



République Algérienne Démocratique et Populaire N série:.....
وزارة التعليم

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمّـة لخضر _ الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم بيولوجيا

Département de biologie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

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

Sciences biologiques

Spécialité : Biodiversité et Physiologie Végétale

THEME

Etude de quelques paramètres d'adaptation
physiologique et anatomique de quelques espèces
spontanées du Sahara (région Elhamraya- d'El Oued)

Présentés Par :

M^{elle} Atallah Merzaka

M^{elle} Fridjat Zoubida

Soutenu le : 05/06/2018 Devant le jury composé de :

Président : Mr. ALIA ZAID. M.A.A, Université d'El Oued.

Promoteur: Mr. KHERRAZ KHALED. M.A.A, Université d'El Oued

Examineur: Mr. BEN ELHBIBE ABDEL HAMIDE. M.A.A, Université d'El Oued.

Année universitaire 2017/2018

Dédicace

Louange à Mon dieu qu'il m'a offert la santé et le courage à fin de
réaliser ce modeste travail que je dédie

A la bougie de ma vie, la fleur de mes jours

A celle qui m'a ouvert les portails et m'a donné la tendresse et le courage

A celle qui endeuillée pour me rendre heureuse

A celle qui attend chaleureusement ce jour:

«Ma chère Mère»

A mon père qui a sacrifié sa vie pour notre instruction

A mes chères sœurs

A mes chers frères

A tout le monde qui m'a aide à prendre le Quran, précisément Ben omar

Zaynouba et Fethiza Ali Massouda

A tous ceux qui existent au fond de mon cœur et de ma pensée

"mes amies "

Zoubida

Dédicace

Louange à Dieu qui nous a fait compléter ce travail

Je dédie ce mémoire à ceux qui ont cru en ma réussite

A Ma Très chère mère : " khaira Atallah " autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour ,son soutien , tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils , pour toute son assistance et sa présence dans ma vie ,reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il .l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

A Mon Très chère Père : " Sasi Atallah" qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie ,Puissz Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit .Merci pour les valeurs nobles , l'éducation et le soutien permanent venu de toi

A mes chères soeurs

A mes chers frères

A toutes mes amies pour leurs encouragements

A tous ceux qui Nous ont aidé de près ou de loin pour pouvoir réaliser ce Travail.

Merzaka

Remerciement

Avant tout, nous remercions Allah, Dieu le Miséricordieux, l'Unique, Le Puissant, pour son guide et sa protection afin de Pouvoir accomplir ce modeste travail.

Nous exprimons d'abord les grands remerciements et notre profonde reconnaissance à Mr KHERRAZ KHALED , qui a encadré et dirigé ce travail depuis les premiers instants. Nous lui exprimons notre profond respect et nos chaleureux remerciements.

Nous exprimons nos vifs remerciements à Mr ALIA ZEID pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire.

Aussi, nous tenons à exprimer également notre profonde reconnaissance à Mr BEN ELHBIBE ABDEL HAMIDE d'avoir accepté d'examiner notre travail. Nous tenons à lui exprimer notre grand respect.

Nous remercions vivement l'étudiante notre amie Noura Gheraissa pour son aide et sa contribution au succès de ce travail .

Nous tenons à remercier profondément à tout l'ensemble des membres du laboratoire de la faculté des Sciences de la nature et de la vie de l'université. Echahid Hamma Lakhdar -El OUED.

Enfin, Nous remercions tous qui ont participé de près où de loin à la réalisation de ce travail.

Résumé

Résumé

Ce présent travail visait à étudier la relation entre l'adaptation à la sécheresse et la salinité à la réponse anatomique et physiologique de six espèces spontanées sahariennes dans la région d'Eloued. Les tiges et les feuilles des six plantes ont été prélevées à la main et examinées au microscope optique. En outre, six paramètres physiologiques ont été mis en place: teneur en eau, chlorophylle, sucres, sels minéraux, acidité et conductivité électrique.

Les résultats ont montré que les plantes étudiées adaptées au stress pour mettre en évidence les différentes stratégies par des structures anatomiques distinctes qui apparaissent comme l'existence d'une couche épaisse cuticule, les poils non glandulaires, l'abondance de la palissade et parenchyme aquifères, une faible densité de stomates et placé dans les cryptes. Ces plantes étudiées travaillent pour augmenter la teneur en eau et la proportion de sucres, de chlorophylle et de sels minéraux comme stratégies pour faire face à un stress sévère.

Mots clés : réponse anatomique et physiologique - espèces spontanés sahariennes - l'adaptation - sécheresse - salinité

Abstract

The present work aimed to study the relationship between drought and salinity adaptation to anatomical and physiological response of six Saharan spontaneous species in the El-oued region . stems , and leaves sections of the six plants were taken free hand and examined on light microscope. Also, six physiological parameters were take place : water content, chlorophyll, sugars, mineral salts, acidity and electric conductivity.

The results showed that the plants studied adapted with the stress to highlight the different strategies by distinct anatomical structures that appear as the existence of a thick cuticle a layer, the non-glandular hair, the abundance of the palisade and aquifers parenchyma, a low density of stomata and placed in the crypts. These plants studied work to increase the water content and the proportion of sugars, chlorophyll and mineral salts as strategies to cope with severe stress.

Keywords: Anatomical and physiological response - Saharan spontaneous species - adaptation - dryness – salinity .

الهدف من هذا العمل هو اظهار العلاقة بين الاستجابة التشريحية والفيزيولوجية مع التأقلم في ظل ظروف الجفاف والملوحة لسته أصناف نباتية صحراوية من منطقة الوادي .
قمنا بتحضير مقاطع تشريحية على مستوى الاوراق والسيقان. كما تم دراسة ستة معايير فيزيولوجية وهي :

تقدير المحتوى المائي، الكلوروفيل، السكريات، الأملاح المعدنية، الحموضة والناقلية

أظهرت النتائج أن النباتات المدروسة متكيفة مع الاجهاد باستراتيجيات مختلفة من خلال ظهور بنيات تشريحية متميزة والمتمثلة في وجود قشرة سميكة وطبقة من الشعيرات، وفرة الخلايا البرانشيمية التخزينية والتمثيلية، انخفاض كثافة الثغور وتموقعها داخل تجاويف. كما أظهرت النتائج أن النباتات المدروسة تعمل على رفع نسبة المحتوى المائي والسكريات والكلوروفيل والأملاح المعدنية كاستراتيجيات للتأقلم مع الاجهاد الشديد في المنطقة

الكلمات المفتاحية : الاستجابة التشريحية و الفيزيولوجية - أصناف صحراوية - التأقلم - الجفاف - الملوحة .

Tableau de Matières

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	01

Partie I : partie théorique	
Chapitre I : végétations sahariennes	
I.1.végétations sahariennes.....	6
I.2.végétations spontanées sahariennes.....	6
I.2.1. Cycle biologique.....	7
I.2.1. 1.Végétaux temporaires ou annuelles	7
I.2.1.2. Végétaux permanents ou vivaces.....	8
I.3. xérophytes et Halophytes.....	8
I.3.1.1. Définition des xérophytes.....	8
I.3.1.2. Types des xérophytes	8
I.3.1.2.1. Sclérophytes (plantes coriaces).....	8
I.3.1.2.2. Malacophytes (plantes succulentes ou plantes grasses).....	8
I.3.2.1. Définition des Halophytes.....	8
I.3.2.2. Classification des halophytes.....	9
I.3.2.2.1.halophytes excrétrices	9
I.3.2.2.2.halophytes succulentes.....	9
I.3.2.2.3.halophytes cumulatives	9
I.3.2.2.4.halophytes exclusives.....	9
Chapitre II : la salinité	
II.1. Généralités sur la salinité	11
II.1.1.Sols.....	11
II.1.2. Définition des sols salés.....	11

II.1.3. Caractère physico-chimique des sols salés	11
II. 2.la plante et le stress salin.....	12
II.2.1. Définition de stress.....	12
II.2.2.Le stress salin.....	12
II.2.3.Les effets de la salinité sur les plantes.....	13
II.2.4. Mécanismes d'adaptation à la salinité chez les végétaux.....	13
II.2.4.1.Exclusion et inclusion : stratégies d'adaptation au Na ⁺	14
II.2.4.2. Mécanismes morphologiques.....	14
II.2.4.3.Mécanismes anatomiques.....	15
II.2.4.4. Mécanismes physiologiques.....	15
Chapitre III : la sécheresse	
III.1.Généralité sur la Sécheresse.....	18
III.2.la plante et la stress de sécheresse.....	18
III.2.1 Le stress hydrique.....	18
III.2.2.Les effets de la sécheresse sur les plantes	18
III.2.3.Mécanismes d'adaptation à la sécheresse chez les végétaux.....	19
III.2.3.1.Echappement.....	19
III.2.3.2. Evitement.....	19
III.2.3.3. Tolérance.....	20
III.2.3.4.Resistance.....	20
III.2.3.4.1.la modification osmotique	20
III.2.3.4.2. l'accumulation de proline.....	20
I.2.3.4.3. l'accumulation de sucres dissous	21
Deuxième partie : partie pratique	
Chapitre I : Matériels et Méthodes	
-Présentation de la zone étudiée	24
-Description de la zone	24
- Caractéristique climatique de la région.....	25
I.1. les paramètres anatomiques	25
I. 1.1. Matériels végétales.....	25
I.1. 2. Matériels utilisés	28
I.1.3. les réactifs utilisés et leurs rôles.....	29

I.1.4.Préparation et observation des coupes anatomique.....	29
I.1.4.1.Réalisation et coloration des coupes transversale des organes végétale (tige, feuille).....	29
I.1.4.1.1. Réalisation des coupes.....	29
I.1.4.1.2.Coloration des coupes.....	31
I.1.4.2.Prélèvement de l'épiderme.....	31
I.1.4.3. L'observation.....	31
I.2.Les paramètres physiologiques.....	32
I.2.1.Teneur relative en eau (T.R.E).....	32
I.2.2.Dosage de la chlorophylle dans la feuille.....	32
I.2.3.Détermination de la matière minérale.....	32
I.2.4. Dosage des sucres totaux dans les feuilles	33
I.2.5.PH et conductivité	33
Chapitre II : Résultats et discussion	
II.1.Résultats de paramètres anatomiques.....	35
Discussion.....	58
II.2. Résultats et discussion de paramètres physiologiques.....	65
II.2.1.Variation de la teneur relative en eau (TRE).....	65
II.2.2.Variation de la teneur moyen en chlorophylle	68
II.2.3. variation de composition minérale	71
II.2.4.Variation de la concentration des sucres	73
II.2.5.PH et Conductivités.....	75
II.2.5.1.PH.....	75
II.2.5.2.Conductivité	77
Conclusion générale.....	79
Références bibliographiques.....	81
Annexes.....	102

Liste de figures

N°	Titre	Page
01	la situation de la zone de El Hamraya	24
02	les étapes de la réalisation de coupe anatomique par l'appareil de le microtome	30
03	Le feuille de <i>Zygophyllum album</i>	35
04	Stomate de l'épiderme d'une feuille de <i>Zygophyllum album</i> du type Anomocytique (G X 400)	35
05	Coupe transversale de la feuille de <i>Zygophyllum album</i> (GX100)....	36
06	Coupe transversale de la tige jeune de <i>Zygophyllum album</i>	37
07	feuille d' <i>Halocnemum strobilaceum</i>	38
08	Stomate d'une feuille d' <i>Halocnemum strobilaceum</i> du type anomocytique (A) et paratétracytique (B) (G X 400)	39
09	Coupe transversale de la feuille d' <i>Halocnemum strobilaceum</i> (G X100).....	39
10	Coupe transversale de tige de <i>Halocnemum strobilaceum</i>	41
11	Le feuille de <i>Sueda fruticosa</i>	42
12	Stomate de l'épiderme d'une feuille de <i>Sueda fruticosa</i> de type et paracytique (A) paratetracytique (B) (G X 400).....	43
13	Coupe transversale de la feuille de <i>Sueda fruticosa</i> (G X100)	43
14	Coupe transversale du tige jeune de <i>Sueda fruticosa</i>	45
15	le feuille d' <i>Anabasis articulata</i>	47
16	Stomate d'une feuille d' <i>Anabasis articulata</i> du type paratétracytique (GX100).....	47
17	Glandes salines de l'épiderme de la feuille d' <i>Anabasis articulata</i> (G X 400).....	48
18	Coupe transversale de la feuille d' <i>Anabasis articulata</i> (G X100)....	48
19	Coupe transversale du tige jeune d' <i>Anabasis articulata</i>	50
20	Le feuille de <i>Limoniastrum guyonianum</i>	51

21	Stomate d'une feuille de <i>Limoniastrum guyonianum</i> du type Anomocytique (GX100).....	52
22	Glandes salines de l'épiderme de la feuille <i>Limoniastrum guyonianum</i> (G X 400).....	52
23	Coupe transversale de tige jeune de <i>Limoniastrum guyonianum</i> (G X100).....	53
24	le feuille de <i>Thymelea microphylla</i>	54
25	Stomate d'une feuille de <i>Thymelea microphylla</i> du type anomocytique (GX100).....	55
26	Trichome d'épiderme d'une feuille de <i>Thymelea microphylla</i> (GX 100).....	55
27	Coupe transversale de la feuille <i>Thymelea microphylla</i> (G X100)....	56
28	Coupe transversale de tige jeune de <i>Thymelea microphylla</i>	57
29	la teneur relative en eau (TRE).....	65
30	la teneur en chlorophylle (a), (b) et (ab)	68
31	le taux de cendre dans les plantes	71
32	concentration de sucres dans les plantes étudiés	73
33	la valeur de PH dans les plantes étudiés.....	75
34	les valeurs de conductivité dans les feuilles des plantes	77

Liste de tableaux

N°	Titre	Page
01	les réactifs utilisés et leurs rôles	29
02	Classification des espèces en C3 , C4 et CAM	68

Liste des abréviation

H	<i>Halocnemum strobilaceum</i>
L	<i>Limoniastrum guyonianum</i>
A	<i>Anabasis articulata</i>
S	<i>Sueda fruticosa</i>
T	<i>Thymelea microphylla</i>
Z	<i>Zygophyllum album</i>
MF	Masse foliaire
TRE	La teneur relative en eau .
Ppt	le poids en pleine turgescence
PS	le poids sec
PF	poids frais .
C	Cendre
Chl	Chlorophylle
P2	le poids du creuset après dessiccation.
P3	le poids du creuset après incinération (tare + cendre).
Tc	le poids du creuset vide
CAM	Métabolisme acide crassulacéen
C4	4 atomes de carbones
C3	3 atomes de carbones



Introduction

Le Sahara est le plus grand désert mais également le plus extrême ; C'est-à-dire celui dont les conditions désertiques atteignent leurs plus grande âpreté, ce qui est caractérisé par une forte température, et un régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs (Ozenda.,1983).

le Sahara se caractérise par des conditions climatiques très contraignantes à la survie spontanée des êtres vivants. Malgré les conditions environnementales très rudes et très contraignantes, il existe toujours des zones géomorphologiques offrant des conditions plus ou moins favorables pour la survie et la prolifération d'une flore spontanée saharienne caractéristique et adaptée aux aléas climatiques, très rudes de ce milieu désertique (Chehema A., 2006) .

Les plantes spontanées sont des espèces végétales qui se développent naturellement à l'état sauvage, sans l'intervention de l'homme (Marouf., 2000). On emploie souvent le nom arabe Acheb qui couvre un tapis presque continu mais éphémère de vastes surfaces (Ozenda., 1977 ; Benkhetou., 2010; Benchelah *et al.*, 2011).

La salinisation des sols est un phénomène qui correspond à l'accumulation excessive de sels, ce qui se traduit par une diminution de la fertilité des sols. En Algérie, les caractères pédoclimatiques favorisent dans de nombreuses régions des processus de salinisation des terres très contraignantes pour les agriculteur. (Kessira., 2002; Ziani., 2003).

D'après Casals (1996),la sécheresse peut être définie correctement en considérant la disponibilité et les besoins en eau de la plante. Les plantes sont souvent soumises à de graves déficits hydriques dus à une chute brutale de l'humidité ou à une augmentation de la température .La rareté des pluies ou des pluviosités trop espacées peuvent également induire un stress hydrique du fait de la diminution de la quantité d'eau dans le sol.

Le problème de l'adaptation au climat désertique est donc au premier chef celui de la subsistance pendant ces longues périodes sèches. 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'elle traversent alors soit sous formes de graines , soit sous

forme d'organes souterraines tels que bulbe et rhizomes .D'autres au contraire maintiennent leur partie aériennes mais présentent un ensemble de dispositifs anatomiques qui ont pour effet de leur assure une meilleure alimentation en eau et de diminuer leur pertes par évaporation (Ozenda ., 1977) .

Malgré l'hostilité des conditions sahariennes, un couvert végétale assez impressionnant subsiste toujours grâce à des mécanismes d'adaptation morphologiques, physiologiques et anatomiques. En effet, les plantes spontanées vivaces utilisent des mécanismes anatomiques très particuliers pour la stabilisation de leur mode de vie dans la région saharienne .Pour lutter contre le manque d'eau les plantes développent plusieurs stratégies adaptatives qui varient en fonction de l'espèce et des conditions du milieu (Turner., 1986) .

La principale caractéristique des halophytes est de posséder une matière vivante capable de fonctionner activement en présence de fortes concentrations salines. C'est là l'aspect essentiel de leur résistance au sel (Hophkins ., 2003). Cette matière vivante est représentée essentiellement par les glucides solubles principalement le glucose, le fructose et le saccharose mais aussi les sucres alcools et les acides organiques qui semblent jouer un rôle très important dans le maintien d'une pression de turgescence qui est à la base des différents processus contrôlant la vie d'une plante (Hasegawa *et al.*,2000; Rodriguez-Rosales *et al.*,1999) .

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).

Notre problématique est-de savoir si ces plantes étudiées possèdent des stratégies d'adaptation à la sécheresse et la salinité , en outre si il y a une corrélation entre les paramètres morfo-anatomiques et physiologiques avec l'adaptation dans la région de El-oued (El Hamraya) ?

Le présent travail, a pour objectif de donner une idée sur les mécanismes d'adaptation physiologiques et morfo- anatomiques des plantes spontanées vivaces, et cela par l'étude des différents paramètres à savoir :

- paramètres physiologiques, tel que la teneur en eau, la teneur en chlorophylle, la concentration de sucres, l'acidité et la conductivité électrique ainsi que la composition minérale dans les feuilles
- les paramètres anatomiques de les parties aériens (tige et feuille).

Première partie : partie théorique

Chapitre I : végétations sahariennes

I.1.végétations sahariennes

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)

D'après Ozenda (1983), Faye et al, (1999),le tapis végétal est discontinu et très irrégulier, puisque la vie se localise surtout autour des points d'eau et dans les lits des torrents là où une humidité résiduelle persiste dans le sol, sinon les autres végétaux désertiques ont développé un ensemble d'adaptations.

La flore saharienne qui s'est développée sur des milliers d'années présente des adaptations qui s'harmonisent parfaitement avec les conditions extrêmes de ces milieux. Elle a depuis longtemps attiré des botanistes, phytogéographes et phytosociologues. 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., 2004). En effet, sur une surface d'environ neuf millions de km², elle ne compte que 1200 espèces. Par contre, le nombre de genres est relativement élevé, car il est fréquent qu'un genre soit représenté par une seule espèce (Ozenda.,2004).

I.2.végétations spontanées sahariennes

Se dit d'une plante spontanée qui croit naturellement sans qu'on la cultive, ni qu'on l'ait introduite(Ozenda., 1991).La végétation spontanée ou annuelle apparaît brusquement après les pluies et se développent avec une rapidité surprenante, effectuant leur cycle vital, jusqu'à la floraison et la fructification, avant que le sol ne soit desséché (Ozenda., 1977).

Les plantes spontanées sont des espèces végétales qui se développent naturellement à l'état sauvage, sans l'intervention de l'homme (Marouf., 2000). On emploie souvent le nom arabe *Acheb* qui couvre un tapis presque continu mais éphémère de vastes surfaces (Ozenda, 1977 ; Benkhetou ., 2010; Benchelah et al., 2011).

Aubert, (1960), note que le couvert végétal du Sahara est discontinu représenté par des plantes vivaces, ligneuses, xérophytes et des plantes annuelles à périodes végétatives très brèves. Les parties souterraines sont extrêmement développées et les

feuillages sont réduits avec accumulation chez certaines espèces; d'importantes réserves d'eau tissulaire et enfin par une réduction extrême des pertes par transpiration ; ces adaptations sont en rapport avec les conditions climatiques qui caractérisent les régions arides.

I.2.1. Cycle biologique

D'après Ozenda (1983), il existe deux grands groupes biologiques qui sont les végétaux temporaires et végétaux permanents, leur apparition est liée à la disponibilité de l'eau, les conditions édaphiques, climatiques et topographiques.

I.2.1.1. Végétaux temporaires ou annuelles

Les espèces annuelles ou éphémères, meurent après leur floraison printanière et passent la saison sèche sous forme de graine. De même un grand nombre de plantes à bulbe ou à tubercule disparaissent sous terre après avoir fleuri (Wolfgang et Dieter, 2010). Dès que les conditions hydriques sont favorables, elles effectuent leur cycle vital jusqu'à la floraison et la fructification avant le dessèchement du sol (Laarbi, 2003). Le cycle biologique peut être court, il est de deux à trois semaines (Wolfgang et Dieter, 2010). Ces plantes constituent souvent, après les périodes de pluies un tapis continu utile au pâturage (Ozenda, 1991 et Chehma, 2005). Elles sont caractérisées par une précocité exceptionnelle dès la germination et fleurissent à l'état nain entre 1 à 2 cm.

I.2.1.2. Végétaux permanents ou vivaces

Les plantes vivaces s'adaptent au climat et au sol par la diminution du nombre de feuilles, de leur grandeur en épine ou sorte d'écailles; l'épaississement par une cuticule d'épiderme des stomates. Pour lutter contre le réchauffement, les plantes grasses ou Cactacées réservent une quantité importante de l'eau au niveau des feuilles, tiges et racines (Quezel, 1978; Ozenda, 1983). Pour absorber le maximum d'eau, les racines superficielles s'étendent sur une vaste surface à l'horizontale pour recueillir les pluies les plus faibles sur le sable, tandis que les racines très longues et verticales s'enfoncent pour atteindre des couches profondes. Chez certaines espèces, ces racines présentent un manchon de sable agglutiné qui empêche l'évaporation (Benchelah *et al.*, 2011).

I.3. xérophytes et Halophytes

I.3.1. xérophytes

I.3.1.1. Définition

Plante dite xérophile adaptée aux climats caractérisés par un important déficit hydrique, résistante à la dessiccation du sol et à la sécheresse de l'air (Billy.,1991). Malgré leur diversité, toutes ces plantes ont toujours un point commun : l'excès d'eau leur est fatal.

I.3.1.2. Types des xérophytes

I.3.1.2.1. sclérophytes (plantes coriaces)

une plante ligneuse avec de petites feuilles persistantes coriaces qui est la forme de plante dominante dans certaines zones chaudes et sèches, en particulier dans la région méditerranéenne (Réf. élec).

I.3.1.2.2.Malacophytes (plantes succulentes ou plantes grasses)

une plante qui peut exister dans des conditions arides ou salées en utilisant de l'eau stockée dans ses tissus charnus (Réf .élec).

I.3.2. Halophytes

I.3.2.1. Définition

Les halophytes, terme venant du grec halo (sel) et phyton (plante) sont aussi appelées des plantes halophiles. Ce sont des plantes qui croissent sur des sols très salins (Hopkins., 2003 ; Marouf et Reynaud., 2007).

D'après Hamdy et al.,(1999), une halophyte est une espèce pouvant se produire seulement dans des conditions naturellement saline.Elles sont identifiées comme des plantes qui en conditions naturelles, sont exclusivement trouvées sur des sols salés (Ouis et Belkhodja., 2012). Cette définition ne signifie pas que les plantes halophiles ont nécessairement besoin de salinité pour leur croissance et leur développement, au contraire, de nombreuses halophytes augmentent avec succès et produisent des biomasses en absence de salinité tel que *Tamarix sp.*, et *Atriplex sp.*, (Emberger., 1930).

