum album</i>	Polygonal e	440,4	Paracytique Et Anisocytique	8	509,5	9,9
Cyperaceae	<i>Cyperus conglomeratus</i>	Rectangulaire	391,6	Diacytique	1	288,2	97,6

Le tableau présente une analyse précise des caractéristiques morphologiques et anatomiques des feuilles d'un ensemble d'espèces végétales appartenant à différentes familles botaniques, à travers la description de la forme des cellules épidermiques, de leur surface, du type de stomates, de leur densité, de leur périmètre et de leur longueur. Ces données mettent en évidence des différences qui existent entre les espèces, aussi bien au sein d'une même famille qu'entre différentes familles, ce qui reflète les adaptations écologiques, .

_ Dans la famille Chenopodiaceae, représentées par les espèces *Anabasis articulata*, *Salsola foetida*, *Salsola tetragona* et *Traganum nudatum*.

Chez *Anabasis articulata*, les cellules épidermiques sont de forme allongée avec une surface de $244,9 \mu\text{m}^2$, tandis qu'aucune donnée n'est disponible concernant les stomates. En revanche, *Salsola foetida* présente des cellules polygonales de petite taille ($4,3 \mu\text{m}^2$) avec des stomates de type *Anomocytique*, à une densité de 10 stomates/ mm^2 , un périmètre de $4,4 \mu\text{m}^2$ et une longueur de $54,6 \mu\text{m}$. Pour *Salsola tetragona*, les données sur la surface cellulaire ou le type de stomates ne sont pas clairement fournies, bien qu'il soit indiqué que les cellules sont allongées. En ce qui concerne *Traganum nudatum*, celui-ci se distingue par des cellules polygonales d'une surface de $351,4 \mu\text{m}^2$, et possède des stomates de type Paracytique avec une densité de 18 stomates/ mm^2 , un périmètre de $199,4 \mu\text{m}^2$ et une longueur de $60,7 \mu\text{m}$. On observe ainsi une variation marquée entre les espèces d'une même famille, en termes de forme et de surface cellulaire, ainsi que de type et densité stomatique, ce qui reflète une diversité de structure anatomique chez ces plantes.

_ Dans la famille Poaceae

représentée par les espèces *Polypogon monspeliensis*, *Aristida pungens*, *Phragmites communis*, *Setaria verticillata* et *Aristida obtusa*, toutes se caractérisent par des cellules de forme rectangulaire avec des surfaces variant de 309,85 à 503,5 μm^2 . Les types de stomates observés sont Diacytique et Paracytique, avec une densité très faible (1 stomate/ mm^2) dans la majorité des espèces, à l'exception de *Phragmites communis*, qui présente la densité la plus élevée avec 32 stomates/ mm^2 . Cela indique une différence dans le processus de transpiration entre les espèces, même au sein de la même famille. De plus, les longueurs et périmètres stomatiques varient également : *Polypogon monspeliensis* présente le plus grand périmètre (606,9 μm) et la plus grande longueur (354,4 μm), tandis que les plus faibles valeurs sont observées chez *Aristida pungens*.

_ Famille Zygophyllaceae : les espèces représentées sont *Peganum harmala* et *Zygophyllum album*. Les deux présentent des cellules polygonales. *Peganum harmala* enregistre la plus grande surface cellulaire du tableau (508,4 μm^2), avec des stomates de type paracytique, à densité élevée (55 stomates/ mm^2), un périmètre de 305,1 μm et une longueur de 275,7 μm , indiquant une efficacité élevée dans les échanges gazeux. Quant à *Zygophyllum album*, il se distingue par la présence de deux types de stomates (paracytique et anisocytique), avec une densité de 8 stomates/ mm^2 , un périmètre de 509,5 μm et une longueur de 9,9 μm , ce qui traduit un certain degré de spécialisation fonctionnelle des stomates.

Famille Cyperaceae : l'espèce *Cyperus conglomeratus* présente des cellules de forme rectangulaire avec une surface de 391,6 μm^2 , et des stomates de type diacytique à faible densité (1 stomate/ mm^2), un périmètre de 288,2 μm et une longueur de 97,6 μm , traduisant une adaptation à des environnements relativement arides via la réduction de la perte d'eau. En comparaison avec la famille Poaceae, on note une grande similarité, notamment dans la forme cellulaire et le type de stomates.