I.3.2.2. Classification des halophytes

Les halophytes sont classées en quatre groupes selon le mécanisme d'adaptation à la salinité des sols (Bordonneau *et al.*, 2005).

I.3.2.2. 1. Halophytes excrétrices

Les halophytes excrétrices sont des plantes qui possèdent des glandes spécifiques au niveau des feuilles et des tiges tel que *Tamarix sp.* (Zahrane., 1995), Aussi *limoniastrum guyonionun* et *anabasis articulata*

I.3.2. 2.2. Halophytes succulentes

Sont des plantes qui absorbent une grande quantité de la solution de sol et de l'eau d'où succulence au niveau des feuilles ou des tiges tels que *Halocnemum sp.*, *Halopiplus sp.*, *Suaeda sp.*, *Salsola sp.*, *Zygophyllum sp.*, et *Arthrocnemum sp.* (Adrianmi., 1945 ; Binet et Brunel., 1968 ; Grigore *et al.*, 2014).

I.3.2. 2.3. Halophytes cumulatives

Les halophytes cumulatives dites aussi «inclusives» sont des halophytes sans mécanismes particuliers, la teneur en sels augmente constamment au cours d'une période de végétation jusqu'à une limite létale. (Zahrane.,1995).

I.3.2.2. 4. Halophytes exclusives

L'exclusion de sels par les racines est souvent décrit en terme de substitution élémentaire ou choix préférentiel des ions En outre, certaines halophytes sont connues pour avoir des racines avec une membrane intérieure cireuse qui filtre efficacement les sels tout en permettant à l'eau de passer à travers (*Salicornia sp.*) (Langloij., 1967 ; Bordonneau *et al.*, 2005).

Chapitre II : la salinité

II.1 Généralités sur la salinité

Plusieurs auteurs ont défini la salinité des sols et des eaux comme étant la présence de concentration excessive de sels solubles, ou lorsque les concentrations en (Na^+), (Ca^{++}), (Mg^{++}) sous formes de chlorures, carbonates, ou sulfates sont présentes en concentrations anormalement élevées (Asloum., 1990). et d'après Lozet; (2011), la salinité est quantité des sels dans la solution du sol . elle est mesurée à l'aide de la conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée .

II.1.1.Sols

Le sol est une couche superficielle meuble de la croûte terrestre d'épaisseur variable que résulte de l'altération des roches mères et de la dégradation des matière organiques sous l'influence d'agent s biologiques (végétation ...etc.) chimiques et physiques (précipitation, variation de température, etc.). (Mermoud.,2006).

II.1.2.Définition des sols salés

Les sols salés sont naturellement présents sous tous les climats et sur tous les continents. Ils sont là où l'évaporation excède les précipitations pluviales de façon permanente ou temporaire. (Girard *et al.*, 2005).

Les sols salés sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles, ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions, On parle en général de sol salé lorsque la concentration des solutions dépasse 0,5 g/l (Robert.,1996).

le sol salé quand la conductivité électrique est supérieure à 4 ds/m Génétiquement, les sols sont constitués par deux unités très différentes ,les salisols, dans lesquels les sels de sodium, de calcium ou de magnésium sont sous la forme soluble de sels simples ou complexes Les sodisols à complexe sodique dans lesquels les cations, essentiellement le sodium sont sous la forme échangeable, les sels solubles étant très peu abondants.(Calvet.,2003).

II.1.3. Caractère physico-chimique des sols salés

Selon Maillard., (2001) La formation des sols salés est en relation étroite avec la présence de l'ion sodium Na^+ .Sous l'une ou l'autre de ses formes: saline (NaCl ,

Na₂SO₄) ou échangeable, parfois les deux. Les sols salés sont riches en sels solubles (Sols salins) ou en sodium adsorbé (sols sodiques ou alcalins) :

- Les sols salins (Solontchaks) ont pour principales caractéristiques leur richesse en sels de sodium neutres (NaCl chlorure de Sodium, Na₂SO₄ sulfate de sodium) mais contenant également des quantités appréciables d'ions chlorites et de sulfates de sodium, calcium et magnésium. Ces sols sont généralement dominants dans les régions arides et semi – arides.

- Les sols alcalins (Solonetz) sont riches en sodium échangeable et en revanche pauvres en sels solubles (sels alcalins, carbonates et bicarbonates de sodium, Na₂CO₃principalement) les sols alcalins se trouvent plutôt dans les zones semi-aride et sub-humide.

Ces deux types de sols ont en fait des propriétés chimiques et physiques distinctes, d'où des effets sur les plantes, des traitements pour leur remise en valeur, une distribution géographique et une qualité des aquifères adjacents différents.

II. 2.la plante et le stress salin

II.2.1. Définition de stress

Selon Leclerc (1999) , Le stress est une déviation plus ou moins brusque par rapport aux conditions normale (moyennes) de la plantes ,et d'autre part une réaction sensible de l'individu dans les différentes aspects de sa physiologie laquelle change sensiblement , avec soit adaptation a la nouvelle situation, soit à la limite , dégradation menant à une issue fatale .

D'après Dutuit *et al.*, (1994), le stress est le dysfonctionnement (rupture d'un équilibre fonctionnel) produit dans un organisme ou dans un système vivant, par exemple par une carence. Le stress est donc, un ensemble de conditions qui provoquent des changements de processus physiologiques résultant éventuellement de dégâts, dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement.

II.2.2.Le stress salin

Le stress salin c'est une augmentation brutale de la concentration en sels qui conduit à un afflux plus élevé d'ion dans la cellule suite à la chute de la concentration

du milieu externe, et à une perte d'eau par voie osmotique (Amane et al., 1999). D'après Orton,(1980).Le stress salin est, en partie, un stress nutritionnel résultant des effets néfastes de Na^+ et Cl^- , de l'interférence de ces ions avec l'absorption d'éléments physiologiquement essentiels tels que K^+ , et enfin du stress hydrique. Le stress salin est un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na^+ et Cl^- (Hopkins., 2003). Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels potentiels hydriques. Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec" (Trembun., 2000).

II.2.3.Les effets de la salinité sur les plantes

Les grandes concentrations en sels dissous dans la solution du sol ont des effets indirects sur les végétaux par leur action sur la structure du sol et la circulation des fluides et de l'oxygène. Elles ont des effets directs sur la croissance et le développement des plantes.

Les effets néfastes des sels sur les végétaux ont plusieurs causes dont ne semble être dominante.

- La pression osmotique élevée de la solution du sol qui limite la biodisponibilité de l'eau.
- La pression osmotique intercellulaire élevée due à l'absorption des sels et qui aurait
- des effets inhibiteurs sur la croissance.
- La toxicité propre de certains éléments chimiques liés à leur quantité excessive, comme le bore et surtout l'anion chlorure (Calvet., 2003).

II.2.4. Mécanismes d'adaptation à la salinité chez les végétaux

La résistance d'une plante à la salinité s'exprime par sa capacité à survivre et à produire dans des conditions de stress salin. Pour faire face à cette contrainte saline, les plantes halophiles ont développé des stratégies adaptatives qui sont d'ordre morphologique, an atomique et physiologique (Berthomieu *et al.*, 2003 ; Verslues *et al.*, 2006).

II.2.4.1. Exclusion et inclusion : stratégies d'adaptation au Na⁺

La capacité des plantes à compartimenter le sodium au niveau cellulaire entraîne une différence de gestion du Na⁺ au niveau de la plante entière. Le site principal de la toxicité de Na⁺ pour la plupart des plantes est le limbe de la feuille, où le Na⁺ s'accumule (Munns., 2002). Deux comportements des plantes vis-à-vis du sel, appelés : « inclure » et « exclure » sont distingués (Yamaguchi et Blumwald., 2005; Apse et Blumwald., 2007 ; Munns et Tester., 2008). Les plantes « exclure » sont généralement sensibles à la salinité et sont incapables de contrôler le niveau de Na⁺ dans le cytoplasme (Munns., 2005). Cet ion est transporté à travers le xylème, véhiculé vers les feuilles par le flux de la transpiration ; une partie est ensuite « recirculée » par le phloème pour être ramenée vers les racines (Apse et Blumwald., 2007). Ces espèces sensibles possèdent donc peu de Na⁺ dans les feuilles et un excès dans les racines. Par contre, les plantes « inclure » résistantes au NaCl, accumulent le Na⁺ dans les feuilles où il est séquestré soit dans la vacuole, l'épiderme foliaire, les limbes âgés... Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule, le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux, ou excrété par des glandes vers l'extérieur (Berthomieu *et al.*, 2003). L'excrétion dans les glandes à sels est très spécifique; ce sont les Na⁺, Cl⁻ et HCO³⁻ qui sont excrétés contre le gradient de concentration, alors que des ions, tels que Ca⁺⁺, NO³⁻, SO⁴⁻ et H₂PO⁴⁻ sont maintenus contre leur gradient (Hopkins., 2003).

II.2.4.2. Mécanismes morphologiques

La salinité est connue pour affecter de nombreux aspects des plantes et d'induire de nombreux changements dans leur morphologie. La morphologie et la structure des halophytes sont adaptées dans le sens de l'économie d'eau ; les caractères liés à cette adaptation sont une cuticule épaisse, des stomates rares (Heller *et al.*, 1998) et des cellules à grandes vacuoles permettant de stocker le NaCl (Garza Aguirre *et al.*, 2015). Ces adaptations jouent un rôle crucial dans la conservation de l'eau pour la croissance des plantes vivant dans des milieux salins. Une augmentation de la succulence des feuilles ou des tiges est très répandue chez les halophiles, comme les feuilles de *Suaeda* qui deviennent épaisses ou cylindriques, permettant de mitiger les effets toxiques et osmotiques des ions par dilution (Dajic., 2006). Une diminution du rapport en biomasse « appareil racinaire/appareil aérien » peut se produire chez les

halophytes (Orcutt et Nielsen., 2000). De nombreuses halophytes présentent un rapide turnover de leurs feuilles, les plus jeunes feuilles remplacent les plus anciennes, dans lesquelles est stocké l'excédent de sels (Breckle., 2002).

II.2.4.3. Mécanismes anatomiques

La salinité induit des modifications anatomiques dans les racines, les tiges et les feuilles chez les xéro-halophytes ; à savoir la réduction des stomates, le nombre de cellules de l'épiderme, ainsi que l'épaisseur de la feuille et la distance entre les faisceaux vasculaires (Boughalleb *et al.*, 2009) . D'autres auteurs ont observé une augmentation de l'épaisseur de la feuille, du nombre de cellules épidermiques et de stomates (Vijayan *et al.*, 2008). Des changements structurels peuvent également être observés, comme un changement du diamètre et du nombre de vaisseaux, la présence de tissus de soutien et l'abondance du parenchyme aquifère (Hacke *et al.*, 2006). Lors d'un stress salin, les halophytes sont capables de compartimenter les ions Na^+ et Cl^- au niveau vacuolaire. D'autres mettent en place des structures particulières, telles que des poils excréteurs ou des glandes sécrétrices de sels, permettant d'isoler physiologiquement les sels des tissus photosynthétiques. Ces structures sont fréquemment rencontrées chez les Plombaginaceae, les Poaceae, les Tamaricaceae et les Amaranthaceae (Breckle., 2002).

II.2.4.4. Mécanismes physiologiques

Selon (Pouget., 1980) les stratégies que la plante spontanée adopte face au stress salin et l'accumulation d'ions tel que le sodium et les chlorures dans la vacuole pour assurer une pression interne importante et minimiser la cytotoxicité. Cependant, une pression élevée de la vacuole, pourrait provoquer une succion importante de la systole dont la déshydratation nuirait au fonctionnement du métabolisme en désorganisant la structure des protéines.

La plante lutte contre ce phénomène par la synthèse et l'accumulation d'osmoprotecteur, comme la proline qui est reconnue comme indicatrice du stress salin, et la Béta – glycine. Ces composés par leurs concentrations assurent l'ajustement osmotique entre le systole et la vacuole (Ramos *et al.*, 2004 ; Zid et Grignon., 1991).

Les Halophytes dotés d'une pression osmotique élevée peuvent absorber de l'eau dans un sol salé jusqu'à une certaine limite au-delà de laquelle l'excès de sels bloquent les cellules de la plante (Claude *et al.*, 1984).

Chapitre III : la sécheresse

III.1.Généralité sur la Sécheresse

D'après Casals (1996), la sécheresse peut être définie correctement en considérant la disponibilité et les besoins en eau de la plante. Les plantes sont souvent soumises à de graves déficits hydriques dus à une chute brutale de l'humidité ou à une augmentation de la température. La rareté des pluies ou des pluviosités trop espacées peuvent également induire un stress hydrique du fait de la diminution de la quantité d'eau dans le sol. La sécheresse pourrait être définie comme une période prolongée de précipitations insuffisantes, normalement une ou plus saisons, qui causent un déficit d'eau dans certains secteurs de l'économie d'un pays. Selon Leclerc., (1999) Le stress de sécheresse intervient dans une zone où la disponibilité de l'eau va être comprise entre des valeurs de potentiel hydrique qui sont entre la perte de turgescence (amènent un flétrissement visible mais récupérable) et le point de flétrissement permanent.

III.2.la plante et la sécheresse

III.2.1 Le stress hydrique

Le stress hydrique a été défini comme une baisse de la disponibilité de l'eau, traduisant par une réduction de la croissance de la plante et/ou de sa reproduction par rapport au potentiel du génotype. La contrainte hydrique est le facteur ou l'ensemble des facteurs ayant pour conséquence le stress. D'autres limitent la définition du stress aux seules conditions correspondant à une hydratation suboptimale des tissus (Lamaze *et al.*, 1994).

Le stress hydrique est défini comme l'état de croissance faible des plantes en raison du manque d'eau, lorsque le déficit hydrique de la plante apparaît lorsque son état hydrique commence à affecter son état physiologique.

III.2.2.Les effets de la sécheresse sur les plantes

Les conséquences du stress hydrique sont essentiellement une diminution de la croissance ainsi qu'une réduction de l'activité photosynthétique, affectant ainsi le rendement et provoquant la mort de la plante si le stress perdure (May & Milthorpe., 1962). Le déficit hydrique induit également un stress oxydatif avec la formation de radicaux libres. Par leur nature instable, ces formes actives d'oxygène sont très nocives pour les constituants cellulaires en particulier pour les lipides membranaires(Thompson *et al.*, 1987; Weckx & Clijsters., 1996).

III.2.3.Mécanismes d'adaptation à la sécheresse chez les végétaux

La réponse au déficit hydrique chez les plantes varie selon le type et la souche appliquée (intensité et durée) .L'adaptation est définie comme la capacité de la plante à survivre pendant les périodes de manque d'eau dans le sol ou la capacité de croissance de la plante et à produire un rendement satisfaisant ou acceptable Dans les zones touchées par le stress hydrique ; où la plante prend plusieurs façons et des mécanismes pour survivre (Chayb .,2011; Hellale .,2005).

de ces mécanismes :

III.2.3.1.Echappement

La plante est autorisée à réduire ou éliminer les effets du stress hydrique en l'évitant pendant le cycle de vie, en particulier pendant les périodes sensibles, cela peut être fait en utilisant la méthode suivante :

Maturité précoce: c'est la capacité de l'usine à mettre fin à son cycle de vie pendant la période où l'eau est disponible , la croissance rapide et les floraisons précoce permettent d'éviter la sécheresse (Chayb .,2011; Hellale ., 2005).

III.2.3.2. Evitement

c'est la capacité de la plante à maintenir une pression d'eau élevée dans le condition de stress en empêchant l'entrée de la contrainte à l'intérieur et en évitant l'accès à un état d'équilibre avec l'extérieur. en utilisant plusieurs mécanismes:

- Améliorer l'absorption de l'eau: en augmentant la croissance de la partie racinaire et la réduction de la partie végétative pour atteindre un équilibre hydrique sain. -
- réduction de la perte d'eau : c'est la fermeture des stomates qui s'accompagne d'une réduction de la taille de cellules de feuilles ainsi qu'une réduction de la quantité de rayonnement photonique absorbée
- maintenir la turgescence : par le phénomène de la modification osmotique, ce qui conduit à l'accumulation de certains réserves au niveau du cytoplasme et vacuole ; permettre la protection de membranes et des systèmes enzymatique , en particulier au niveau des jeunes organes(Chayb .,2011; Hellale ., 2005).

III.2.3.3. Tolérance

Certaines plantes ne peuvent pas empêcher l'entrée du stress dans leurs tissus mais ils y résistent ; ceci est fait en utilisant plusieurs mécanismes morphologiques et physiologiques, parmi ces mécanismes :

- transformation de feuilles à épine et délutions

-fermeture précoce des stomates

-réduire le facteur de flexibilité cellulaire pour maintenir la haute tension malgré

l'intensité de sécheresse (Chayb .,2011; Hellale .,2005).

III.2.3.4.Resistance

Si la plante ne peut pas éviter ou échapper à la pénurie d'eau ,elle doit y résister en fonction des caractéristiques métaboliques lui permettant de maintenir une teneur élevée en eau dans ses tissus , ceux-ci sont liés à la nature de leur métabolisme et aux propriétés chimiques du protoplasme , ceci est connu comme le phénomène de la modification osmotique (Levitt.,1972).

III.2.3.4.1.la modification osmotique

De nombreux chercheurs ont conclu que les mécanismes adaptatifs les plus importants sont l'ajustement osmotique qui permet de maintenir le remplissage de cellules stressées de plante , ceci est fait en accumulant un certain nombre de matériaux décomposables solubles comme les nitrates, les sucres, les acides gras , sels de potassium et les acides aminés (proline) (Rejajmia ., 2006)

III.2.3.4.1.1.l'accumulation de proline

Le proline (Acid Pyroline-2-Carboxylique : $C_5H_9NO_2$) est l'un des acides aminés les plus principales de la nature qui entrent dans la formation des protéines(Polonovski.,1987) , il est différent des autres acides aminés en présence d'une fonction amine , la teneur en proline est relativement élevée dans les feuilles de tissus végétaux à faible teneur en eau dans le sol (Benlaibi et Monneveux .,1988).

il a été noté que des teneurs élevées en proline étaient enregistrées en cas de stress hydrique sévère, cela a conduit les chercheurs à l'appeler une hormone de stress hydrique (Bamown A.,1997).

III.2.3.4.1.2. l'accumulation de sucres dissous

La résistance à la sécheresse peut être due à l'utilisation progressive de réserves amidonnées, De nombreux chercheurs ont signalé le rôle protecteur des sucres solubles au niveau des systèmes membranaires en générale et les membranes mitochondriales en particulier. En outre les sucres solubles contribuent à la protection des phénomènes (interactions) menant à la synthèse d'enzymes permettant à la plante de résister à de meilleurs indicateurs de sécheresse (Bamown A.,1997).

deuxième partie : partie pratique

Chapitre I: Matériels et Méthodes

- Présentation de la zone étudiée

La zone de El Hamraya est située au nord-est de la wilaya de EL oued-souf. Elle est distante de 110 kilomètres du chef-lieu, la ville d'EL oued. Elle est bordée à l'est par les communes de Sidi Aoun et Magrane et à l'ouest par les communes de Still, Oum el tiour et El Magheir. Au nord, par Babar (wilaya de Khenchela), El Feidh, El Haouch (wilaya de Biskra) et au sud par les communes de Guémar et Régueba. Géographiquement, elle se situe entre les deux lignes de longitude $6,230578^{\circ}$ 4 à l'est et de latitude $34,1109518^{\circ}$. Sa superficie est de 24444 Kilomètres carrés. La population est estimée à 6050 âmes.

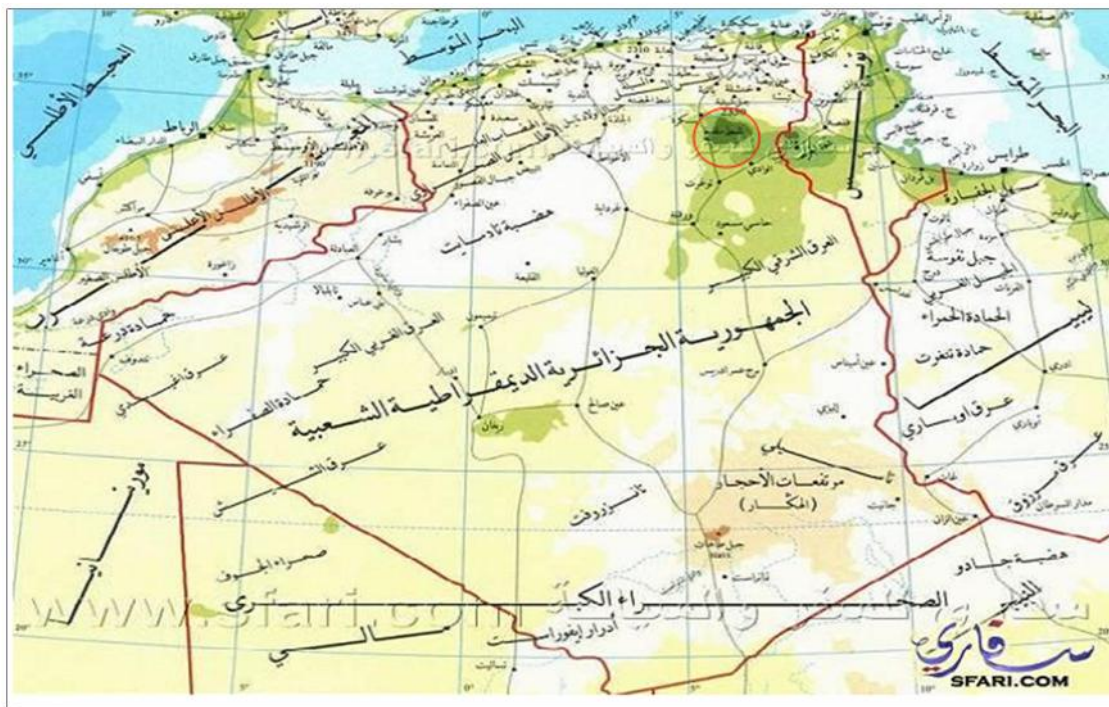


Figure 01 : la situation de la zone de El Hamraya

- Description de la zone

La zone de Hamraya a de nombreux types de sols, gypse, saline, sableuse et argileuse, contenant des ressources naturelles et agricoles à partir de la richesse saline à chott Melghir, le plus grand bassin côtier du continent africain. Les cultures agricoles les plus importantes sont les dates (dakla noor, al-dikla al-baida, plantation) et la zone avec ses caractéristiques et caractéristiques comprend de nombreuses plantes, dont la plupart salines, qui comprennent: Buqreibah, Al-Udid, Merghid, Al-Shahiba, Al-Sarr, .Al-Zeta,etc.

- caractéristique climatique de la région

Étude des facteurs climatiques pour la région:

Température : Le mois le plus froid est décembre et janvier (11°C-10°C) Le mois le plus chaud est le mois de juillet et octobre (34°C-31°C)

Chute: Le mois le plus pluvieux est janvier, environ 22 mm, le mois le plus sec est juillet (environ 0,03 mm).

I.1. les paramètres anatomiques

I. 1.1. Matériels végétales

Zygophyllum album L

بوقرية



Description :

plante vivace, en petit buisson très dense, pouvant dépasser les 50 cm de haut et 1 m de large, de couleur vert blanchâtre. Tiges très ramifiées. Feuilles opposées, charnues, composée, à deux folioles. Fleurs blanchâtre. Fruits dilates en lobe au sommet.

Répartition : commun dans tout le Sahara septentrional.

Utilisation: elle est considérée comme toxique.

Pharmacopée: elle est utilisée, en décoction, en poudre ou en pommade pour les traitements des diabètes, des indigestions et des dermatoses.

Limoniastrum guyonianum

الزيتة



Description : arbuste buissonnant, atteignant 1 mètre de haut, grisâtre. Tiges très rameuses. Feuilles entières, allongées, étroites et épaisses, portant des concrétions calcaires. Fleurs rose pourpre, en si grand nombre, au point qu'elles couvrent entièrement la plante. Elle dégage à la surface des feuilles une légère substance huileuse, d'où sont nom arabe "Zeita".

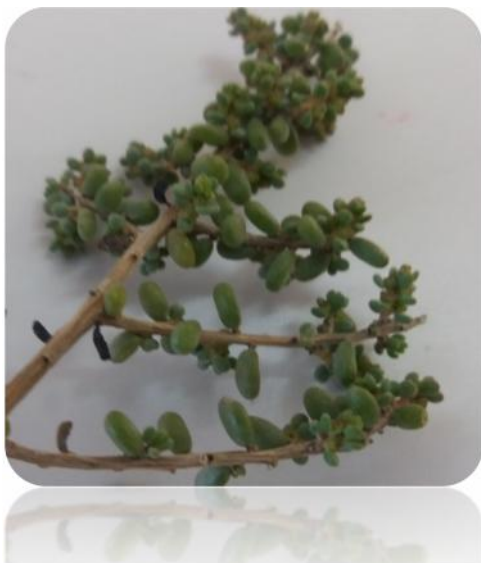
Répartition : commun dans tout le Sahara septentrional algérien et tunisien

Utilisation:

Pharmacopée : la tisane des feuilles, branches et galles est antidysentérique alors que la

Sueda fruticosa

السويداء



Description : Arbrisseau très rameux, pouvant dépasser un mètre de haut, très polymorphe, changeant d'aspect suivant l'âge et la position, de couleur vert, noircissant en séchant, d'où son nom arabe (souide). Feuilles sessiles, étroites et un peu charnues.

Répartition : commune dans les hauts plateaux, plus rare dans le Sahara septentrional.

Utilisation : utilisée pour donner une teinture noire des laines

Intérêt pastoral : c'est une plante très appréciée par les dromadaires.

Anabasis articulata

Description : arbuste buissonnant vivace pouvant dépasser deux mètres de recouvrement de couleur vert bleuté très clair. Rameaux articulés presque aphyllés. Fleurs rosées. Fruits entourés d'ailes étalés de même couleur. Pendant les périodes sèches les rameaux sont caduques et tombent au pied de la plante.

Répartition : commun dans tous le sahara.

Utilisation : les tiges étaient écrasées et utilisées Comme savon. Pharmacopée : on en faisait des emplâtres pour soigner la gale des dromadaires.

Thymelea microphylla

Description : arbrisseau soyeux, pouvant dépasser 1 mètre de haut, rameaux nombreux, dressés et blanchâtres. Feuilles très petites, lanocéolées et aspacées. Fleurs blanc jaunâtre, en glomérules, à 4 sépales soudés en tube sur les trois quarts de leur longueur.

Répartition : très commun dans les hauts plateaux, plus rare au sahara septentrional

Utilisation:

Pharmacopées: partir des feuilles écrasées, mélangées à du lait de chèvre et chauffées, on prépare des cataplasmes, dont l'application fait murir les furoncles.

Halocnemum strobilaceum

القرينة

**Description:**

arbrisseau à tiges cylindriques ,
nombreuses, jaunatres , rampantes
puis redressées de 30 à 100cm de
haut ,à rameaux longs articulés ;
portant des pousses courtes
ressemblant à des bourgeons

Repartition : nord du sahara
septentrionale et region
présahariennes

Utilisation :

Intéret pastoral : plante peu broutée
par les dromadaires.

I.1. 2. Matériels utilisés

- Boite de coloration (verre de montre).
- Lames et lamelles.
- Lames de rasoir
- L'appareil de Microtome
- Pince fine
- porteur d'échantillons
- passoire
- Microscope avec appareil photo numérique.

I.1. 3. les réactifs utilisés et leurs rôles

Le tableau 01 présente quelques types de réactifs que nous avons utilisé au cours de notre manipulation des échantillons ainsi que déterminer leurs rôles.

Tableau 01 : les réactifs utilisés et leurs rôles

Réactifs	Rôles
-eau de javel (6%)	- vider le contenu cellulaire
-acide acétique (CH ₃ -COOH)	- fixer la coloration sur la paroi
- vert de Méthyle	- colorer les tissus mort (paroi lignifier; xylème; sclérenchyme) en vert
- rouge de Congo	- colorer les tissus vivants (paroi non lignifiée; paroi pecto-cellulosique) en rouge / rose

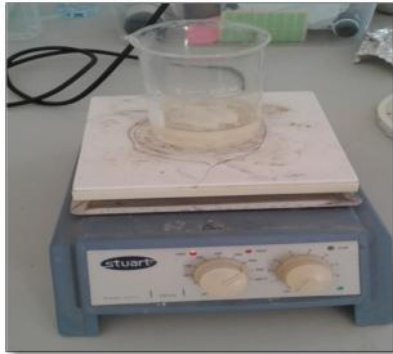
I.1.4.Préparation et observation des coupes anatomique

I.1.4.1.Réalisation et coloration des coupes transversale des organes végétale (tige, feuille)

I.1.4.1.1. Réalisation des coupes

Pour obtenir des coupes fines au niveau de tiges et feuilles de plantes étudiées , nous avons respecté les règles suivantes :

- ❖ Utiliser une lame de rasoir ou L'appareil de Microtome pour obtenir des coupes plus minces et mieux orientées.
- ❖ Tenir l'organe à couper de façon à obtenir des coupes transversales.
- ❖ Poser les avant bras sur la paillasse afin d'éviter les tremblements.
- ❖ Mettre les coupes dans un verre de montre de performance avec l'eau distillée pour éviter le desséchement.



On Chauffe le Paraffin par le
plaque de chauffante



On put l'échantillon dans le molle



On Verse le Paraffin chaude
sur le bloc qui porte L'échantillon.
Puis on attendit jusqu'à le paraffin gèle



Le bloc de paraffine est immobilisé par la
mâchoire du microtome. Par un mouvement
vertical alternatif, la lame de rasoir
réalise des coupes successives du bloc.

Figure 02: les étapes de la réalisation de coupe anatomique par l'appareil de le microtome .

I.1.4.1.2. Coloration des coupes

Dans ce travail nous utilisons la méthode de double coloration par le rouge de Congo et le vert de méthyle qui permet de réaliser la différenciation de certains tissus dans le tige, elle comprend les étapes suivantes :

Première étape

Les coupes réalisées sont placées dans l'eau de javel pendant 15 à 20 mn. Cette opération entraîne la destruction du contenu cellulaire tout en conservant les parois cellulaires.

Deuxième étape

mettre quelques gouttes de l'acide acétique pendant 1 minutes Pour neutraliser l'excès de l'eau de javel et facilite la fixation ultérieure des colorants .

Troisième étape

Précipiter vert de méthyle et laisser pendant 5 mn pour colorer les tissus mort en vert.

Quatrième étape

Ajouter rouge de Congo et laisser pendant 10mn pour colorer les tissus vivants en rose.

NB : Rinçage à l'eau distillée après chaque d'étape plusieurs fois Pour éliminer les traces de l'eau de Javel et favoriser la fixation des colorants dans les étapes à venir.

I.1.4.2. Prélèvement de l'épiderme

Le prélèvement et l'observation de l'épiderme sont effectués sans coloration

I.1.4.3. L'observation

Les préparations sont examinées dans le liquide de montage : L'eau distillée, quand elles doivent être examinées immédiatement et recouvertes d'une lamelle dont on place un coté au contact de lame, puis on rabat lentement sur la préparation à la manière d'un volet : Ceci évite la formation de bulle d'air.

Observation au microscope optique

I .2.Les paramètres physiologiques

I.2.1.Teneur relative en eau (T.R.E)

l'eau captée par les racines va occuper l'ensemble des cellules et des espaces intercellulaires du végétal. La mesure de la teneur en eau relative , permet de connaître le niveau de saturation en eau ou de turgescence de la plante . Elle est déterminée selon la méthode décrite par Barrs et Weatherley (1962), puis par scippa et all .,(2004).le limbe foliaire est coupé à sa base puis immédiatement pesé pour déterminer son poids frais (P.F). l'extrémité est ensuite placée dans un tube à essai contenant de l'eau distillée puis maintenu à l'obscurité à 4°C pendant 12 heures. Les feuilles sont récupérées et essuyées délicatement avec un papier buvard et sont à nouveau pesées, c'est le poids en pleine turgescence (Ppt). Les échantillons sont ensuite mis dans une étuve pendant 48 heures à 80° C pour obtenir le poids sec (PS). La teneur relative en eau (T.R.E) est calculée selon la relation de Clark et Mac-Caig (1982):

$$\text{TRE (\%)} = \frac{\text{PF} - \text{PS}}{\text{Ppt} - \text{PS}} \times 100$$

I.2.2.Dosage de la chlorophylle dans la feuille

L'extraction des pigments chlorophylliens fut réalisée dans 10 ml de melonge d'acétone à 80 % avec éthanol à partir de 100 mg MF de feuilles. Les teneurs en chlorophylles a (Chl a), b (Chl b) et totale (chl ab) ont été déterminées par spectrophotométrie (McKinney.,1941) :

$$\text{Chl ab} = 20,2 \times \text{DO645} + 8,02 \times \text{DO663}$$

$$\text{Chl a} = 12,7 \times \text{DO663} - 2,69 \times \text{DO645}$$

$$\text{Chl b} = 22,9 \times \text{DO645} - 4,68 \times \text{DO 663}$$

I.2.3.Détermination de la matière minérale

1g d'échantillon, préalablement séché, est placé dans un creuset en porcelaine taré, puis incinéré dans un four à moufle à 550°C pendant 6 heures. Le résidu obtenu représente les cendres (matières minérales) qui, par différence, donne la matière organique contenue dans l'échantillon. Le pourcentage des cendres est calculé par l'expression suivante :

$$\text{Cendres \%} = \frac{\text{P3} - \text{Tc}}{\text{P2} - \text{Tc}} \times 100$$

P2 : le poids du creuset après dessiccation.

P3 : le poids du creuset après incinération (tare + cendre).

Tc : le poids du creuset vide.

I.2.4. Dosage des sucres totaux dans les feuilles

Les sucres solubles totaux (saccharose, glucose, fructose, leurs dérivés méthyles et les polysaccharides) sont dosés par la méthode au phénol de Dubois *et al.*, (1956). Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche, placées dans des tubes à essais, on ajoute 3 ml d'éthanol à 80% pour faire l'extraction des sucres. On laisse à température ambiante pendant 48 h à l'obscurité. Au moment du dosage les tubes sont placés dans l'étuve à 80°C pour faire évaporer l'alcool. Dans chaque tube on ajoute 20ml d'eau distillée à l'extrait. C'est la solution à analyser. Dans des tubes à essais propres, on met 2ml de la solution à analyser, on ajoute 1ml de phénol à 5% (le phénol est dilué dans de l'eau distillée); on ajoute rapidement 5ml d'acide sulfurique concentré 96% tout en évitant de verser de l'acide contre les parois du tube. On obtient, une solution jaune orange à la surface, on passe au vortex pour homogénéiser la couleur de la solution. On laisse les tubes pendant 10mn et on les place au bain-marie pour 10 à 20mn à une température de 30°C (La couleur de la réaction est stable pendant plusieurs heures.). Les mesures d'absorbances sont effectuées à une longueur d'ondes de 485 nm.

-La concentration de sucres est calculée par la relation suivante:

$$\text{Concentration en sucres} = 1,24 + 97,44 \times (\text{Absorption en lecture à } 490 \text{ nm}) (\mu\text{g}/100\text{mg MF})$$

I.2.5.PH et conductivité

Nous avons évalué le pH et la conductivité selon la méthode de Marx .,(1999) , dépend les étapes suivantes :

- Nous séchant 5 g de feuilles de plantes dans l'étuve
- Ces feuilles sont broyées au mortier
- On Ajouter aux feuilles de plantes en poudre 62.5 ml d'eau distillée puis on fait la mélangeur pendant 15 min
- On Filtre la solution et Apprécie PH par PH mètre et la conductivité par la conductimètre (Shihat., 1951; Benesi *et al.*, 2004).

Chapitre II: Résultats et discussion

II.1. Résultats de paramètres anatomiques



Figure 03 : la feuille de Zygochloa barbata

1- Stomates

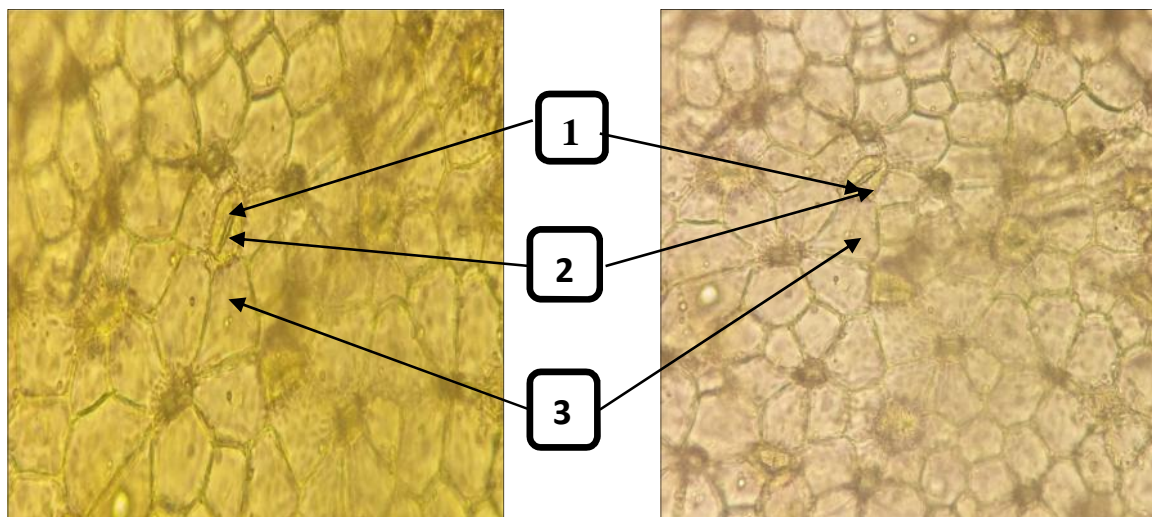


Figure 04: Stomate de l'épiderme d'une feuille de Zygochloa barbata du type Anomocytique (G X 400)

1- ostiole 2 - cellules de gardes 3 -cellules épidermiques pérystomatiques

Après l'observation microscopique de l'épiderme de la feuille de Zygochloa barbata,

Le type stomatique de cette plante est : type anomocytique .

2- organisation tissulaire

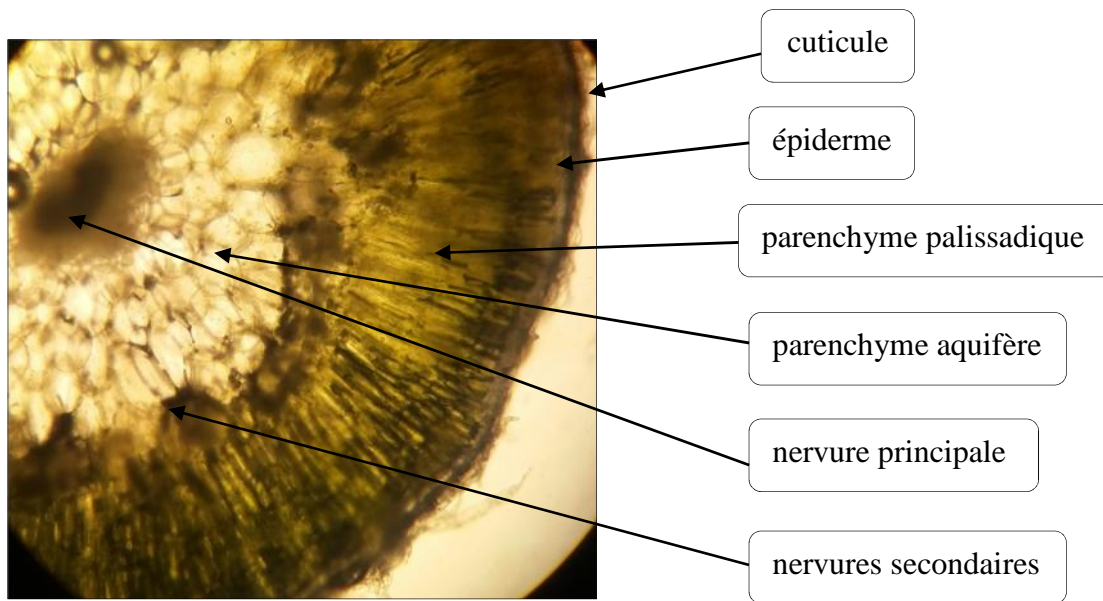


Figure 05: Coupe transversale de la feuille de *Zygophyllum album* (GX100).

L'observation microscopique de la coupe transversale de la feuille de *Zygophyllum album* de l'extérieure vers l'intérieure montre que :

L'épiderme est un tissu formé par une seule assise cellulaire, recouvertes par cuticule épaisse

Le mésophylle est non homogène ,Il comprend:

- un parenchyme palissadique se situé sous l'épiderme , il formé d'une couche de Cellules allongées riches en chloroplastes.

- un parenchyme aquifère des cellules larges.

Les vaisseaux cribro-vasculaires disposées sur un cycle unique, constitué les nervures secondaires, et les vaisseaux cribro-vasculaires disposées au centre, constitué la nervure principale.

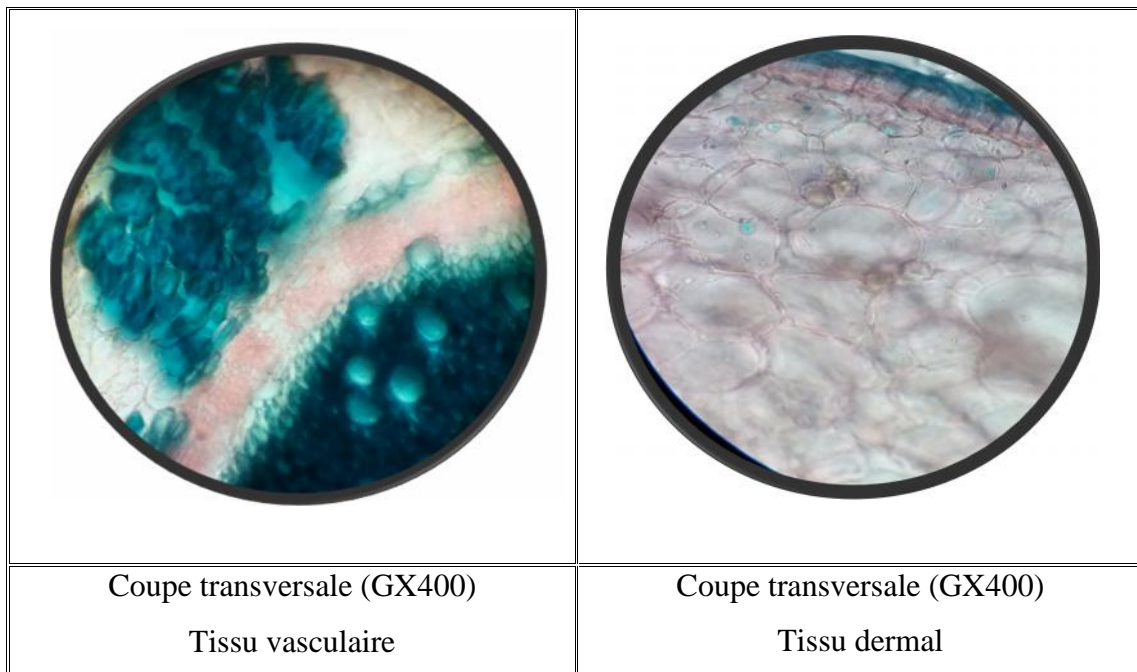
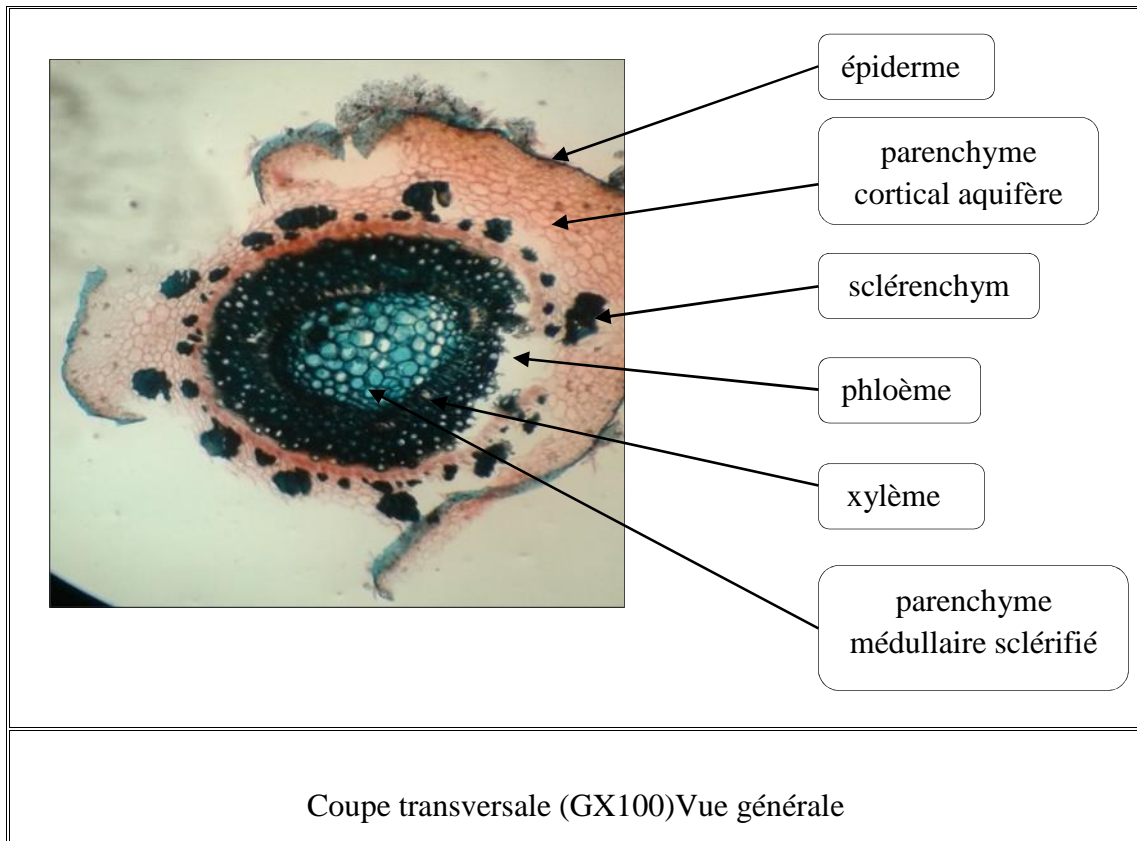


Figure 06 : Coupe transversale de la tige jeune de *Zygophyllum album*.

L'observation microscopique de la coupe transversale d'une tige jeune de *Zygophyllum Album* de l'extérieure vers l'intérieure montre que :

La jeune tige est composée d'un épiderme unisériel, d'un cylindre vasculaire et d'un tissu broyé différencié en une large le cortex et une petite moelle

L'épiderme constitue d'une couche de cellules juxtaposées . Leur paroi est peu épaisse et recouverte d'une cuticule épaisse

parenchyme cortical aquifère est composé des plusieurs couches avec des cellules larges et rondes ne créent pas des espaces interface entre elles ,ses parois ne sont pas épaissi.

Le sclérenchyme est distribués de façon discontinue de cellules mortes pour la présence de cellules parenchymateuse qui le coupe en blocs très proche .

Le cylindre central est de grande taille, limite par des massifs de fibres sclérenchymateuses, disposées sur un cycle unique.Il est formé de l'extérieur vers l'intérieur par les vaisseaux cribro-vasculaire et de parenchyme médullaire.

La moelle occupe la partie centrale de la section de la tige, c'est un tissu de cellules parenchymateuses rondes laissant des espaces entre eux .