En comparant les familles botaniques, on observe que les membres de la famille Poaceae présentent une homogénéité dans la forme des cellules mais varient en densité et dimensions des stomates. En revanche, la famille Zygophyllaceae se distingue par une densité stomatique élevée et la diversité des types de stomates, reflétant une capacité d'adaptation aux environnements changeants. La famille Chenopodiaceae montre une hétérogénéité interne marquée en termes de forme et de surface cellulaire, avec une grande variabilité des données stomatiques. Quant

à Cyperaceae, elle combine des caractères modérés avec une faible densité stomatique, et présente des similitudes morpho-anatomiques avec les Poaceae, ce qui reflète une adaptation à des conditions hydriques limitées.

Ces données démontrent que la forme et la surface cellulaire, ainsi que le type et la densité des stomates, constituent des indicateurs anatomiques clés pour comprendre les stratégies d'adaptation des plantes aux environnements variés. Elles soulignent également l'importance de la diversité intra-familiale dans la détermination des capacités adaptatives.

Comparaison avec une plante cultivée comme la tomate (*Solanum lycopersicum*) : l'analyse des caractéristiques anatomiques des feuilles de tomate révèle des différences marquées qui traduisent les variations des environnements et des fonctions physiologiques. La tomate est caractérisée par des cellules épidermiques à contour ondulé, une forme absente chez les espèces étudiées dans le tableau, où les cellules varient entre rectangulaires, allongées et polygonales. En ce qui concerne la surface cellulaire, la tomate se situe dans une plage moyenne à élevée (généralement entre 250 et 450 μm^2), comparable à certaines espèces comme *Zygophyllum album* (440,4 μm^2) et *Polypogon monspeliensis* (466,84 μm^2), mais légèrement inférieure à celle de *Peganum harmala* (508,4 μm^2).

Pour ce qui est des stomates, la tomate possède un type spécifique : actinocytique, où l'ostiole est entouré de cellules subsidiaires disposées radialement, un type non retrouvé chez les espèces du tableau, lesquelles présentent des stomates de types paracytique, diacytique, anomocytique et anisocytique. La densité stomatique chez la tomate est très élevée, variant de 80 à 300 stomates/ mm^2 , bien au-dessus de la majorité des espèces étudiées (entre 1 et 55 stomates/ mm^2), à l'exception de *Phragmites communis* qui affiche une densité relativement élevée (32 stomates/ mm^2).

Quant à la dimension des stomates, leur longueur chez la tomate varie entre 20 et 40 μm , ce qui la place dans une gamme basse à moyenne par rapport aux espèces du tableau, dont les longueurs varient de seulement 2,08 μm (*Aristida pungens*) jusqu'à 354,4 μm (*Polypogon monspeliensis*), une valeur élevée pouvant être liée

à des caractéristiques foliaires spécialisées ou à la méthode de mesure.

Globalement, cette comparaison montre que la tomate, en tant que plante cultivée, présente des traits anatomiques qui traduisent une efficacité élevée des échanges gazeux et de la photosynthèse, grâce à la densité stomatique élevée et au type stomatique spécialisé. En revanche, les espèces sauvages étudiées montrent des stratégies adaptatives variées face à des milieux plus contraignants, comme la réduction du nombre ou de la taille des stomates, contribuant à limiter la perte d'eau et à améliorer la tolérance à la sécheresse.

Tableau 3 : Récapitulatif des mesures des tiges des espèces végétales échantillonnées.

Familles	Espèces	Les formes des cellules						Paramètres des surfaces des cellules épidermiques
		A	B	C	D	E	F	
Chenopodiaceae	<i>Anabasis articulata</i>							
	<i>Salsola foetida</i>			X				15,76
	<i>Salsola tetragona</i>							
	<i>Traganum nudatum</i>							
Poaceae	<i>Polypogon monspeliensi</i>			X				15,28
	<i>Aristida pungens</i>			X				18,2
	<i>Phragmites communis</i>			X				16,5
	<i>Setaria verticillata</i>			X				36,3
	<i>Aristida obtuse</i>			X				15,70
Zygophyllaceae	<i>Peganum harmala</i>			X				33,3
	<i>Zygophyllum album</i>			X				20,6
Cyperaceae	<i>Cyperus conglomeratus</i>			X				14,5

(A): Allongée. (B): Arrondie. (C): Polygonale. (D): Rectangulaire. (E): Cubique. (F): Puzzle

Le tableau 03 illustre formes et des surfaces des cellules épidermiques chez plusieurs espèces végétales appartenant à différentes familles botaniques, avec une attention particulière portée aux cellules de forme polygonale, qui représentent la seule morphologie observée dans cette étude.