Figure 07 : la feuille de *Halocnemum strobilaceum*

1-stomates

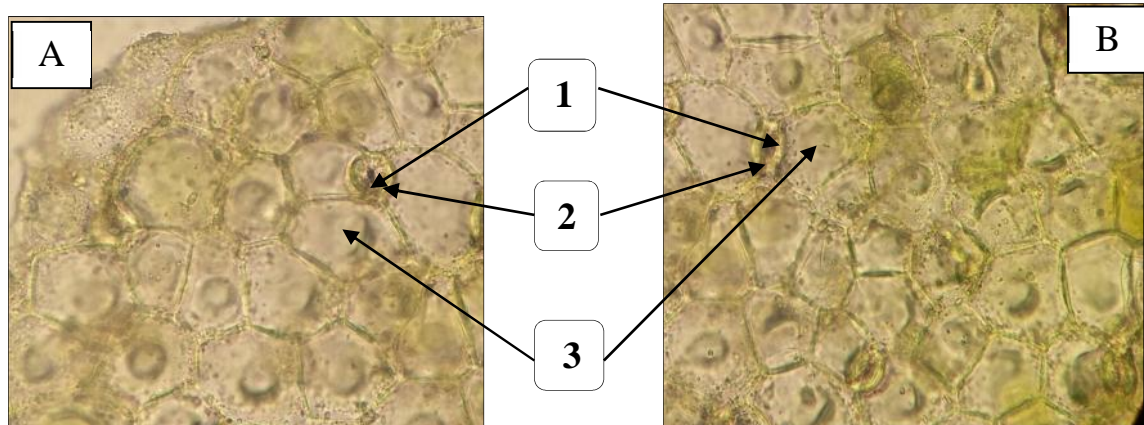


Figure 08 : Stomate d'une feuille d'*Halocnemum strobilaceum* du type anomocytique (A) et type paratracheal (B)(G X 400).

1- ostiole 2 - cellules de gardes 3 -cellules épidermiques pérystomatiques

Après l'observation microscopique, il y a deux types stomatique différentes sur l'épiderme des feuilles de la plante de *Halocnemum strobilaceum*, ce sont :
Le type anomocytique (A) et le type paratracheal (B)

2-Organisation tissulaire

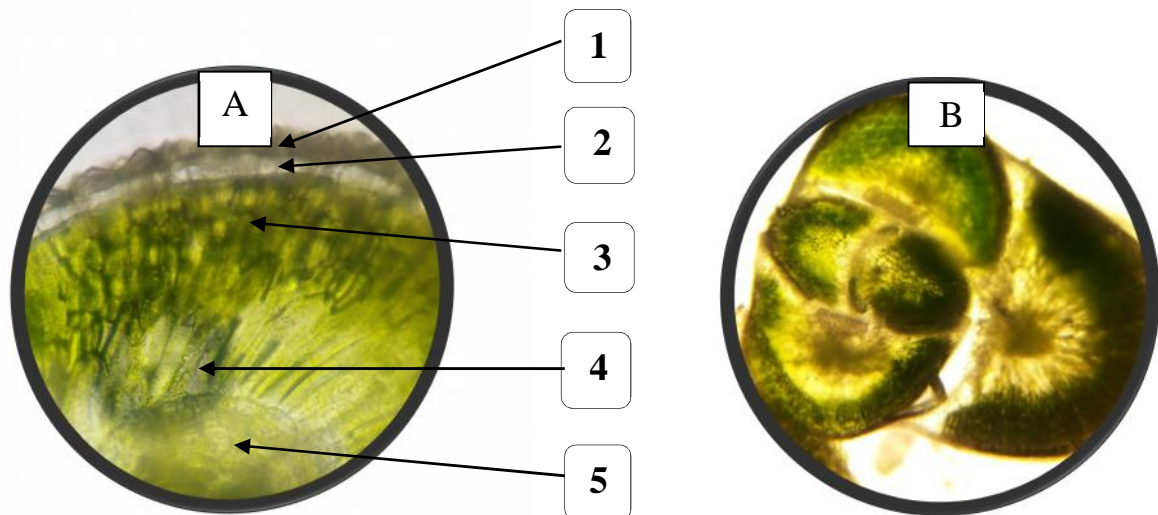


Figure 09 : Coupe transversale de la feuille de *Halocnemum strobilaceum* (G X100)

-
- 1-cuticule 2-cellules épidermique 3- parenchyme chlorophyllien palissadique
4-parenchyme aquifère 5- les vaisseaux cribro-vasculaires

L'observation microscopique de la coupe transversale de la feuille d'*Halocnemum strobilaceum* montre que :

on observe à partir le figure B que la feuille d'*Halocnemum strobilaceum* est dispose sous forme d'amas , Symétrique deux à deux .

- Sur cette coupe le figure A on observe de l'extérieur vers l'intérieur :

L'épiderme est un tissu formée par une seule assise cellulaires à de forme polygonale, qui constituée a une paroi épaisse recouverte d'une cuticule très épaisse et des stomates.

Le mésophylle non homogène comprend :

un parenchyme palissadique se trouvant sur la forme de plusieurs couches de cellules, il constitué de cellules allongées, parallélépipédiques, serrées les unes contre les autres, formant des assises continues ne présentant pas d'espaces Intercellulaires. parenchyme aquifère est constitué de cellules volumineuses et longs.

Les vaisseaux cribro-vasculaires disposées sur un cycle unique comprennent du xyleme et du phloème superposées.

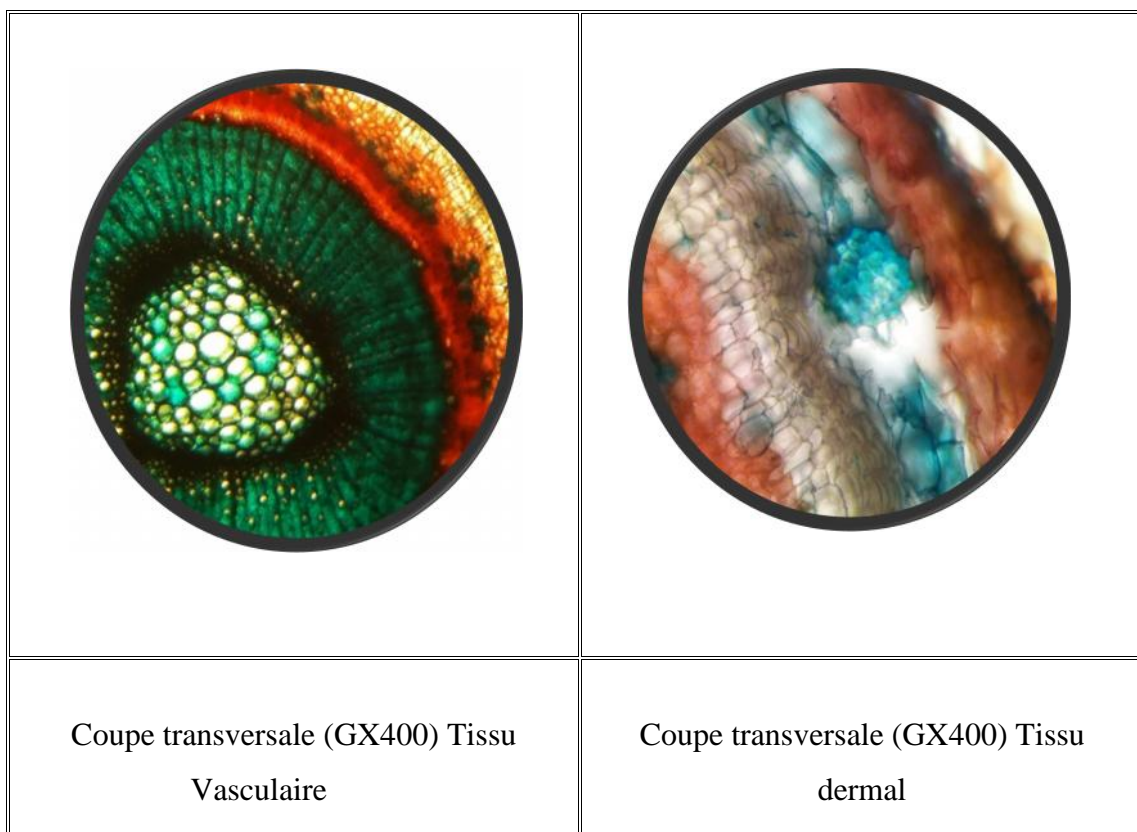
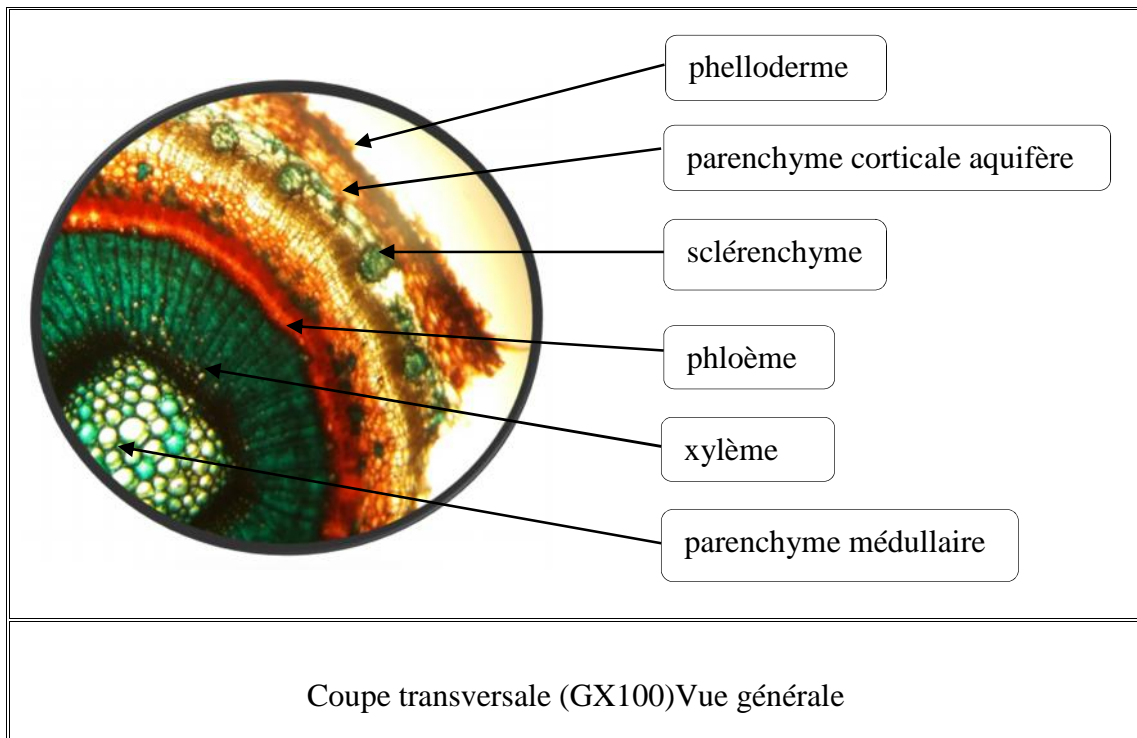


Figure 10 : Coupe transversale de tige de *Halocnemum strobilaceum* .

L'observation microscopique de la coupe transversale de la tige d'*Halocnemum strobilaceum* de l'extérieure vers l'intérieure montre que :

Le phelloderme est un tissu formé par une seule assise cellulaire compact entre eux recouvert par une cuticule .

L'écorce est constituer d'un parenchyme corticale aquifère qui contient de cellules à grandes taille.

Le cylindre central est constituer des vaisseaux cribro-vasculaires et de parenchyme médullaire sclérifié présente une grande partie de la tige , il est limité par les fibres sclérenchymateuses qui sont distribués de façon discontinue, séparés les uns des autres par le parenchyme.

Les vaisseaux cribro-vasculaires sont distribués former un anneau continu ; comprennent du xylème et du phloème superposées. et entre les deux se situent la formation secondaire du cambium.

La moelle occupe la partie centrale de la section de la tige qui est un tissu de cellules parenchymateuse de forme ronde.



Figure 11 : la feuille de *Sueda fruticosa*

1- stomates

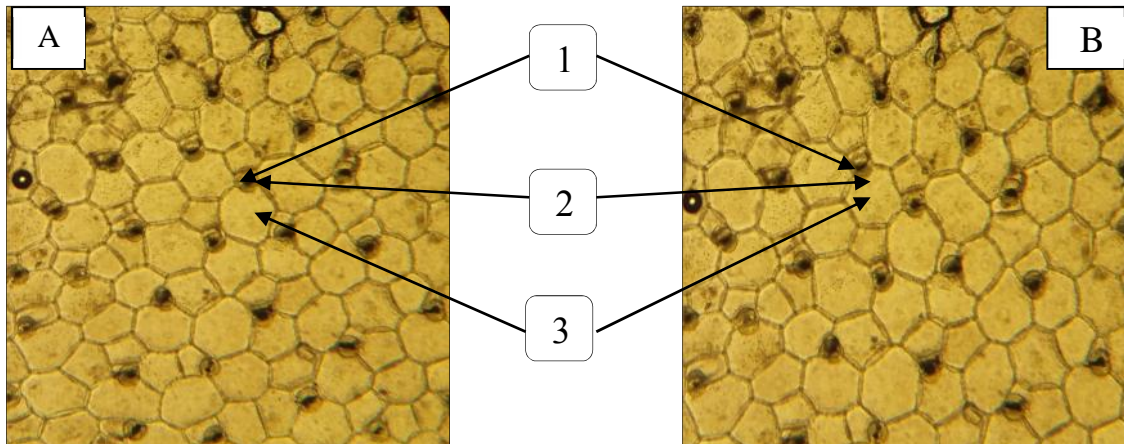


Figure 12 : Stomate de l'épiderme d'une feuille de *Sueda fructicosa* de type paracytique (A) et paratrachytique (B) (G X 400)

1- ostiole 2 - cellules de gardes 3 – cellule épidermiques pérystomatiques

Après l'observation microscopique de l'épiderme de la feuille de *Sueda fructicosa*, On trouve deux types stomatiques de cette plante sont : le type paratrachytique et Le type paracytique .

2-Organisation tissulaire

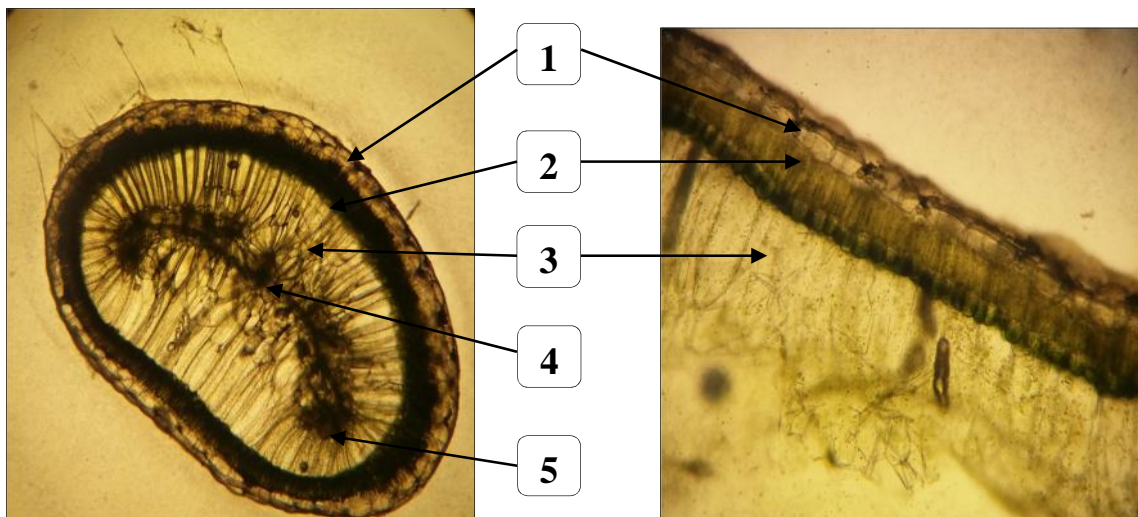


Figure 13 : Coupe transversale de la feuille de *Sueda fructicosa* (G X100)

-
- 1- épiderme 2 - parenchyme palissadique 3- parenchyme aquifère
4- nervure principale 5- nervures secondaires

L'observation de coupe anatomique fait au niveau de feuilles de *Sueda fruticosa* montre que :

L'épiderme est un tissu constitué d'une seule assise cellulaire sous forme ovale .

Le parenchyme assimilateur s'organise en deux assises de cellules, une assise externe de cellules allongées et une assise interne de cellules cubiques , il se situe directement sous l'assise épidermique.

parenchyme aquifère est composé de cellules de très grande taille

Les vaisseaux cribro-vasculaires disposés au milieu comprennent du xylème et du phloème superposés.

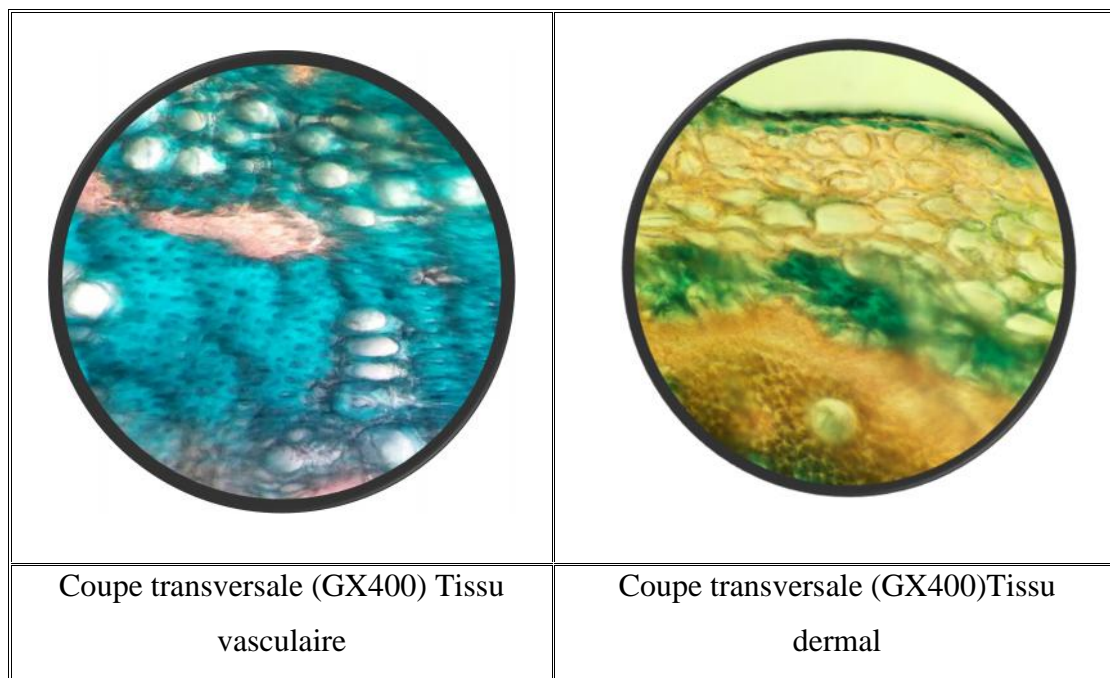
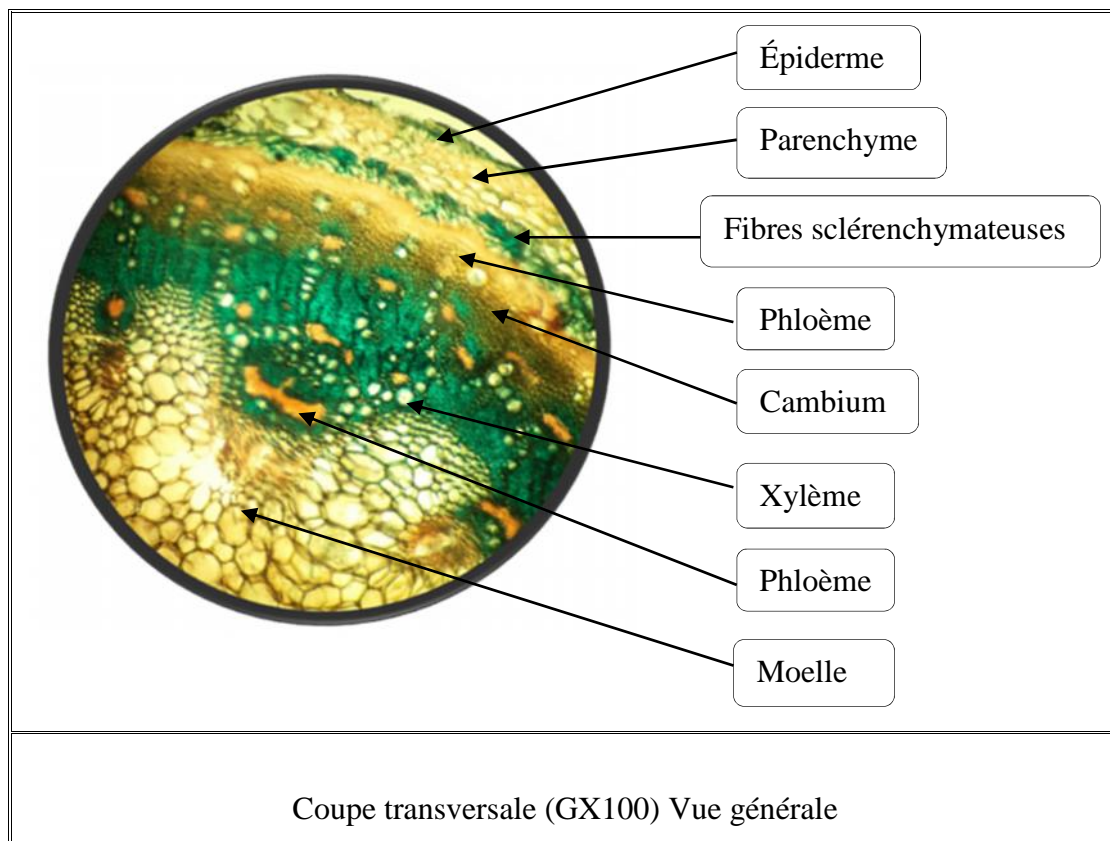


Figure 14 : Coupe transversale du tige jeune de *Sueda fruticosa*.

Sur le coupe transversal , on observe que la tige est constituée de deux zones Principals : l'écorce et le cylindre centrale . On peut déceler, que le cylindre central de la tige occupe une superficie plus élevée que l'écorce. De la périphérie vers le centre de la coupe on observe les tissus suivants.

L'écorce est constituée :

1-l'épiderme, formé d'une assise de cellules juxtaposées de forme ovale dont la paroi extérieure est cutinisée

2 -Un parenchyme cortical peu épais, situé sous l' épiderme et composé de 03 à 04 couches de cellules, de forme arrondie, irrégulièrement disposées et sont séparées par des méats, qui constituent le tissu de réserve.

3-Des cellules sclérenchymateuses, de petite taille à paroi épaisse constituent les fibres.

Le cylindre central est formé de:

1.Tissus conducteurs

rassemblés en amas superposés de xylème, vers le centre de la tige et vers l'extérieur, par le phloème, groupé en faisceaux cribro-vasculaires, formant un cycle régulier sous l'écorce. chaque faisceau est encapsulé par un patch de fibres péricycliques , il présente vers l'intérieur un petit triangle de xylème et vers l'extérieur, superposé au xylème, un petit massif de phloème , et entre les deux se situent la formation secondaire, du cambium (centrifuge).

2. La moelle, au centre de la tige, occupe un espace important. C'est un parenchyme à larges cellules arrondies, à paroi mince. Entre les faisceaux cribro-vasculaires se trouvent de larges travées de parenchymes reliant la moelle à l'écorce.



Figure 15 : la Feuille d'*Anabasis articulata*

1- Stomates

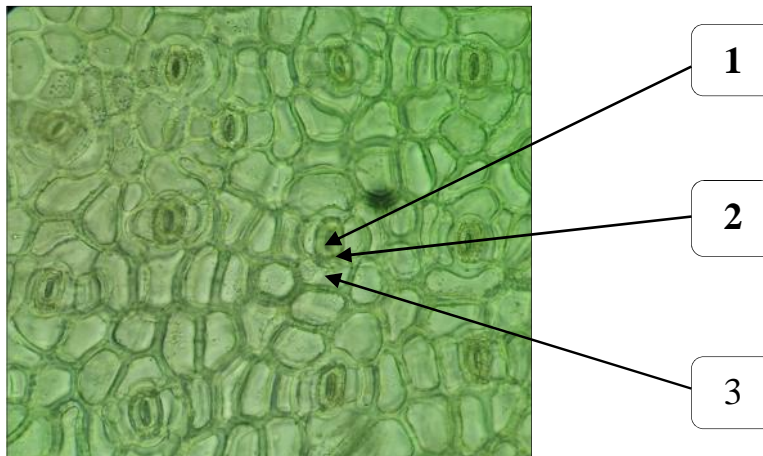


Figure 16 :Stomate d'une feuille d'*Anabasis articulata* du type paratrachécytique
(GX100)

1-ostiole 2- cellules de gardes 3- cellules épidermiques péristomatiques

Après l'observation microscopique, on a trouvé un seul type stomatique sur l'épiderme des feuilles de la plante de *Anabasis articulata*, c'est : Le type paratrachécytique .

2-les glandes



Figure 17 : Glandes salines de l'épiderme de la feuille d'*Anabasis articulata*
(G X 400)

3-Organisation tissulaire

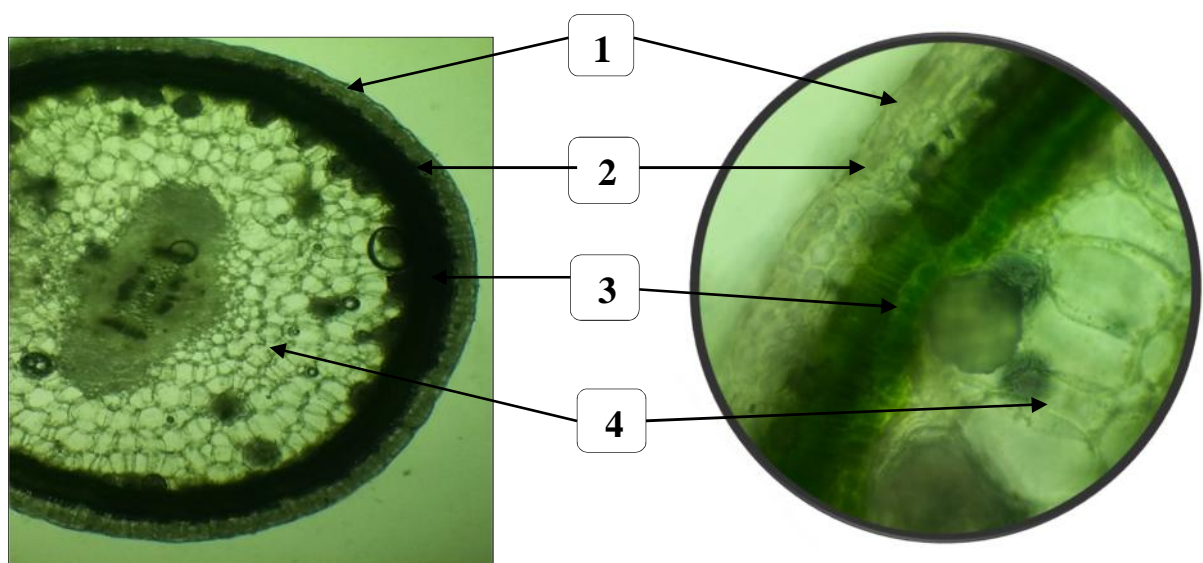


Figure 18 : Coupe transversale de la feuille d'*Anabasis articulata* (G X100)

- 1 -cuticule 2-cellules épidermiques 3-parenchyme palissadique
4 – parenchyme Aquifère

L'observation des coupes anatomiques faites au niveau des feuilles de montre que :
L'épiderme est un tissu formé par un seul assise cellulaire , à une paroi épaisse et forme Polygonale, il recouverte d'une cuticule mince.

Sous l'épiderme il y a une couche de cellules hypodermiques contenant des cristaux d'oxalate de calcium

Le mésophylle, est différencié en:

1-parenchyme assimilateur s'organise en deux assises de cellules, une assise externe de cellules allongées et une assise interne de cellules cubiques, il est séparé de l'épiderme par un hypoderme.

2-un parenchyme aquifère à cellule large.

Remarque : en observe que le centre de la coupe anatomique de feuille *Anabasis articulata* est semblable avec le tige parce que toujours le feuille transforme à tige.

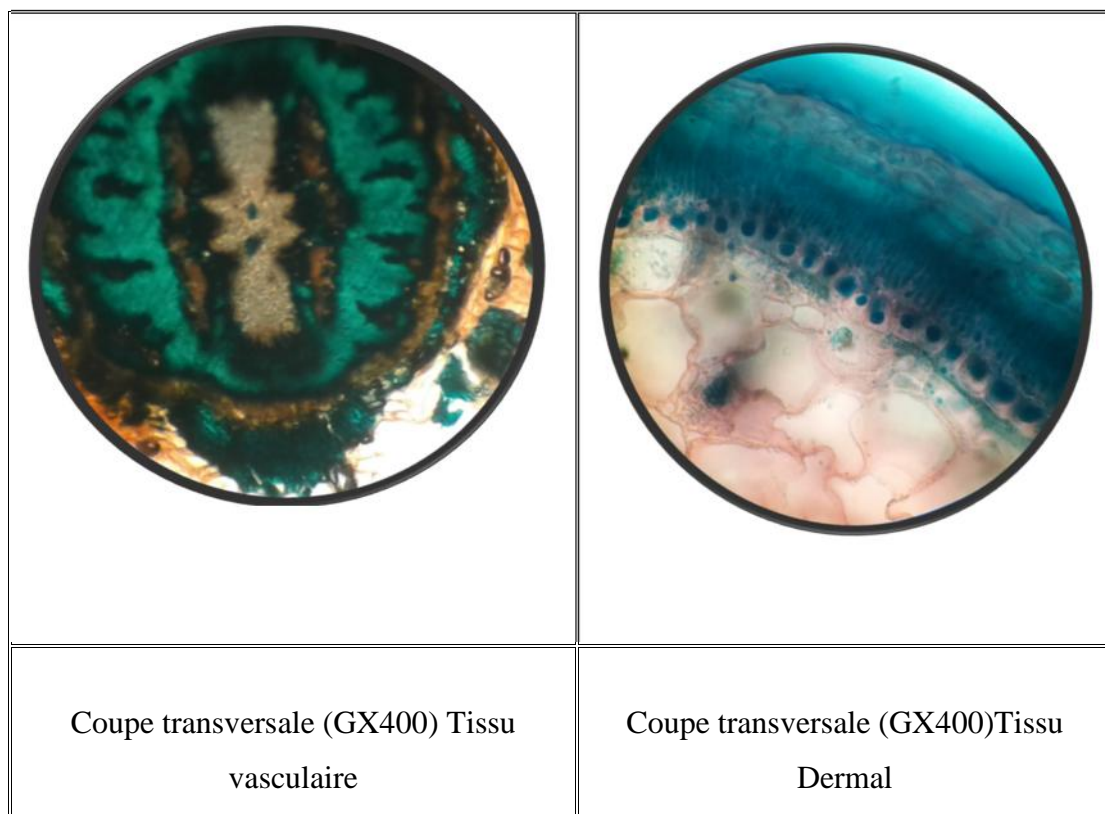
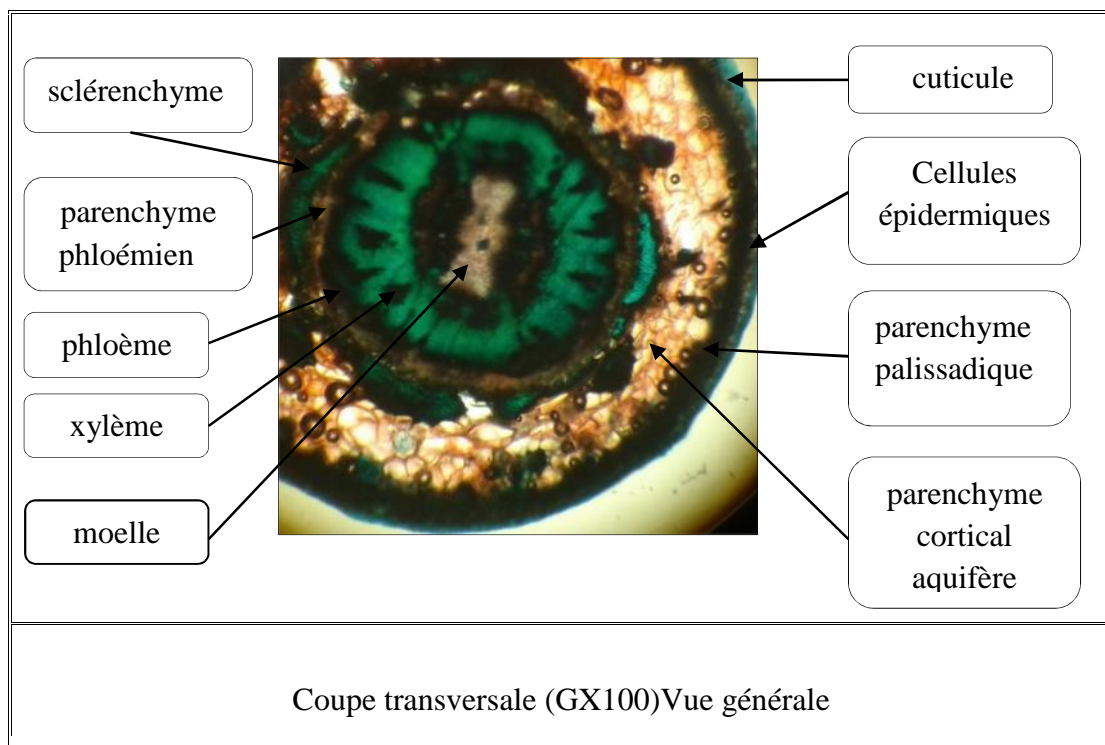


Figure19 : Coupe transversale du tige jeune d'*Anabasis articulata*.

L'épiderme constitue la couche de cellules la plus externe avec un seul assise, à une forme polygonale, La paroi externe de ces cellules est épaissie par un dépôt de cutine constituant d'une fine cuticule.

Parenchyme cortical aquifère contient de cellules vivant de très grande taille, ce dernier est Situé sous le parenchyme palissadique qui renferme deux formes du cellules, l'un est allongée et l'autre est cubique.

Le cylindre central est limité par un cycle des massifs de fibres sclérenchymateuses et un parenchyme phloémien qui entourer les vaisseaux cribro-vasculaire.

Tissus conducteurs rassemblés en amas superposés de xylème, vers le centre de la tige et vers l'extérieur, par le phloème, groupé en faisceaux cribro-vasculaires, formant deux cycles régulier sous l'écorce.

Tout le centre de la de la section transversale de la tige est occupé par une moelle qui est composée d'un tissu régulier de cellules parenchymateuses.



Figure 20 : la Feuille de *limoniastrum guyonionun*

1- stomates

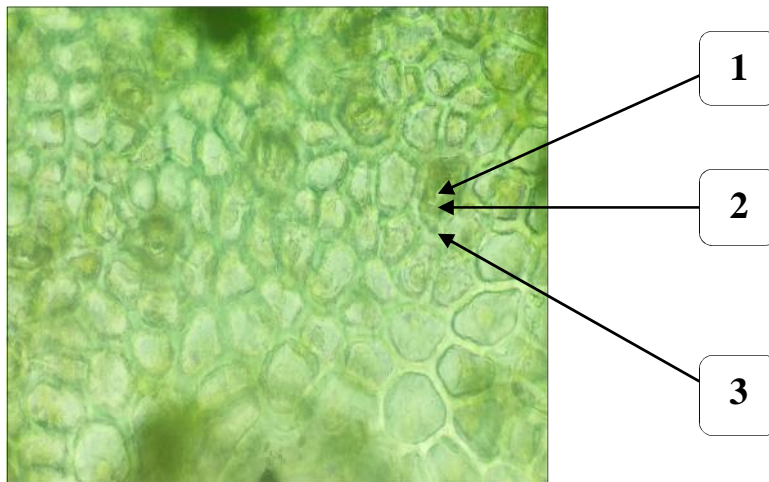


Figure 21 : Stomate d'une feuille de *Limoniastrum guyonianum* du type Anomocytique (GX100)

1-ostiole 2- cellules de gardes 3- cellules épidermiques pérystomatiques

Après l'observation microscopique, on a trouvé un seul type stomatique sur l'épiderme des feuilles de la plante de *Limoniastrum guyonianum*, c'est :Le type Anomocytique

2-les glandes

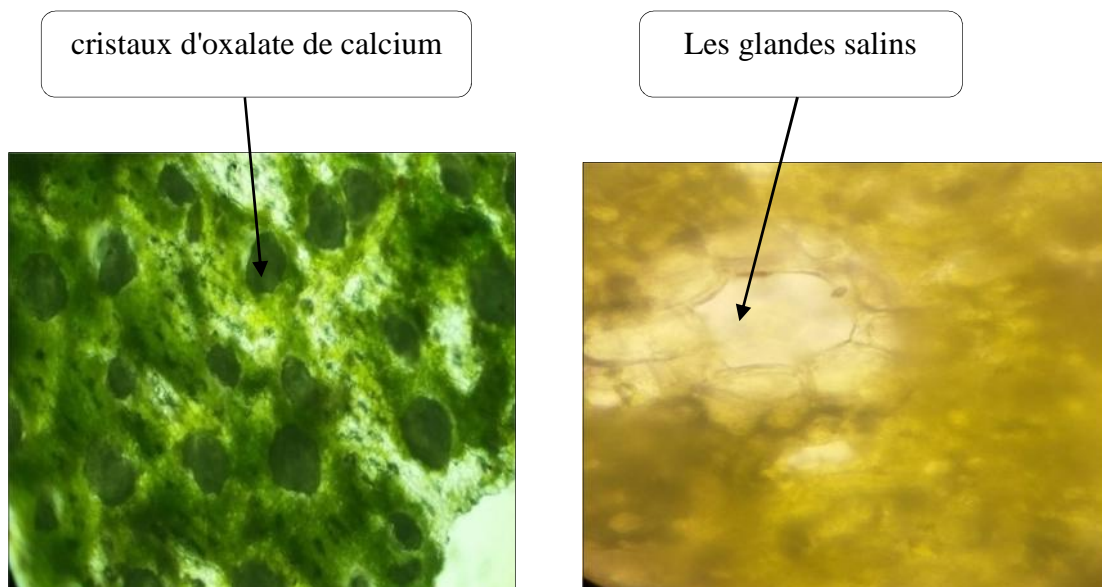


Figure 22 : Glandes salines de l'épiderme de la feuille *Limoniastrum guyonianum* (G X 400)

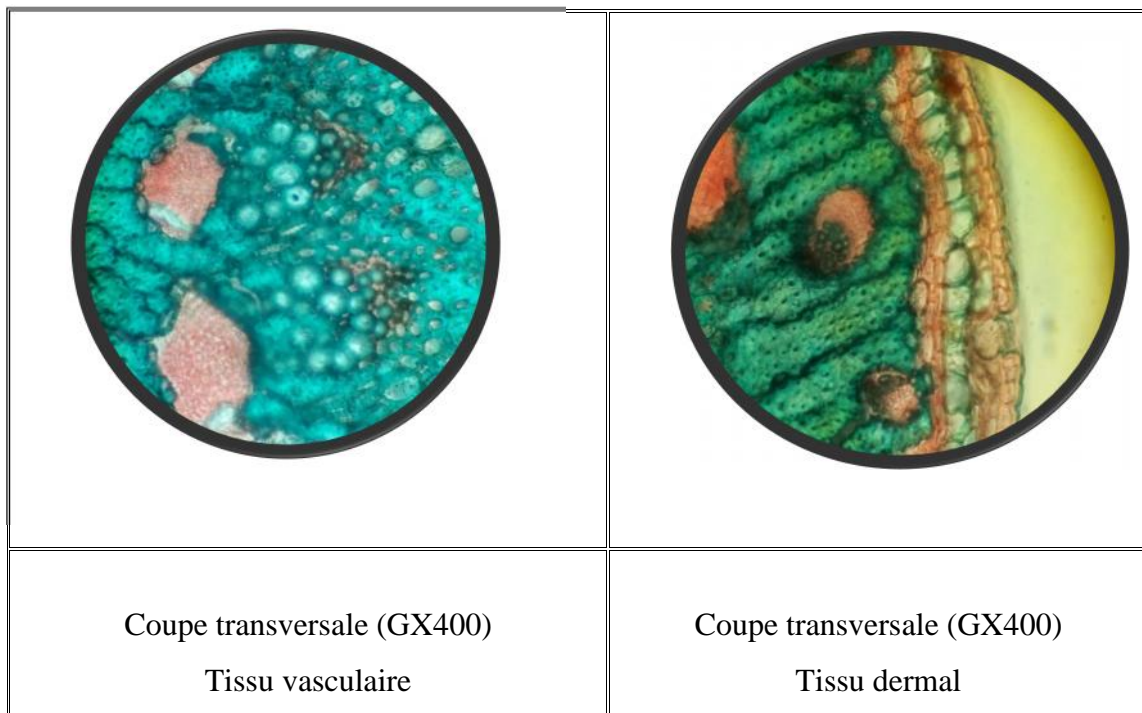
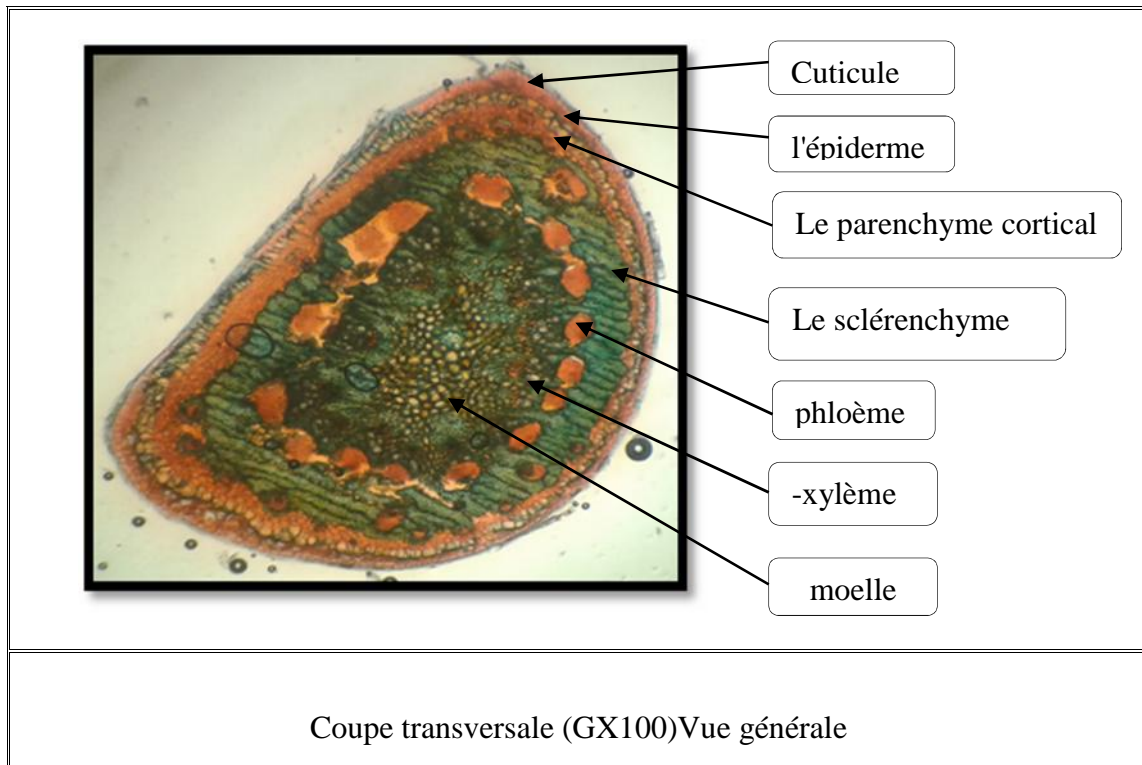


Figure 23 : Coupe transversale de tige jeune de *Limoniastrum guyonianum*
(G X100)

L'observation microscopique de la coupe transversale d'un tige jeune de *Limoniastrum guyonianum* de l'extérieure vers l'intérieure montre que :

L'épiderme constitue la couche de cellules la plus externe; il est composée d'une seule assise de cellules vivantes isodiamétriques avec des parois épaisses recouvertes d'une cuticule mince, ainsi que des stomates.

Dans les régions moins importantes du tige, adjacente à l'épiderme, se trouve une couche de cellules qui peut faire partie de l'épiderme, en le rendant multicouche, ou peut constituer un hypoderme .

Le parenchyme cortical se trouve sous l'épiderme, situé dans la périphérie de la tige, constitué de cellules vivantes aux parois celluloseuses, ces derniers sont compactés entre eux.

Le sclérenchyme est constitué de cellules mortes qui sont souvent regroupées en faisceaux formant des fibres végétales. Il entoure le cylindre central. Les vaisseaux cribro-vasculaires sont constitués au deuxième cycle, les uns de grande taille, les autres de petite taille, reliés entre eux par des fibres sclérenchymateuses et comprennent du xylème et du phloème superposés. Chaque faisceau présente vers l'intérieur un petit triangle de xylème et vers l'extérieur, superposé au xylème, un petit massif de phloème, et entre les deux se situent le cambium .

Le xylème est constitué de protoxylème et métaxylème, de même on distingue un proto-phloème et un métaphloème

La moelle est située au centre des cellules de tige et remplie par un parenchyme médullaire sclérifié formé de cellules rondes .



Figure 24 : la feuille de *Thymelea microphylla*

1-Stomates

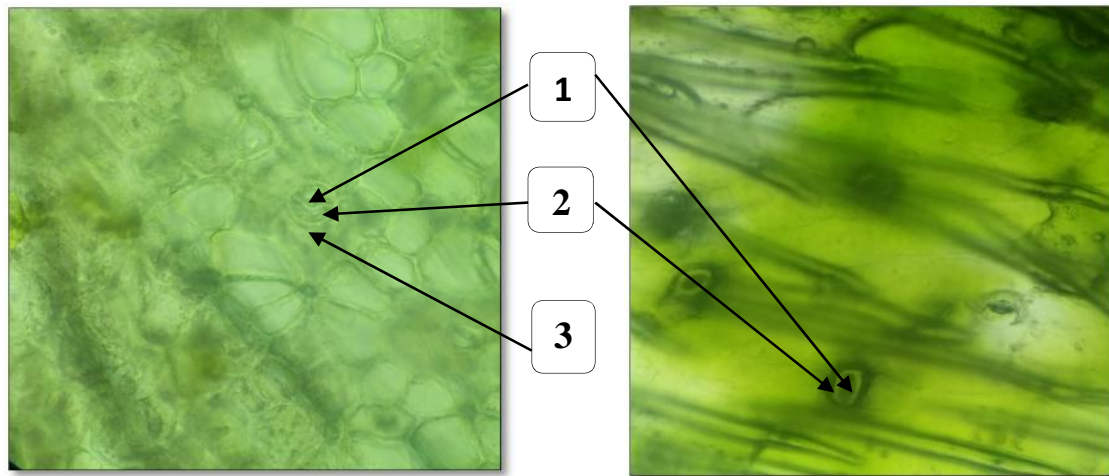


Figure 25 : Stomate d'une feuille de *Thymelea microphylla* du type anomocytique (GX100)

1- Ostiole 2- cellules de gardes 3- cellules épidermiques péristomatiques
Après l'observation microscopique, on a trouvé un seul type stomatique sur l'épiderme des feuilles de la plante de *Thymelea microphylla*, c'est :Le type anomocytique .