Au sein de la famille Chenopodiaceae, une seule espèce est documentée, *Salsola foetida*, dont les cellules présentent une surface moyenne de $15,76 \mu\text{m}^2$. Aucune donnée de surface n'est disponible pour les autres espèces de cette famille, ce qui limite les possibilités de comparaison intra-familiale.

En revanche, la famille Poaceae montre une homogénéité marquée dans la forme polygonale des cellules épidermiques, observée chez toutes les espèces étudiées : *Polypogon monspeliensis* ($15,28 \mu\text{m}^2$), *Aristida obtusa* ($15,70 \mu\text{m}^2$), *Phragmites communis* ($16,5 \mu\text{m}^2$) et *Setaria verticillata*, qui présente la plus grande surface cellulaire du tableau ($36,3 \mu\text{m}^2$). Ce gradient léger dans les surfaces pourrait traduire des adaptations écologiques variées au sein de la même famille.

La famille Zygophyllaceae illustre quant à elle une plus grande variabilité des surfaces, bien que les cellules conservent une forme polygonale. Ainsi, *Peganum harmala* présente une surface élevée de $33,3 \mu\text{m}^2$, tandis que *Zygophyllum album* enregistre une surface de $20,6 \mu\text{m}^2$, suggérant une diversité fonctionnelle potentiellement liée aux conditions environnementales.

Enfin, dans la famille Cyperaceae, *Cyperus conglomeratus* marque la plus faible surface cellulaire de l'ensemble des espèces étudiées ($14,5 \mu\text{m}^2$), ce qui pourrait s'expliquer par une adaptation à des milieux plus humides, où de grandes cellules épidermiques ne sont pas nécessaires.

Le classement des espèces selon la surface cellulaire, de la plus grande à la plus petite,

est le suivant :

1. *Setaria verticillata* – 36,3 μm^2
2. *Peganum harmala* – 33,3 μm^2
3. *Zygophyllum album* – 20,6 μm^2
4. *Aristida obtusa* – 18,2 μm^2
5. *Phragmites communis* – 16,5 μm^2
6. *Salsola foetida* – 15,76 μm^2
7. *Aristida pungens* – 15,70 μm^2
8. *Polypogon monspeliensis* – 15,28 μm^2
9. *Cyperus conglomeratus* – 14,5 μm^2

Cette hiérarchisation met en évidence une variabilité structurelle notable entre les espèces, traduisant des stratégies adaptatives différenciées face aux contraintes environnementales.

IV .2. Discussion générale

Apartir les resultats du la présent travail sur l'analyse microscope des epidermes des plantes spontanées réaliser sur 12 espèces appartenant à 4 familles botaniques (Poaceae, Chenopodiaceae, Zygophyllaceae, Cyperaceae) au niveau des feuilles et tiges il ressort que

Caractéristiques épidermiques varient d'une famille à l'autre et d'une espèce à l'autre et dans la même espèce. Là où nous trouvons la zone cellulaire dans une section anatomique d'une feuille de plantes de la famille Poaceae est grande en plus de sa disposition rectangulaire, car nous avons trouvé la plus grande zone de chaque cellule dans la plante *Sitpogrostis* avec une quantité de (503,5 à 402,6) micromètres carrés, en plus des plantes de la famille Zygophyllaceae les plantes *Zygophyllum album* et *Peganum harmala*, où la zone d'une cellule de *Peganum harmala* est estimée à (508,4) micromètres carrés, *Zygophyllum album* (440,4) micromètres carrés, tandis que nous avons trouvé la plante *Cyperus* très similaire aux plantes de la famille Poaceae avec la plus petite zone de la

cellule estimée à 391,6 micromètres carrés et enfin la famille chenopodiaceae des cellules de forme polygonale avec une zone estimée à (351,4 à 4,3) micromètres carrés..

En ce qui concerne les stomates, à travers les sections étudiées, nous avons trouvé trois types, qui sont Anisocytique (5 à 4 stomates) micromètre carrés et paracytique (10 à 18 micromètre) et diacytique 1 stomate micromètre paramètres des stomates (607.8 à 25.8 micromètre carrés) et longueur des stomates micromètre carrés (275.7 à 6.5)

Une description simplifiée et organisée d'une coupe transversale de la tige de chacune de ces familles de plantes, en mettant l'accent sur les caractéristiques anatomiques.

1. La famille des Poacées, où la surface cellulaire est grande par rapport aux autres cellules, atteignant 36,3 millimètres carrés.

Cuticule : Couche unique, recouverte d'une épaisse couche cireuse. Contient parfois des poils.

Cortex : peu développé, constitué de plusieurs rangées de cellules parenchymateuses.

Les faisceaux vasculaires sont dispersés dans le tissu fondamental.