2-Poils

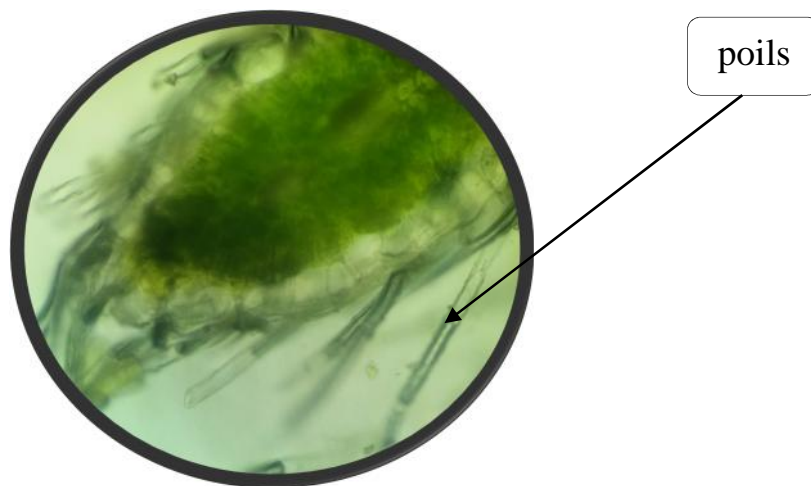


Figure 26 : Trichome d'épiderme d'une feuille de *Thymelea microphylla* (GX 100)

Après l'observation microscopique d'une coupe transversale de la feuille de *Thymelea microphylla*, on a trouvé que les trichomes sont situés tout au long de

extension , qui sont trichome non glandulaire, multicellulaire, avec des cellules allongés.

3- organisation tissulaire

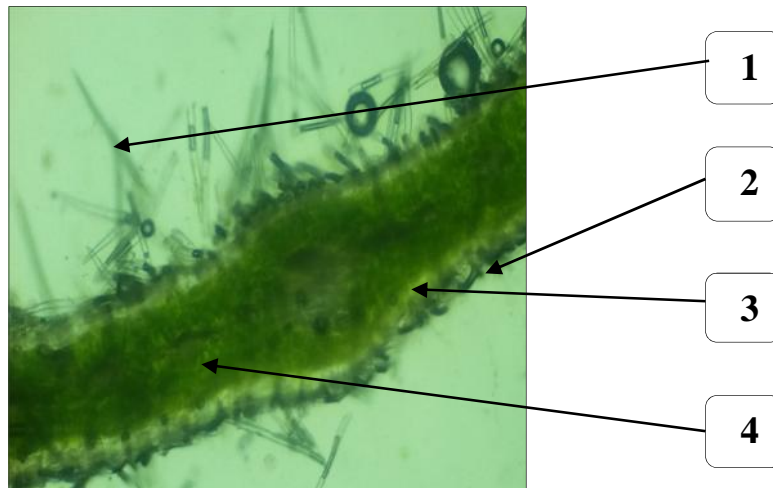


Figure 27 : Coupe transversale de la feuille de *Thymelea microphylla* (G X100)

1-Poils

2- cuticule

3- épiderme

4- parenchyme palissadique

L'épiderme c'est une assise continue de cellules à forme polygonal qui recouvre les feuilles, ces cellules sont épaissies par la cuticule.

Le mésophylle est un tissu simple qui composé par une seule catégorie de cellules (homogène), qui est le parenchyme palissadique.

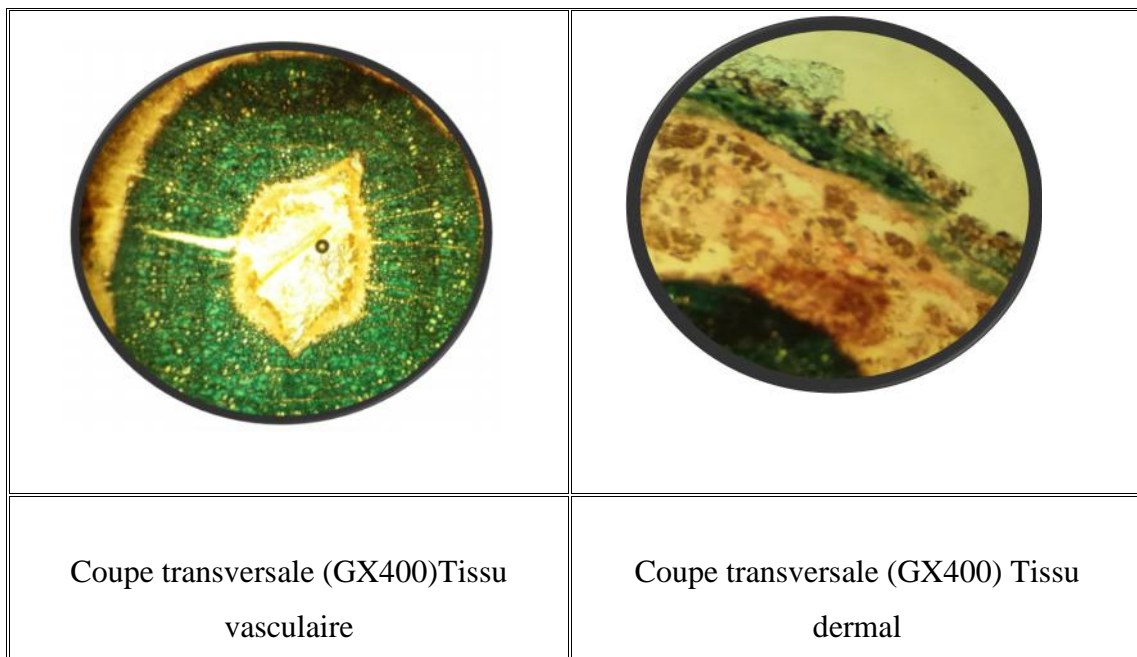
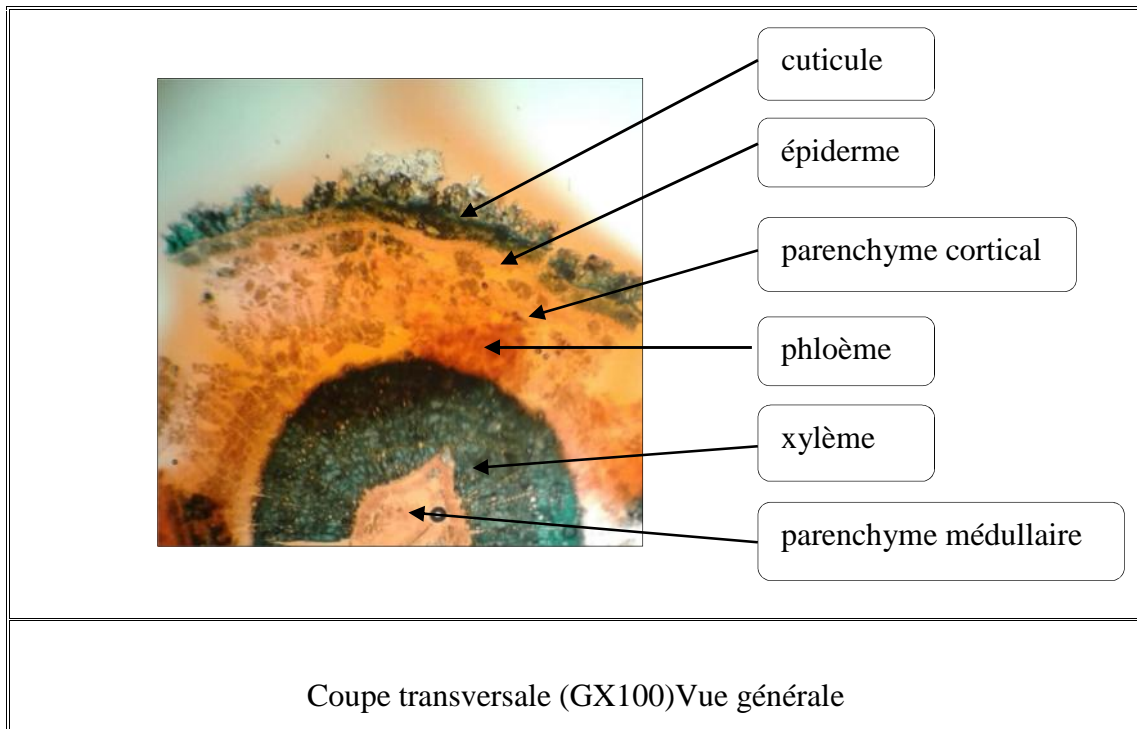


Figure 28: Coupe transversale de tige jeune de *Thymelea microphylla*

L'observation des coupes anatomiques faites au niveau des feuilles de montre que: L'épiderme est tissu superficiel Consiste d'une assise de cellules vivants jointives, dant la paroi externe est épaisse et recouverte d'un couche imperméable sous forme de cire(cuticule).Suivi par le parenchyme cortical pluristratifié.

Le cylindre central occupe la majeure partie de coupe ; il est formé par vaisseaux conducteur d' xylèmes est située à la tige vers l'intérieur et le phloème vers l'extérieur sont entouré par le fibre sclérenchymateuses.

La moelle se trouve au centre ,il s'agit d'un parenchyme médullaire à des cellules rond entourée par l'xylème ,entourée lui-même par le phloème .

Discussion

Les plantes habitant les milieux salins ont développé certaines caractéristiques qui les aident à prospérer sous des conditions défavorables . De telles caractéristiques sont souvent présentées dans les changements morphoanatomiques et physiologiques des plantes (Hameed *et al.*, 2009).

Les résultats obtenus à partir de cette étude ont montré que les plantes étudiées dans la région de El Hamraya sont des plantes adaptées à la sécheresse et à la salinité car elles sont caractérisées par l'anatomie des plantes xero-halophytes.

1. Stomate

1.1.Les types de stomates

Après l'observation microscopique de l'épiderme des plantes étudiées *Zygophyllum album L* (Zygophyllaceae) , *sueda fructicosa* (Amaranthaceae) , *Halocnemum strobilaceum* (Amaranthaceae) , *Limoniastrum guyonianum* (Plombaginaceae) , *Anabasis articulata*(Amaranthaceae) et *Thymelea microphylla* (Thymeleaceae) , nous avons trouvé trois types de stomates qui sont :Le type paratétracytique, le type anomocytique et le type Paracytique.

On observe que le type anomocytique est apparue dans les plantes *Zygophyllum album L*, *Halocnemum strobilaceum* , *Limoniastrum guyonianum* et *Thymelea microphylla*. Pour le type paratétracytique se trouve à *Halocnemum strobilaceum*, *sueda fructicosa* , et *Anabasis articulata* , enfin le seul plante qui possède le type Paracytique est *sueda fructicosa*.

Selon Kadi-bennane *et al.*., (2005) l'augmentation de la fréquence de type paracytique dépend de l'augmentation de l'aridité, donc nous pensons que les plantes qui possèdent type paracytique sont les plus adaptés à la sécheresse et la salinité. On montre que les stomates chez tous les plantes étudiées sont enfoncés vers l'intérieur: De ce fait, ces derniers se localisent plus profondément à l'intérieur de l'organe et ne sont plus directement exposés au soleil (Hopkins., 2003). Ce résultat correspond aux résultats de Houari *et al.*, (2013) qui ont étudié les mêmes espèces dans la région du sud-est algérien. Selon Boullard.,(1997) et Heller *et al.*, (1998) certaines plantes xérophytes adaptent à la sécheresse, par l'enfoncement de leurs stomates dans des cryptes, ce qui minimise les pertes d'eau.

Depuis plus de cent ans, il a également été reconnu que certaines modifications des stomates sont caractéristiques de plantes xérophytiques (Haberlandt., 1884). Les stomates de la plupart des plantes, y compris de nombreux xérophytes, se trouvent à la surface de la feuille ou de la tige jeune, mais dans d'autres plantes peut être submergé sous la surface, ou concentré dans des cryptes sous la surface.

2.Poils

À partir de la réalisation de coupe anatomique sur les feuilles de plantes étudiées, on remarque une présence de poils à la surface foliaires de l'espèce de *Thymelea microphylla* pour réduire la perte d'eau et maintenir l'humidité de feuilles, Ces résultats sont en accord avec de nombreux auteurs qui ont rapporté que les traits communs du désert feuilles d'arbustes sont de petite surface, bien développée épidermique des poils couvrant la surface des feuilles (Liu *et al.*, 1987). Les feuilles de xérophytes sont généralement petites (Maximov., 1929). Cela sert non seulement à minimiser la surface sur laquelle la transpiration peut se produire, mais il minimise également l'accumulation de chaleur dans les tissus (Smith., 1978). Les densités de poils et d'épines couvrant les parties aériennes de nombreux déserts les plantes remplissent une fonction similaire (Juniper et Jeffrey., 1983).

D'après Slimani et Chehama.,(2009) L'une des caractéristiques adaptatives des plantes spontanées sahariennes c'est la présence des poils pour minimiser l'évapotranspiration et économiser l'eau.

3. Les glandes

Dans la présente étude, deux des six plantes examinées ont été trouvées pour contenir des cristaux d'oxalate de calcium, à savoir *Limoniastrum guyonianum* et *Anabasis articulata*, qui ont le même type de cristaux mais ont une distribution différente. On observe que chez *Limoniastrum guyonianum* cristaux d'oxalates de calcium étaient situés sur l'épiderme. Alors que chez *Anabasis articulata* ils étaient localisés à la fois autour du tissu vasculaire et dans la parenchyme palissadique et le tissu spongieux du mésophylle.

Dans le même contexte, Houari *et al.*, (2013) ont conclu que les cellules de l'hypoderme d'*Anabasis articulata* apparaissent riches en cristaux d'oxalates de calcium sous forme de macles, cela peut expliquer la teneur élevée du calcium chez les plantes sahariennes, ce qui leur donne une grande rigidité. Ce résultat correspond aux résultats de Ghadi *et al.*, (2006) des cristaux d'oxalate de calcium sont formés dans *Anabasis articulata*, ils ont précipité dans l'épiderme, parenchyme palissadique, cortex et dans le cylindre vasculaire et aussi ils ont trouvé des fibres dans le cortex et dans les faisceaux vasculaires.

D'après Slimani *et al.*, (2009) L'espèce *Limoniastrum guyonianum* possède cette autre particularité d'adaptation qui est la présence des cristaux salins sur les feuilles. Les glandes sont composées d'un ensemble de cellules épidermiques des plexes; ceux qui capturent le sel des cellules du mésophylle en dessous d'eux, et sécrètent à la surface de la feuille, où une couche de sel des cristaux sont formés. Le processus d'excrétion du sel par la glande salée doit encore être élucidé par certains chercheurs; Cependant, l'une des conditions est la disponibilité de l'énergie (ATP) qui est nécessaire pour le pompage ionique. En halophytes, cette énergie est fournie par la respiration active de la glandulaire cellulaire (Marcum *et al.*, 1992).

Certaines plantes, possèdent des glandes situées sur leur épiderme qui ont pour but d'excréter les sels, surtout le NaCl, par les feuilles afin de diminuer la concentration en ion à l'intérieur des tissus et de ramener un certain équilibre ionique (Parida., 2005). D'après Thomson., (1975) Certaines modifications anatomiques apparaissent au niveau de différents organes. Chez les halophytes possèdent des structures spécialisées, les glandes à sel, situées au niveau des cellules épidermiques des feuilles et des tiges et

ayant pour rôle d'excréter le sel lorsque la charge minérale des tissus est excessive tels que Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , NO^{3+} , Cl^- .

De nombreuses plantes dans des environnements désertiques produisent différentes formes et volumes de cristaux dans les tissus végétaux. Les oxalates de calcium sont parmi les cristaux les plus abondants présents dans différentes plantes tissus, on le trouve sous forme de dépôts cristallins (Arnott.,1970) .La formation de L'oxalate de calcium est considéré comme un mécanisme à haute capacité de régulation du Ca dans de nombreuses plantes.

De nombreuses plantes halophytes ont des glandes épidermiques sur leurs feuilles et leurs tiges qui sécrètent du sel (Metcalfé et Chalk., 1950). Ces glandes ont été considérées comme des dispositifs efficaces pour la sécrétion de l'excès de sel qui s'accumule dans le tissu (Haberlandt., 1914). Helder .,(1956) a indiqué que les glandes salées étaient courantes dans les familles Plombaginaceae et Frankeniaceae, mais qu'elles ne se rencontraient que dans quelques espèces dispersées en dehors de ces familles.

4.L'organisation tissulaire

4.1. la présence de cuticule

Les résultats obtenus à partir de cette étude ont montré que les plantes étudiées contiennent une cuticule différente dans l'épaisseur sur les feuilles et les tiges. La cuticule mince est observé chez le feuille de *Zygophyllum album L* et *Anabasis articulata* aussi le tige de *Limoniastrum guyonianum* et *Anabasis articulata*. par contre les autre plantes possèdent une cuticule épaisse . pour le feuille de *sueda fructicosa* est dépourvus de cuticule.

Selon Schônher., (1976) La cuticule est une mince membrane lipidique extracellulaire, plus ou moins imperméables, qui recouvre les parties aériennes non subérisées des plantes. Sa principale fonction est d'intervenir comme barrière aux pertes d'eau des cellules végétales vers l'atmosphère, sans empêcher cependant le flétrissement des plantes sous conditions sévères de stress .

L'augmentation de l'épaisseur de la cuticule diminue la transpiration (Fisher et Turner., 1978 ; Henchi., 1987), mais ne constitue pas le seul facteur de régulation de

la perméabilité cuticulaire. L'âge de l'organe et les facteurs écologiques interviennent aussi. Le réseau de cutine est enrobé dans une matrice de cires cuticulaires qui sont un mélange complexe de longues chaînes (jusqu'à 37 atomes de carbone) d'hydrocarbure saturés, d'alcools, d'aldéhydes et de cétones. Comme les cires cuticulaires sont très hydrophobes, elles offrent une très forte résistance à la diffusion de l'eau et de la vapeur d'eau des cellules sous-jacentes. Le rôle de la cuticule est donc de réduire l'évaporation d'eau directement par les surfaces externes des épidermes foliaires et de protéger les cellules épidermiques et les cellules du mésophylle sous-jacentes contre une dessiccation qui pourrait être létale (Hopkins., 2003).

La cuticule est une couche protectrice qui recouvre les organes aériens des plantes vasculaires. Elle est composée de dépôts successifs de cire (Nultsch .w., 1998), enrobée dans une couche d'acides gras hydrophobes, la cutine (Peter H *et al.*, 2007); la cire cuticulaire est elle-même souvent recouverte de cire épicuticulaire d'une autre nature chimique (Jetter. R. *et al.*, 2000). Les rôles physiologiques principaux de la cuticule sont liés à sa nature hydrophobe : d'une part elle maintient une zone pauvre en eau à la surface du végétal, ce qui protège la plante de pathogènes, d'autre part elle limite les pertes de la plante en eau, en ions et en solutés polaires (sucres, acides organiques...).

Selon les travaux de Pierre *et al.*, (2014) L'évapotranspiration se fait par la transpiration stomatique (90 à 95 %) mais aussi par la transpiration cuticulaire (environ 10 % en plus dans les régions tempérées). nous concluons que Les plantes recouvertes d'une cuticule mince entretiennent cette transpiration cuticulaire alors que les plantes ont une cuticule épaisse est imperméable à l'eau.

La réduction de la surface foliaire est souvent associée à la formation d'une cuticule épaisse (Denden *et al.*, 2005). Cela correspond à nos résultats que les plantes *Halocnemum strobilaceum* et *Thymelea microphylla* ont petites feuilles et en le même temps sont recouvertes par une cuticule épaisse.

4.2. la présence de l'épiderme et l'hypoderme

Toutes les plantes étudiées contiennent un épiderme recouvrant les parties aériennes (les tiges et les feuilles) avec une seule assise. Sauf l'espèce *Halocnemum strobilaceum* qui est dans une phase d'épaississement secondaire.

l'épiderme est le tissu végétal superficiel formant une couche protectrice continue à la surface des parties aériennes d'une plante . Ses principales fonctions sont de prévenir les dommages mécaniques et de limiter des pertes d'eau, tout en permettant les échanges gazeux entre la plante et l'air ambiant (O₂, CO₂) .

L'hypoderme présent chez les espèces *Anabasis articulata* et *Limoniastrum guyonianum* éloigne le parenchyme assimilateur de la surface des feuilles et des tiges . Ce qui accentue l'adaptation à un environnement chaud et sec. D'après Lysthed.,(1977) la fonction de cette assise consiste en une diminution de la transpiration. La translocation de l'eau des couches cellulaires internes vers l'épiderme est, de cette manière, empêchée, réduisant ainsi les pertes d'eau.

4.3.la présence de parenchyme palissadique

On observe que le Parenchyme assimilateur dans les plantes étudiées est variable. Il peut être constitué de plusieurs assises de cellules semblables comme les plantes *Zygophyllum album L*, *Limoniastrum guyonianum* , *Halocnemum strobilaceum* et *Thymelea microphylla* ,ou seulement de deux assises :une externe à cellules allongées et une interne à cellules cubiques tel que *Anabasis articulata* et *sueda fructicosa*, D'après Oguchi .R *et al.*, (2005)L'augmentation de l'épaisseur du mésophylle améliore la capacité photosynthétique si elle est accompagnée d'une augmentation du nombre de chloroplastes exposés près de la surface faisant face à l'espacement intercellulaire. . Les espèces dont le parenchyme assimilateur est composé de cellules allongées semblables optent pour la voie photosynthétique de type C3, celles dont le parenchyme assimilateur est organisé en deux assises, une à cellules allongées et une à cellules cubiques, pour la voie photosynthétique de type C4 (Fahn .,1979).

4.4. la présence de parenchyme aquifère

Les plantes qui possèdent un parenchyme aquifère sont *Zygophyllum album* (Zygophyllaceae), *Anabasis articulata* (Amaranthaceae),et *Halocnemum strobilaceum* (Amaranthaceae),et *sueda fructicosa* (Amaranthaceae), pour les autres espèces étudiées sont dépourvus du parenchyme aquifère . La même résultat est obtenu par Deysson., (1967) qui étudie les Chénopodiacées et d'autres familles des végétaux halophiles et il a trouvé que ces dernières possèdent un parenchyme

aquifère abondant formé de grandes cellules à parois minces, remplies d'un suc vacuolaire, et un parenchyme palissadique qui les protège de la déperdition de l'eau.

Selon Lemee., (1978), Binet et Brunel.,(1968) les plantes grasses évitent la déshydratation par la réserve d'eau dans les tissus aquifères qui associées à une bonne protection périphérique, ces réserves sont localisées soit dans les tiges ou bien les feuilles.

De grandes cellules de stockage d'eau avec une paroi cellulaire sinueuse forment l'eau tissu de stockage (tissu spongieux) dans la feuille, c'est un personnage répandu de feuilles xéromorphes typiques, il améliore la rétention d'eau des plantes, l'absorption d'eau et préserve le micro environnement humide pour les cellules photosynthétiques environnantes (Anwar., 2006). Stockage de grands volumes d'eau dans des cellules de mésophylle aide à contenir la sécheresse (Anwar ., 2006).

4.5. les Fibres sclérenchymateuses et Les vaisseaux cribro-vasculaire

Tout les plante étudiées possèdent les fibres sclérenchymateuses, La fonction principale des fibres est de lui donner mécanique force et sauver la plante des différentes contraintes et souches de la facteurs environnementaux, par exemple, vents forts. Leur présence dans la feuille donne la rigidité et l'empêche de s'effondrer. (Ginzburg.,1966). Aussi on montre que les fibre sclérenchymateuses entourant les vaisseaux cribro-vasculaire , cette conclusion concordait avec les résultats d'Ashraf et Tufail., (1995),Murakeozy *et al.*, (2003). L'apparition de groupes de fibres à proximité du phloème dans la tige de *Zygophyllum* peut être importante car elle fournirait de la rigidité tige. Ce résultat correspond aux résultats de Abd Elbar., (2015) où le tissu mécanique et le sclérenchyme autour du cylindre vasculaire fournissent un bon support et éviter la sécheresse. Dans le même contexte, Huang *et al.*, (1997) , signalé que Sclerenchyme dans les tiges utile pour le phloème pour éviter les dommages de haute température, rayonnement intense et sécheresse .

Les fibres sont former dans la masse de tissu mécanique ou de soutien dans la plante, ainsi il fournit un bon support et évite les dégâts causés par les hautes températures rayonnement intense, dommages mécaniques des tempêtes de sable et érosion hydrique suite aux inondations et augmente la résistance à la sécheresse (Anwar ., 2006)

En dehors de toute adaptation à la sécheresse , la sclérisation , dépôt de lignines sur les parois des cellules constituant des tissus autre que le bois , est un phénomène biologique capital car il permet le renforcement de certains système de conduction et de soutien (Gorenflot., 1998).

4.6. La présence de la moelle

à partir Les coupes anatomiques de la tige obtenus de nos études. Nous avons vu que tous les plantes contient une moelle dans le centre de coupe ,ce dernier aide les plantes à l'adaptation avec le stresse. Les travaux de Melcalfe et Chalk., (1950) et Sheahan .,(2011) montrent que Le parenchyme cortical et la moelle est riche avec des cellules sombres. Leur contenu est tannins et mucilage. En outre, la même apparence cellulaire a été enregistrée dans le mésophylle . Des cellules de mucilage ou de la gelée dans de nombreuses espèces peuvent augmenter la pression osmotique, ce qui améliore la capacité de rétention d'eau et l'absorption d'eau, fournissant un micro-environnement relativement humide pour les cellules photosynthétiques environnantes (Jiang.,2004).

II.2. Résultats de paramètres physiologique

II.2.1. Variation de la teneur relative en eau (TRE)

Les résultats de la teneur en eau des espèces étudiés sont représentés dans le tableau et la figure suivante:

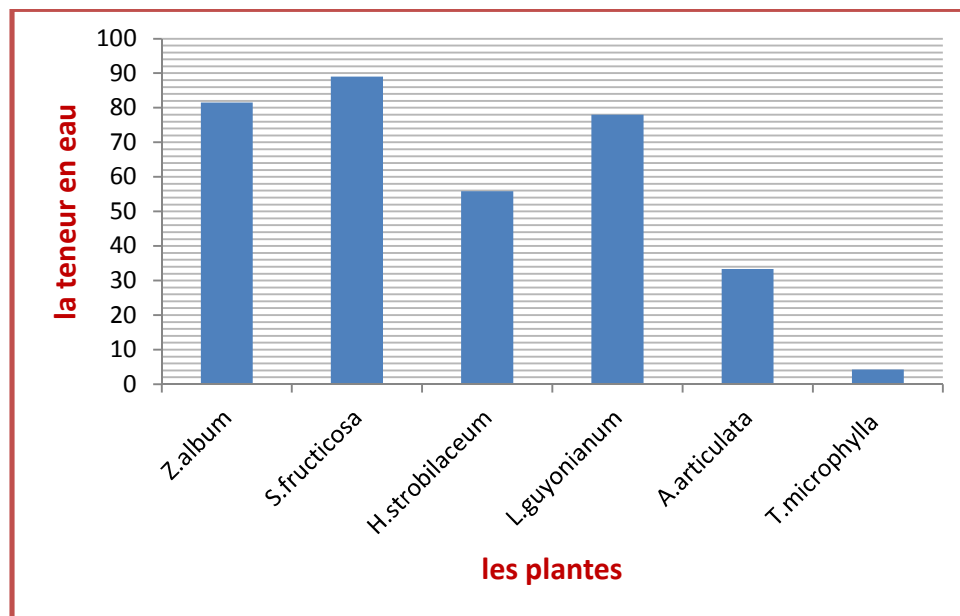


Figure 29 : les valeurs de teneur relative en eau (TRE)

Les résultats montrent une variabilité de la teneur en eau entre les différentes espèces. On remarque que les trois espèces *Zygophyllum album* L., *Sueda fructicosa* et *Limoniastrum guyonianum* sont les plus riches en eau ils enregistrent une teneur 87.5 % ; 89 % et 78.04 % puis vient *Halocnemum strobilaceum* est l'espèce qui enregistre teneur considérable avec 55.87 % .mais les espèces d'*Anabasis articulata* et *Thymelea microphylla* avec teneur d'eau faible successivement 33.33% et 4.27% Ces résultats correspondent avec les résultats de Adjaine et Ben esseddik.,(2013). Dans cette partie de notre travail nous avons étudiés les variations de la teneur en eau des espèces étudiés, il apparait selon nos résultats que *Zygophyllum album*, *limoniastrum guyonianum* , *Sueda fructicosa* et *Halocnemum strobilaceum* sont des espèces qui possèdent la plus grande teneur en eau. mais on peut parler que ces espèces succulentes qui accumulent l'eau dans ces feuilles D'après Hernandez,(1997) et Slimani ., (2008).

La succulence (richesse en eau) de ces espèces peut être considérée comme un mécanisme compensatoire pour réguler la concentration interne en sel par dilution (Brady., 2002).

La plupart, sinon la totalité, des plantes succulentes du désert sont des plantes CAM (Crosswhite., 1984), donc le relativement peu de stomates sont ouverts principalement la nuit. Le dioxyde de carbone est fixé dans des acides organiques et stocké dans les cellules. Au cours de la journée suivante, ces acides fournissent un Source de CO₂ pour la photosynthèse tandis que les stomates restent fermé, réduisant ainsi la perte de H₂O.

cette résultats indiquent que les plantes étudiées sont tolérantes à la sécheresse et à la salinité , cela peut être confirme par Blum., (1988), Le maintien d'un niveau élevé de teneur relative en eau dans les feuilles peut être associé à une bonne capacité à modifier l'osmose, permettant la préservation de la structure et de la fonction des tissu Dans de nombreuses recherches sur le blé. Levitt., (1972) fait remarquer que les plantes qui subissent le stress perdent une petite quantités d'eau dans l'unité de surface de feuille . Il augmente également le contenu de ses feuilles d'eau par rapport à celles sensibles.

Nemmar.,(1983) et Brinis.,(1995) sont arrivés à la même conclusion que les variétés

de blé où la teneur relative en eau de leurs feuilles est considérée comme la plus tolérante de la sécheresse .

Dans un deuxième temps nous avons remarqué une diminution de la teneur en eau chez l'espèce d'*Anabasis articulata* , Les feuilles chez ce espèce, est de très petite taille et peut même disparaître complètement. Dans ce cas, l'assimilation chlorophyllienne est assurée par les rameaux. Et le tres faible teneur chez *Thymelea microphylla* c'est une adaptation par la réduction de la surface foliaire D'après Ozenda (1983), la réduction de la surface foliaire ajoute une autre forme d'adaptation afin de minimiser l'évaporation de l'eau, en vue de l'économiser par la mise en réserve à l'intérieur des cellules de la plante et maintenir l'équilibre osmotique L'une des principales réponses physiologiques au salinité consiste en l'ajustement osmotique de façon à maintenir les mouvements d'eau de l'extérieur vers l'intérieur des cellules (Hernandez., 1997).

Les feuilles de xérophytes sont généralement petites (Maximov.,1929). Cela sert non seulement à minimiser la surface sur lequel transpiration peut se produire, mais il minimise également l'accumulation de chaleur dans les tissus (Smith, 1978) Le maintien d'un niveau élevé de teneur en eau relative dans les feuilles est susceptible d'être associé avec une bonne capacité d'ajustement osmotique, qui permet la préservation de la structure et de la fonction des tissus(1988, Blum).

Le maintien d'une forte proportionnalité est dû à plusieurs avantages: le maintien de certaines conditions de croissance, l'organisation de l'ouverture des stomates et le maintien de la photosynthèse, et la plante peut ainsi éviter le dessèchement des tissus.

II.2.2.Variation de la teneur moyen en chlorophylle

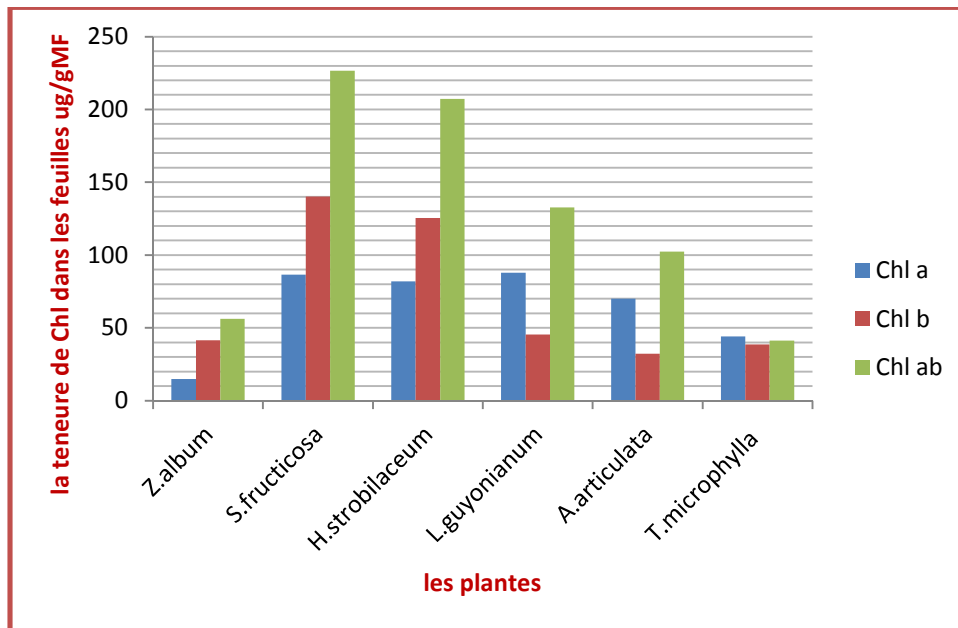


Figure 30 : les valeurs de la teneur en chlorophylle (a), (b) et (ab)

Il ressort clairement d'après la figure (25) la teneur de chlorophylle contenue dans les plantes est très élevée, qu'il s'agisse de chlorophylle totale ou (a) ou (b). On remarque que la teneur en Chlorophylle totale (a+b) enregistrée chez toutes les plantes est très élevée par rapport aux chlorophylles (a) et (b). En effet la teneur minimum est de l'ordre $41.33\mu\text{g/g MF}$ pour *Thymelea microphylla* et d'une valeur maximale chez *Sueda fructicosa* de $226.7\mu\text{g/g MF}$.

Nous observons que les teneurs moyennes en chlorophylle (a) enregistrées varient grandement, la valeur minimale chez *Zygophyllum album* est de $10.87\mu\text{g/g MF}$, et la valeur maximale chez *limoniastrum guyonianum* est de l'ordre $87.98\mu\text{g/g MF}$, concernant la teneur moyenne de chlorophylle b enregistrés il varie d'un minimum de $32.36\mu\text{g/g MF}$ chez les feuilles des *Anabasis articulata* à $140.21\mu\text{g/g MF}$ chez *Sueda fructicosa*.

On peut remarquer aussi que les plantes *limoniastrum guyonianum*, *Anabasis articulata* et *Thymelea microphylla* présentent une teneur importante en chlorophylle (a) au dépend de la chlorophylle (b). Par contre les trois espèces *Zygophyllum album*, *Sueda fructicosa* et *Halocnemum strobilaceum* présentent une teneur importante en chlorophylle(b) au dépend de la chlorophylle(a).

Selon Deraissace (1992) Le stress hydrique provoque la fermeture des stomates due au manque d'eau dans les cellules de garde et à la diminution des processus de transpiration et donc l'absence de régulation thermique et les réchauffement des feuilles qui affectent directement les différentes processus ; en particulier la photosynthèse ; et d'après Guettouche .,(1990) le chlorophylle est un bon indicateur du stress hydrique et indique que plus la norme est élevée, plus elle est résistante au stress hydrique. La capacité des plastes verts à maintenir leur remplissage est l'une des stratégies les plus importantes de l'adaptation à la sécheresse. Les plantes vertes bien remplies assurent une chlorophyllation élevée pour les faibles efforts en eau. donc à partir de notre résultats de la teneur en chlorophylle(a), (b) et (ab) on peut conclure que ces plantes étudiées sont résistantes le sécheresse et la salinité .

en comparaison de la teneur en chlorophylle de *Thymelea microphylla* avec les autres plantes étudiées , on note que ce espèce a une diminution en la teneur de la chlorophylle qui est dû au fait que cette plante dépend de la stratégie de réduction de la surface foliaire pour réduire le processus de transpiration et de résistance à la sécheresse. Ce qui convient à ce qu'il a montré par Salisbery and Ross(1992) à une diminution de la tension de l'eau du les feuilles ,Ce qui provoque une diminution de la production d'énergie pendant les réactions photovoltaïques, et peut être dû à une diminution de la production de la photosynthèse Pour fermer les stomates en raison du manque de remplissage de la pression dans les cellules de garde, ce qui conduit à une pénurie de CO₂.

La raison de l'augmentation de la teneur en feuilles de la chlorophylle totale est due à la solution du sol contenant des nutriments tels que l'azote et le magnésium, qui sont incorporés dans la composition de la molécule de chlorophylle.

Nous notons que la teneur de chlorophylle total est élevée dans la plante *Anabasis articulata* Où il atteint 102.41 ug/ g , bien que les plantes ont de très petites feuilles qui se transforment en tiges .selon Hallis.,(2005) De manière générale, Les plantes à petites feuilles dominant dans les zones sèches.Les feuilles peuvent être complètement absentes de certaines plantes telles que *Anabasis articulata* et appelées plantes aphylls. donc Le processus de photosynthèse se déroule au niveau des tiges vertes.

D'après les résultats de l'étude de l'adaptation anatomique . on peut classifier les espèces Selon les type de la photosynthèse représentés dans le tableau 02 suivant :

Tableau 02 : Classification des espèces en C3 , C4 et CAM.

Plantes C3	Plantes C4	Plantes CAM
<i>Thymelea microphylla</i>	<i>Anabasis articulata</i> <i>Sueda fruticosa</i>	<i>Limoniastrum guyonianum</i> <i>Halocnemum strobilaceum</i> <i>Zygophyllum album L</i>

Les plantes CAM sont des plantes C3 dans des conditions naturelles. Mais ils peuvent transformer en photosynthèse CAM lorsqu'ils sont exposés au stress hydrique. On peut classifie aussi l'espèce *Sueda fruticosa* plante en CAM car leur richesse de leur tissus en chlorophylle et la teneur de l'eau (la succulence) , Ceci est en accord avec la conclusion de Poljakoff-Mayber.,(1975) que *Suaeda mollis* plantes en CAM, elles gardent leur succulence grâce à la fermeture diurne des stomates afin de minimiser la perte d'eau par la transpiration.

Le forte teneur de chlorophylle dans les plantes C4 (*Limoniastrum guyonianum* , *Anabasis articulata* , *Sueda fruticosa* et *Halocnemum strobilaceum*) est attribuée à l'inhibition de la respiration photosynthétique, ce qui conduit à une teneur accrue en carotène, qui travaille à protéger la chlorophylle de la dégradation dans des conditions d'oxydation optique.

Cela est due au fait que les plantes en C4 paraissent mieux équipées pour résister a la sécheresse et maintenir une activité photosynthétique dans des conditions de chaleur excessive qui chez les plantes en C3 conduiraient à la diminution de la photosynthèse, a cause de la fermeture des stomates et par conséquent à une diminution de la fixation de CO₂. Cette caractéristique semble résulter de la capacité que possèdent les plantes en C4 de concentrer le CO₂ et donc de réduire les pertes en eau par la photorespiration. (Hopkins .,2003) .

Selon Ting .,(1975) et Deput .,(1978), les espèces dont le parenchyme assimilateur est composé de cellules allongées semblables optent pour la voie photosynthétique de

type C₃, celles dont le parenchyme assimilateur est organisé en deux assises, une à cellules allongées et une à cellules cubiques, optent pour la voie photosynthétique de type C₄.

D'après Soltner .,(2007) Le cycle en C₄ débute par l'absorption de CO₂ atmosphérique par les cellules de mésophile qui n'ayant pas de rubisco dans leurs chloroplastes assurant cette fonction en le condensent sous forme HCO₃⁻ avec le phosphoenol pyruvate pour donner l'oxaloacetate celui-ci est réduit par le NADPH en malate on dit que le terme C₄ fait référence à ces acides à quatre atomes de carbones.

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 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).

II.2.3. variation de composition minérale

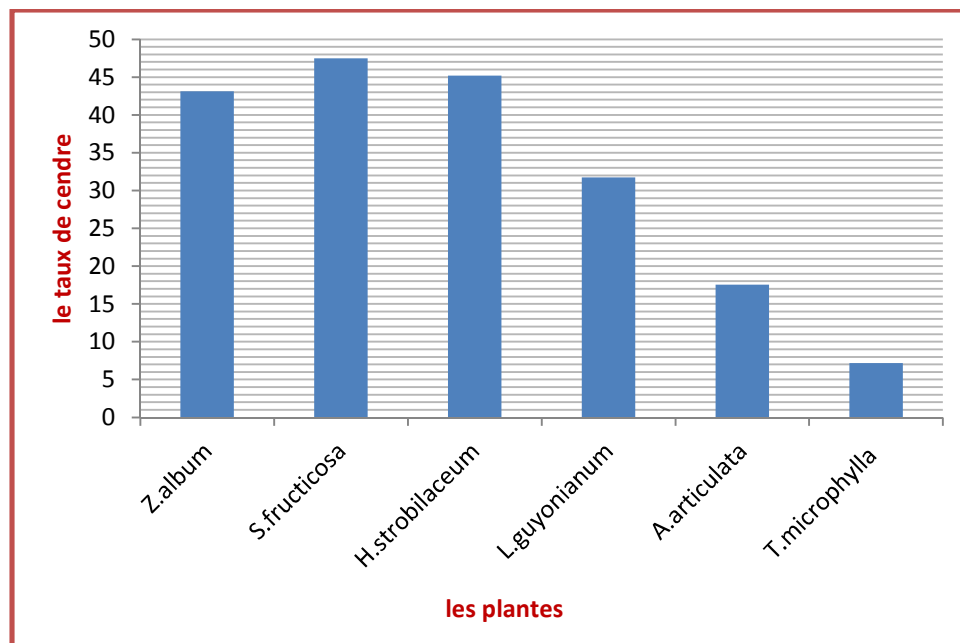


Figure 31 : le taux de cendre dans les plantes

On note qu'il existe une différence dans la quantité de sels minéraux dans les plantes étudiées, où nous trouvons dans chacune des plantes *Sueda fruticosa*, *Halocnemum strobilaceum* et *Zygophyllum album L* une proportion très élevée au sels, ils enregistrent une teneur 47.5 %, 45.18%, 43.14% et qui est basée sur la stratégie d'atténuation et par l'augmentation succulentes du jus plus la quantité de sels absorbés augmente la quantité d'eau absorbée afin de réduire la concentration de sels et de se débarrasser de la toxicité, les feuilles apparaissent gonflées et succulentes. selon Zhu., (2001) Le mécanisme le plus commun aux halophytes pour assurer leurs besoins en eau est l'ajustement osmotique en augmentant leur pression osmotique par rapport à celle du sol par l'absorption de sels et leur transport vers les feuilles, mais pour la plante de *Limoniastrum guyonianum* contient une quantité considérable de sels (31.75%), car il est basé sur la stratégie d'évitement est une tentative d'enlever la plante pour les ions des parties végétatives qui ont une activité vitale de la plante par la sécrétion des sels à l'extérieur à travers les glandes qui se trouvent à la surface des feuilles. donc il est plante halophyte excrétrice. selon Zahrane., (1995) est une plante qui possède des glandes spécifiques au niveau des feuilles et des tiges. La même stratégie est également trouvée dans la plante *Anabasis articulata* qui contient une faible quantité de sels estimée à 17.55%.

On remarque que la proportion de sels très faible chez *Thymelea Microphylla* 7.16% ils reposent sur la stratégie d'évitement elles empêchent le transfert des sels dans la plante, dans ce cas les sels sont absorbés et accumulés dans les racines pour diminution la pression osmotique dans la racine afin qu'elles puissent absorber l'eau mais ne monte pas ces sels au la partie végétatif.

Le mécanisme le plus commun aux halophytes pour assurer leurs besoins en eau est l'ajustement osmotique en augmentant leur pression osmotique par rapport à celle du sol par l'absorption de sels et leur transport vers les feuilles (Zhu., 2001) Selon Touraine et Ammar, (1985). L'accumulation des ions Na^+ et Cl^- absorbés au niveau des racines vers les feuilles est l'un des caractères les plus communs chez les halophytes pour baisser leur potentiel hydrique et se ravitailler en eau. Lorsque la concentration en sel est trop élevée dans l'environnement de la plante, elle limitera l'entrée des sels dans ses tissus via des membranes perméables sélectives.

Ces membranes ne laisseront pas entrer les sels dans le cytosol lorsqu'un certain seuil (Kozlowski., 1997).

Chez la plupart des plantes, les sels en excès ont stockés dans des vacuoles afin de diminuer la concentration en sels auxquels le cytosol et les chloroplastes sont exposés(Kozlowski., 1997).

Le stockage de divers ions dans la vacuole peut avoir plusieurs implications. Il peut s'agir de la régulation de la concentration ionique cytosolique pour y ajuster la disponibilité des ions. Le but est alors soit de permettre le bon fonctionnement des activités métaboliques, soit de contre balancer un influx particulièrement important dans le cytosol. D'autre part, il peut s'agir de la régulation de la signalisation induite par certains de ces ions comme le Ca^{2+} , ou encore de la régulation de la turgescence de la vacuole (Ward et al., 1995).

II.2.4.Variation de la concentration des sucres

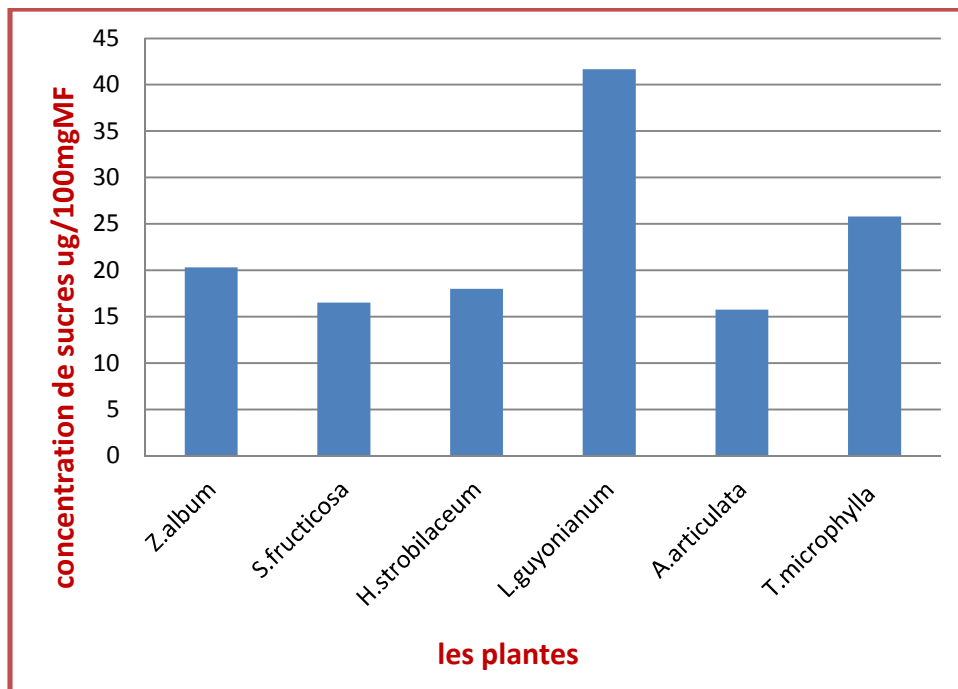


Figure 32 : concentration de sucres dans les plantes étudiés

D'après les résultats obtenus sur le dosage des sucres solubles dans la partie aérienne (feuilles) chez les espèces étudiées, la concentration en sucres solubles est plus élevée chez tous les plantes étudiés, notamment le *Limoniastrum guyonianum* avec une

concentration de 41,77 mg / g. , Alors que d'autres espèces contiennent une concentration allant de 16,53 mg / g à 26,28 mg / g.

La teneur en sucres solubles augmente chez les espèces étudiés. Les fortes accumulations des sucres solubles sont observées chez *Limoniastrum guyonianum*. L'augmentation de la teneur en sucre dans les feuilles joue un rôle important pour aider les plantes à s'adapter aux conditions difficiles de la région(la sécheresse et la salinité) , Cette augmentation est en réalité une confirmation des résultats des chercheurs qui ont affirmé que le déficit hydrique a causé une accumulation importante des sucres solubles au niveau des feuilles (Zerrad et al., 2006).Le but de cette accumulation a été clarifié par Hireche ,(2006) lorsqu'il a confirmé que Les sucres solubles protègent les membranes contre la déshydratation, en condition de déficit hydrique, ils participent en grande partie à l'abaissement du potentiel osmotique chez le blé.

La principale caractéristique des halophytes est de posséder une matière vivante capable de fonctionner activement en présence de fortes concentrations salines. C'est là l'aspect essentiel de leur résistance au sel (Hophking ,2003). Cette matière vivante est représentée essentiellement par les glucides solubles principalement le glucose, le fructose et le saccharose mais aussi les sucres alcools et les acides organiques qui semblent jouer un rôle très important dans le maintien d'une pression de turgescence qui est à la base des différents processus contrôlant la vie d'une plante (Hasegawa et all., 2000 ; Rodriguez-Rosales et all.,1999), ces composés peuvent jouer plusieurs autres fonctions régulatrices importantes chez les plantes stressées. Les sucres non seulement soutiennent la croissance des tissus, mais affectent aussi les systèmes de détection du sucre qui régulent l'expression, positive ou négative, de divers gènes impliqués dans la photosynthèse, la respiration et la synthèse et la dégradation de l'amidon et du saccharose (Hare et al ., 1998). Aussi , les sucres solubles contribuent à la protection des réactions conduisant à la synthèse d'enzymes, ce qui permet à la plante de mieux résister aux effets de la sécheresse.

Les sucres solubles associés à d'autres solutés organiques (protéines, glucides, acides organiques (malate), acide aminés) interviennent dans le processus d'osmorégulation (Kinet et al, 1998).

L'accumulation de solutés compatibles est souvent considérée comme stratégie de base pour la protection et la survie des halophytes sous stress de sel . Ces composés solubles protègent plantes contre le stress par ajustement osmotique cellulaire, désintoxification de ROS, protection de l'intégrité de la membrane, et stabilisation d'enzymes et de protéines . De plus, la feuille les tissus d'halophytes sont adaptés pour accumuler de grandes quantités des ions de sel. Un tel mécanisme adaptatif est crucial pour générer un gradient de potentiel hydrique le long des racines pour maintenir l'eau à travers les plantes.

On note que la plante *Thymelea microphylla* contient une très faible teneur en eau avec une forte accumulation de sucres, donc on peut dire que Les solutés compatibles (sucres) sont généralement hydrophile, et peut être en mesure de remplacer l'eau à la surface des protéines ou membranes, agissant ainsi comme des chaperons de bas poids moléculaire (Hasegawa *et al.*, 2000). Ces solutés fonctionnent également pour protéger les structures cellulaires par le piégeage de ROS (Hasegawa *et al.*, 2000; Zhu, 2001).

Les fortes accumulations des sucres solubles totaux chez les espèces étudiées en relation avec leur contenu ionique suggèrent l'implication de ces composés dans la réponse de ces espèces à la contrainte saline.

II.2.5.pH et Conductivités

II.2.5.1.pH

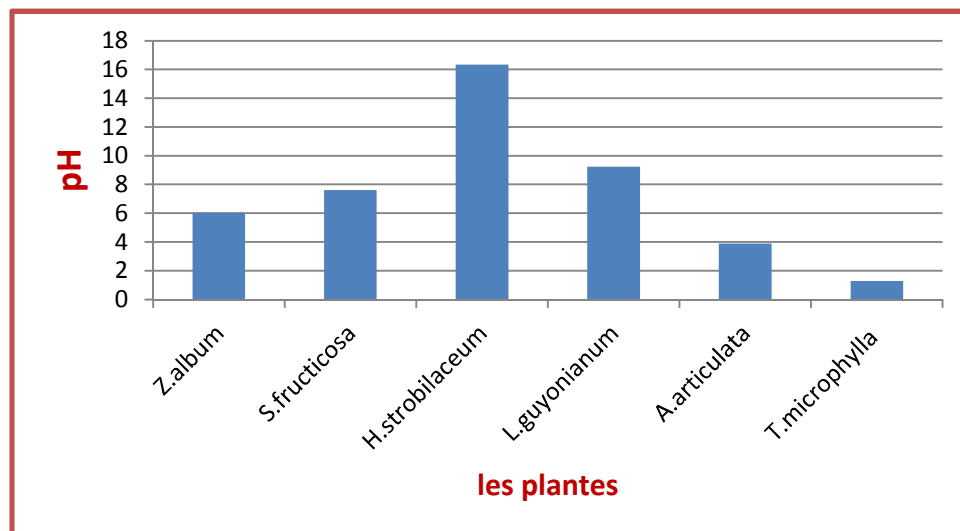


Figure 33: la valeur de pH dans les plantes étudiés

D'après les résultats présentés sur le graphique, nous notons que le pH est Presque modéré, il est confiné entre 5.31 et 7.62 . Il peut être dû à l'accumulation de composés chimiques produits par la plante (Tombesi .,1994).

On note une acidité dans toutes les plantes Ceci est dû au pourcentage élevé d'absorbants inorganiques ions du sol, en particulier les cations tels que le potassium qui augmente la concentration en acide ascorbique, acide citrique et acide malique. pour les plantes *Halocnemum strobilaceum* et *Zygophyllum album L*, l'accumulation d'acides organiques dans les vacuoles (malate et/ou aspartate) C'est la cause de l'acidité des feuilles ,car ils sont considérés comme des plantes CAM. Aussi en raison de l'acidité du sol yurtseven et al (2005).

Venekamp (1989) Indique que l'accumulation de proline joue un rôle organisé de pH Aussi Pearce et Dix (1981) suppose que L'accumulation de proline est due à des troubles métaboliques. il est actuellement l'un des aspects associés au stress hydrique et salin ; et El makkaoui a souligné que Les variétés qui accumulent la proline en plus grandes quantités Ils sont considérés comme les plus tolérants . D'après Ottow et al (2005) L'osmorégulation permet également une protection des membranes et des systèmes enzymatiques surtout dans les organes jeunes et la proline semble jouer un rôle dans le maintien des pressions cytosol- vacuole et de régulation du pH. Les plantes absorbent une grande quantité de cations et des anions dans le sol et les lient à certains composés. Le calcium, par exemple, est associé aux composés de pectine dans les parois cellulaires aussi le magnésium avec de la chlorophylle, des protéines et des acides organiques. et le potassium qui est associé aux acides organiques dans le cytoplasme de cellule , Cette association entre les cations et les composés a une relation avec le changement d'acidité (élevant la valeur du pH vers la modération) (Ghemam Amara .,2016) .

II.2.5.2. Conductivité

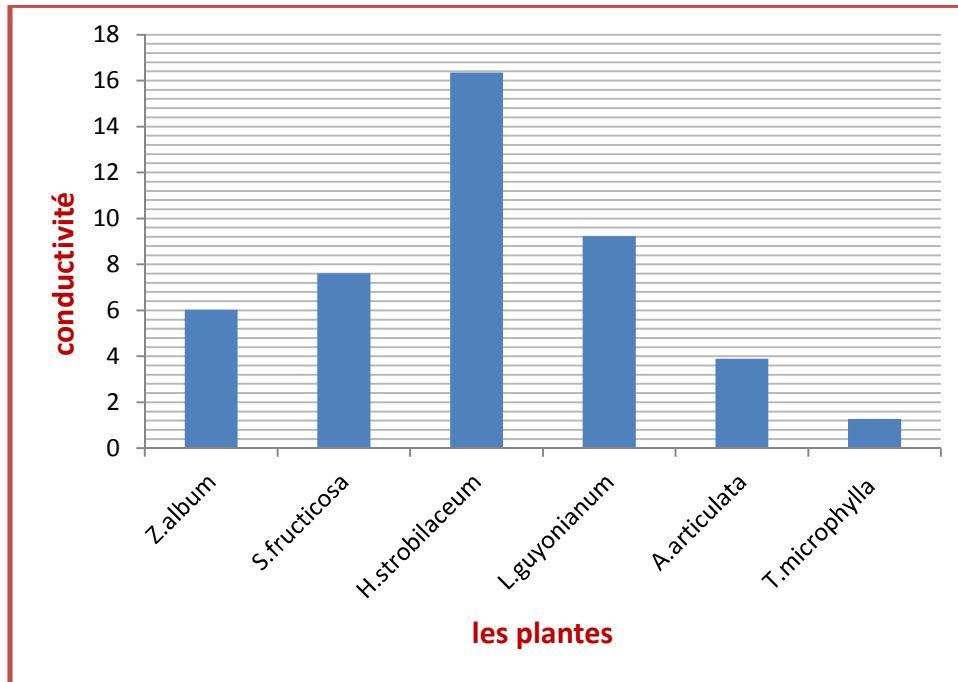


Figure 34 : les valeurs de conductivité dans les feuilles des plantes

On observe qu'il y a une différence dans les valeurs de conductivité dans les six variétés étudiées, où la valeur la plus élevée a été enregistrée chez *Halocnemum strobilaceum* et *Limoniastrum guyonianum* respectivement 16,35 ms/cm et 9,23ms/cm et la plus faible valeur était dans les deux plantes *Thymelea microphylla* (1.28ms/cm) et *Anabasis articulata* (3.90ms/cm).

L'équilibre osmotique dans le cytoplasme est atteint par l'accumulation de les solutés qui n'inhibent pas les processus métaboliques, appelés osmolytes compatibles. Ce sont des sucres, des alcools, sucres complexes, ions tels que les K^+ , Na^+ et Cl^- , des métabolites chargés (glycine bêtaïne) et des acides aminés tels que la proline (Hasegawa *et al.*, 2000).

Le mécanisme le plus commun aux halophytes pour assurer leurs besoins en eau est l'ajustement osmotique en augmentant leur pression osmotique par rapport à celle du sol par l'absorption de sels et leur transport vers les feuilles.

Une proportionnalité entre le degré d'accumulation des sels et celui de la conductivité électrique est observée chez les espèces étudiées ce qui suggère l'augmentation de les valeurs de la conductivité se référer à l'accumulation de sels minéraux dans les tissus

végétaux , Cela nous apprend que les plantes que nous avons étudiées sont des plantes xero-halophytes possèdent une forte adaptation avec les Conditions sévères dans la région.

Conclusion

La résistance d'une plante à la salinité et la sécheresse s'exprime par sa capacité à survivre et à produire dans des conditions de stress . Pour faire face à cette contrainte saline et sec, les plantes xero-halophytes ont développé des stratégies adaptatives qui sont d'ordre morphologique, anatomique et physiologique.

grâce à notre étude anatomique et physiologique de six espèces spontanées sahariennes dans la région d'El-Hamraya (El-oued), nous avons conclu que ces plantes sont adaptées à la sécheresse et à la salinité en utilisant différentes stratégies.

Toutes les plantes étudiées sont des plantes xero-halophytes caractérisées par une grande adaptation à la sécheresse et la salinité par l'augmentation de la teneur en chlorophylle en intensifiant le parenchyme palissadique , et la concentration de sucres aux fins de modification osmotique. Elles renforcent leurs adaptations par la présence d'un cuticule épais recouvrant les parties aériennes et par un renforcement de leurs stomates dans des cryptes et l'abondance de fibres sclérenchymateuses . enfin ces plantes possèdent une autre adaptation qui est apparue par les voies photosynthétiques C4 et CAM .

Les espèces *Zygophyllum album* L , *sueda fruticosa* , *Halocnemum strobilaceum* , *Limoniastrum guyonianum* sont des plantes succulentes où ils stockent une grande quantité d'eau en fournissant du parenchyme de stockage (parenchyme aquifère) pour réduire la concentration de sels à l'intérieur des tissus et évitent la déshydratation . Les deux espèces *Limoniastrum guyonianum* et *Anabasis articulata* possèdent une particularité d'adaptation qui est la présence des cristaux salins sur les feuilles afin de diminuer la concentration en ion à l'intérieur des tissus et un certain équilibre ionique *Halocnemum strobilaceum* s'adapte à la sécheresse par l'enroulement des feuilles et les recouvre par une cuticule pour diminuer la perte d'eau.

Thymelea microphylla adaptée à la sécheresse et la salinité par la réduction de la surface foliaire et la recouvre par une épaisse couche de poils pour apporter l'humidité aux feuilles et donc la diminution de la transpiration .

En termes de ce modeste travail ; nous proposons de poursuivre les travaux sur les stratégies d'adaptation des plantes spontanées sahariennes avec d'autres paramètres et dans d'autres conditions sévères comme les stress thermique et stress oxydatif .

Références bibliographiques

A

1-Abd Elbar O.H., 2015 -Development of the successive cambia in *Sesuvium verrucosum* Raf (Aizoaceae).Ann.Agric. Sci.60 (2).pp203–208.

2-Adjaine D.,Ben essedik L., 2013- Etude de quelques paramètres d'adaptation physiologique de Quelques espèces spontanées vivaces de la région d'Ouargla ., memoire de master. univ .Ouargla .p 32.

3-Adrianmi J.,1945 -Sur la phytosociologie, la synécologie et le bilan d'eau des halophytes de la région néerlandaise méridionale, ainsi que la méditerranée française. J. B. Wolters.Groningen. p 217 .

4-Amane M. I. V., Vieira C., Novais R. F., Araujo G.,1999 -Nitrogen and molybdenum fertilization of the common bean crop in the zona damata region, Minas Gerais state, Brazil. Revista brasileira de ciência do solo .Vol. 23,3.pp 643-650.

5-Anwar A., 2006 - Studies on some anatomical features of selected plant species grown in sand dune areas of North Sinai, Egypt ., ed. Elsevier B.V. p 251.

6-Apse M.P ., Pli m .,wald E.,2007- Na⁺ transport in plants .FEFP Lett. 581(12). pp254-2247 .

7-Arnott H.J., Pautard F.G.,1970- Calcification in Plants, in: H. Schraer (Ed.), Biological Calcification; Cellular and Molecular Aspects, Appleton-Century-Crofts. New York. pp 375–446.

8-Ashraf M., Tufail M., 1995 -Variation in salinity tolerance in sunflower (*Helianthus annuus L.*). J. Agron. Crop Sci.pp351–362

9-Ashraf M ., M. R. Foolad.,2007- Roles of glycine betaine and pro-line in improving plant abiotic stress resistance, Environmental and Experimental Botany,vol.59,2. pp206-216.

10-Asloum H.,1990- Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicon esculentum L.*) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia- Antipolis. pp 24- 32.

11-Aubert, G., 1960 - Les sols de la zone aride et leur formation, de leur caractère, de leur utilisation et de leur conservation, Colloque de Paris, communication, 5,p 30.

B

12-Bamoun A .,1997- contribution à l'étude de quelques caractères morphophysiologie, biochimiques et moléculaires chez des Variétés de blé dur (*Triticum durum* , *esp durum*) pour l'étude de la tolérance a la Sécheresse dans la région des hautes plateaux de l'ouest algerien thèse de magister .p33.

13-Barrs, H. D., Weatherly P. E. 1962 - re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. Aust. J. Biol. Sci. 15, pp 413-428.

14-Benchelah A.,C., Bouziane H., Maka M., Ouahés C.,2011-Fleurs du Sahara. Voyage ethnobotanique avec les Touaregs du Tassili. Ed. Ibis Press. Paris. p255.

15-Benesi I.R.M., Labuschagne M.T. ,Dixon A. G., Mahungu N. M.,2004 - Stability of native starch quality parameters, starch extraction and root dry matter of cassava genotypes in different environments. Journal of the Science of Food and Agriculture. 84(11). pp1381–1388.

16-Benkhetou A., 2010- Méthodes d'étude des peuplements végétaux. Supports du cours. 3ème année. Ecologie végétale. p40.

17-Benlaribi M., Monneveuxph., 1988 -étude comportement en situation de déficit hydrique de deux Variétés Algériennes de blé dur(*triticum durum desf*) adaptées à la Sécheresse CR .Acad.Aric.Fr.,74(5). pp 73-83.

18-Berthomieu P., Conéjéro G., Nublat A., BrackenburyW.J ., Lambert C., Savio C., Uozumi N .,OikiS., Yamada K., Cellier F., Simonneau T., Essah P.A., Tester M.,2003 - Functional analysis of Athktl in Arabidopsis shows that Na⁺ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance . Embo Juornal.9 (22). pp2004-2014.

19-Binet P., Brunel J.P.,1968 - Physiologie végétale. Ed. Doindern.& C,Paris VI. p582. Bordonneau I., Hanry M., Tourte C., Tourt Y., 2005- Le monde des végétaux . Ed. Dunod. Paris. p 405.

20-Montero., M, Brini., M, Marsault R., Alvarez J., Sitia R., Pozzan T., Rizzuto R., 1995- Transfected aequorin in the measurement of cytosolic Ca^{2+} concentration ($[Ca^{2+}]_c$) A critical evaluation., The EMBO Journal. Vol 14 (22). 5467-5475

21-Boughalleb, F., Denden M.et Tiba Ben B., 2009 - Anatomical changes induced by increasing NaCl salinity in three fodder shrubs, *Nitraria retusa* , *Atriplex halimus* and *Medicago arborea*. Acta phisiol .Plant , 31. pp 947-960.

22-Blum A, Mayer J, Golan G (1988) The effect of grain number (sink size) on source activity and its water-relations in wheat.Journal of Experimental Botany 39.106–114. 22-Boullard B.,1997 -Dictionnaire (plantes et champignons).Ed. Est. Em. p288

23-Brady NC., 2002 -The Nature and Properties of Soils ; New Jersey. USA. Prentice Hall.

24-Breckle S.W., 2002 -Salinity ,halophytes and salt affected naturell ecosystems. In Salinity: Environments-Plants- Molécules., Ed A.L .U. Luttge. pp 53-77.

25-Brunel J.P., Binet P., 1967 -Biologie végétale. Ed. Doin. 8, place de l’Odéon – PARIS (VI e).

C

26-Calvet R.,2003- Le sol, propriété et fonction, phénomènes physiques et chimiques. Tome 2., Ed. France., Agricole .p511 .

27-Casals M.L. 1996 - Introduction des mécanismes de résistance à la sécheresse dans un modèle dynamique de croissance et de développement du blé dur. Thèse de doctorat de l’INRA Paris Grignon . p93 .

28-Chehma A., 2005 -Etude floristique et nutritive des parcours camelin du Sahara septentrional Algérien. Cas des régions d’Ouargla et Ghardaïa., Thèse Doctorat. Université de Annaba . p178 .

29-Chehma A., 2006.- Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional Algérien. Laboratoire de protections des écosystèmes en zones arides et semi arides université .Univ.Ouargla . p 140 .

30-Chen T. H., Murata, N., 2002 -Enhancement of tolerance of abiotic stress by metabolic engineering of betaines and other compatible solutes. *Current Opinion in Plant Biology*. 5. pp 250–257.

31-Claude J., 1984 -Une étude sur la résistance d'une halophyte *Atriplex halimus* L à la salinité., Univ. Paris .p102.

32-Crosswhite F. S.,1984 -Crassulacean Acid Metabolism. *Desert Plants* 5. p192.

33-Cushman J.C., Bohnert H.J.,2000 - Genomic approaches to plant stress tolerance. *Current Opinion in Plant Biology*. 3.pp 117- 124.

D

34-Dajic Z.,2006 - salt stress. In *Physiology and Molecular Biologie of stress Tolérance in plants* .Ed .S. Netherlands . pp 41-99.

35-Denden M.,Bousslama M.,Slimi H., Bouaouina T., 2005- Action du trajet foliaire de diffusion de l'eau et de l'épaisseur de la cuticule sur la transpiration, Sécheresse ;. Laboratoire d'agronomie, École supérieure d'horticulture. 4042 Chott Marièm, Tunisie. pp125-129.

36-Deput D.J., 1978 -Photosynthesis and respiration of plant in the arid ecosystem. Cambridge .Cambridge University Press.

37-Deraissace M., 1992 - Mécanisme d'adaptation a la sécheresse et maitrise de la production des plantes cultivées .*Agro trop* 46 (1) . p 23 -39.

38-Deysson G.,1967- *Physiologie et biologie des plantes vasculaires*. Tome III, Ed. SEES ,Paris .p 335.

39-Dubois M .,Gilles K .,Hamilton J .,Rebers P ., Smith F .,1956 - Colorimetric method for determination of sugar and related substances . *Analytical chemistry* .28 (3). pp350-356.

40-Dutuit P., Pourrat Y., Dutuit J.M., 1994 -La notion de stress de la cellule à l'écosystème. *Sècheresse*. 5.pp 23-31.

E

41-Emberger L.,1930 -La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Rev. Gen. Bot. vol. 42 .pp 641-662

F

42-Fischer r.A., Turner N., 1978 -Plant productivity in the arid and semiarid zones. *Ann. Rev. Plant Physiol.*29. pp277 –317.

43-Fahn .A., 1979 -Plant anatomy, second ed. Pergamon Press.pp170–172.

G

44-Garza Aguirre R A., Hernández Pinero J L., Rocha Estrada A., Foroigh bakhch-Poirnavab R., Moreno-Limon . S.,2015 -Microanalysis of leaves of *Atriplex canescens* (pursh) Nutt. Inder saline condition .Int .Jour . Sci. Vol. 4(1) .pp 26-31.

45-Ghadi R.R., Azizian D., Assadi M., (2006)- Comparative anatomical analysis of stem in four genera of the tribe Salsoleae, Chenopodiaceae, Iran. J. Bot. 12 (2) .pp169–182.

46-Girard P., Prost J., Bassereau P., 2005 -Passive or Active Fluctuations in Membranes Containing Proteins Phys. Rev. Lett. 94. pp 60-64.

47-Gorneflot R .,1998 -Biologie végétale (plante supérieures : appareil végétatif) 6^édition de l'Abrégé. .Ed. Masson. Paris. p286.

48-Grigore M.N., Ivanescu L., Toma C., 2014 -Halophytes: An Integrative Anatomical Study. Ed. Springer, London .p 548.

49-Ginzburg C ., 1966 - Xerophytic structures in the roots of desert shrubs, Ann. Bot. 30 (3). pp413 – 418.

H

50-Haberlandt G.,1884 -Physiologie der Pflanz en anatomie. Leipzig. Hall, M. A. (ed.) 1976.Plant Structure, Function and Adaptation .Macmillan Press Ltd. London.

51-Haberlandt G.,1914-Physiological plant anatomy, London: MacMillan and Co., Ltd. p777 .

52-Hacke U G., Sperry JS., Wheeler G K et Castro L., 2006 - Scaling of angiosperm xylem structure with safety and efficiency .Tree Physiology 26 . pp 619 -701 .

53-Hamdy A., Lieth H., Mezher Z.,1999 -Halophyte performanance under. High. Salinity level si an overvieww saline irrigation halophyte production and utilization roject. vol. 55 . 20-58.

54-Hameed B.H., Krishni R.R., Sata, S.A., 2009 - A novel agricultural waste adsorbent for the removal of cationic dye from aqueous solutions. J. Hazard. Mater. 162 .pp 305–311.

55-Hammiche V.,1988 -Systématique et morphologie botaniques. Ed. Office des publications universitaires. p190.

56-Hasegawa P., M., Bressan R. A., Zhu J.-K. ., Bohnert H. J.,2000 -Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 51.pp463–499.

57-Helder R. J.,1956 -The loss of substances by cells and tissues (salt glands). In: Ruhland, W. (Ed.): Handbuch der Pflanzenphysiologie. Vol.2. pp.88-468.

58-Heller R., Esnault R., Lance C.,1998 - L'eau dans la plante. In : Physiologie végétale Dunod .1.p315 .

59-Heller R. Ensult R., Lance C.,1998 -physiologie végétale -1-nutrition, 4 éditions. .Ed.Masson.Paris. p273.

60-Heller R, Esnault R, Lance C. ,1989 -Physiologie végétale. Paris : Masson.161. .pp341-370.

61-Henchi b., 1987- Effet des contraintes hydriques sur l'écologie et l'écophysiologie de Plantago albicans L. Thèse de doctorat des sciences naturelles, Univ. De Tunis.

62-Hernandez S.,1997-Mécanismes physiologiques et métaboliques de la résistance à la contrainte saline chez les végétaux supérieurs. Rapports bibliographiques. Uni. Rennes I. p20 .

63-Hopkins W.G.,2003 - Physiologie vegetale.2eme edition . De boeck, Bruscelles. pp476-512.

64-Hopkins WJ., 2003 -physiologie végétale (1 édition).Ed. De boek université. p514.

65-Hireche.,2006 -Répense de la luzerne *Médicagosativa* (L) au stress hydrique et à la profondeur du semis. Thèse de Magister.