Les faisceaux sont fermés (sans cambium), ce qui signifie uniquement une croissance primaire.

Chaque faisceau est entouré d'une gaine de cellules sclérenchymes (une gaine de soutien fibreuse).

Tissu fondamental : Parenchyme, pas de distinction claire entre le cortex et la moelle.

Noyau : Non distinct, car les faisceaux sont dispersés.

2. Famille des Cyperacées

Épiderme : Similaire au laurier-rose, et similaire en termes de surface cellulaire avec une couche cireuse.

Cortex : Il est constitué de plusieurs couches de cellules parenchymateuses et peut contenir des cellules de soutien mécanique.

Les faisceaux vasculaires également dispersés comme des herbes, mais souvent les faisceaux sont plus petits et peuvent être entourés d'une gaine fibreuse.

Tissu fondamental : parenchyme, et chez certaines espèces contient des espaces aériens.

Noyau : Également non distinctif

3. Famille des Chénopodiacées

Surface cellulaire en millimètres carrés (33,3 à 15,50 mm)

Épiderme : couche unique, parfois recouverte de poils glandulaires ou non glandulaires.

Cortex : clair, composé de cellules parenchymateuses, contenant parfois du collenchyme (cellules de soutien).

faisceaux vasculaires

Disposées en anneau (comme chez les dicotylédones).

Les faisceaux sont ouverts (contenant du cambium), permettant une croissance secondaire.

Pulpe : claire et large, composée de cellules parenchymateuses

4. Famille des Zygophlacées

La surface d'un millimètre carré est estimée entre (33,3 et 20,6).

Cuticule : Couche unique, avec une couche cireuse et souvent des poils.

Cortex : composé de plusieurs couches de cellules parenchymateuses, et parfois de collenchyme près de l'épiderme.

Faisceaux vasculaires disposés en forme d'anneau

Les faisceaux sont ouverts, capables de croissance secondaire.

Noyau : clair et large, parenchymateux

Nous constatons ainsi que les quatre familles sont les suivantes :

Poaceae et Cyperaceae = Faisceaux vasculaires dispersés et fermés, pas de moelle distincte (anatomie monocotylée).

Zygophlaccaceae et Chenopodiaceae = faisceaux vasculaires disposés en anneau, ouverts, avec une moelle claire (dissection cotylédonée)

Conclusion

Conclusion

La densité stomatique la plus élevée a été enregistrée chez *Peganum harmala* (55 stomates/mm²) appartenant à la famille des Zygophyllaceae, ce qui indique une grande capacité d'échange gazeux, probablement en réponse à un environnement très ensoleillé ou aride. Les plus grandes surfaces stomatiques ont été observées chez *Setaria verticillata* et *Polypogon monspeliensis* de la famille des Poaceae (allant de 606,9 à 607,80 μm^2), bien que la densité stomatique y soit faible, atteignant parfois un seul stomate par millimètre carré. Cela suggère une stratégie compensatoire reposant sur l'augmentation de la taille des stomates plutôt que de leur nombre.

Les espèces présentant deux types de stomates sur une même feuille, comme *Aristida obtusa* et *Zygophyllum album*, appartenant respectivement aux familles des Poaceae et Zygophyllaceae, montrent une complexité morphologique qui pourrait renforcer leur capacité d'adaptation à divers environnements. La famille des Cyperaceae présente des caractéristiques similaires à celles des Poaceae en termes de densité stomatique et du nombre de cellules.

Quant à la famille des Chenopodiaceae, certaines espèces, comme *Traganum nudatum*, affichent une densité de 18 stomates/mm², tandis que d'autres ne montrent pas de données disponibles à ce sujet. En ce qui concerne les cellules de la tige, une forme polygonale (polygonaire) a été enregistrée dans toutes les familles végétales étudiées.

De manière générale, les plantes montrent une diversité stratégique entre la densité et la taille des stomates, reflétant différents mécanismes d'adaptation selon les pressions environnementales spécifiques à chaque espèce.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques :

- 1) Abdelkader BI. 2012. Les plantes désertiques : leur environnement et leurs mécanismes d'adaptation. Algérie : Centre National de Recherche sur les Zones Arides.
- 2) Agence Spatiale Algérienne (ASAL). 2025 Jun 26. Climat de la wilaya d'El Oued - Données spatiales. [accessed 2025 Jun 26]. <https://asal.dz>
- 3) Baameur M. 2021. Étude écologique de la flore spontanée du Sahara septentrional est-algérien [Doctoral dissertation]. Ouargla (Algérie) : Université Kasdi Merbah.
- 4) Benslimane M, et al. 2003. Analyse de la dynamique de la désertification dans les steppes algériennes. 9th ed. Canada : ROSELT/OSS. p. 1455.
- 5) Bertheret J. 2006. Dictionnaire de biologie. Bruxelles (Belgique) : De Boeck Université.
- 6) Boncompagni E. 2017. Le développement et les plans d'organisation des végétaux.
- 7) Bouras S. 2010. Élaboration d'un catalogue de référence des épidermes des principales plantes.
- 8) Boutin X, et al. 2010. LEGTA.
- 9) Breuil M. 2009. Biologie 2e année BCPST-véto. Paris : Tec & Doc, Lavoisier.
- 10) Bruno S. 2014. Les racines des plantes : Anatomie et fonctionnement [Mémoire].
- 11) Chassany V, Potage M, Ricou M. 2014. Mini manuel de biologie végétale. 2nd ed. Paris.
- 12) Chemma A. 2006. Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Ain M'lila : Dar Elhouda.
- 13) Douzet R. 2007. Petit lexique de botanique à l'usage des débutants. Grenoble : Station Alpine Joseph Fourier. p. 39.

- 14) Dubief J. 1951. Alizés, Harmattan et vents étésiens. T. 7. Alger : Université d'Alger. 236 p.
- 15) EcoHabib. 2025 Jun 26. Site personnel sur l'écologie et les plantes du désert. [accessed 2025 Jun 26]. <http://ecohabib.jimdo.com>
- 16) El Maarifa. 2025 Jun 26. Recherches sur les plantes du désert. [accessed 2025 Jun 26]. <https://elmaarifa.info>
- 17) Farinrau J, Gaudry J. 2006. La photosynthèse : Processus physiques, moléculaires et physiologiques. Paris : Éditions Quae. p. 325.
- 18) INA El Harrach. n.d. Mémoire. 276 p.
- 19) Kherraz K, Ghemam A-D, Laouadj H, Atallah M, Fridjat Z. 2019. Leaf anatomical adaptation of some spontaneous species of the Sahara (El Oued region, Algeria). *Int J Biosci.* 14(5):507–514.
- 20) Khouni I. 2008. Biologie et physiologie végétale : Les tissus végétaux. Tunis : Université Virtuelle. p. 07.
- 21) Labreche JC. 2004. Biologie végétale. 2nd ed. Paris : Dunod. p. 140.
- 22) Motic. 2023. Motic Images Plus Software. [accessed 2025 Jun 26]. <https://www.motic.com>
- 23) Nabors M. 2008. Biologie végétale : structure, fonctionnement, écologie.
- 24) Ould El Hadj MD. 2004. Le problème acridien au Sahara algérien [Thèse de doctorat d'État].
- 25) Ozenda P. 1958. Flore du Sahara septentrional et central. Paris : CNRS. p. 485.
- 26) Ozenda P. 1991. Flore du Sahara. 3rd ed. Paris : CNRS. p. 662.
- 27) Palomino D, Torres C, Sánchez N. 2025 Jun 26. Renovables Verdes (version arabe). [accessed 2025 Jun 26]. <https://ar.renovablesverdes.com>
- 28) Philippe E. 1891. Histoire naturelle : botanique. Paris : Librairie F. Savy. p. 282.

- 29) Université Kasdi Merbah. n.d. Plantes spontanées broutées par le dromadaire au Sahara septentrional algérien (cas d'El Oued, Ouargla et Ghardaïa) [Mémoire de diplôme]. 98 p.
- 30) Pouget M. 1980. Les relations sol-végétation dans les steppes sud algéroises. Paris : ORSTOM.
- 31) Quézel P. 1978. Sur la richesse floristique saharienne. Écologie du Sahara.
- 32) Quézel P, Santa S. 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. T. 2. Paris : CNRS. 1170 p.
- 33) Quetigny (21). n.d. Classe préparatoire ATS Bio (post-BTS, ABTS, DUT).
- 34) Reece JB, Urry LA, Cain ML, Wasserman SA, Minorsky PV, Jackson RB. 2012. Campbell biologie. 9th ed. France : Pearson.
- 35) Sadine SE. 2012. Contribution à l'étude de la faune scorpionique du Sahara septentrional.
- 36) Speranza A, Calzoni GL. 2005. Atlas de la structure des plantes.
- 37) William G, Hopkin S. 2003. Physiologie végétale. Bruxelles : De Boeck Université. p. 17.
- 38) Youssef H. 2007. الموسوعة النباتية لمدينة سوف

Annexe



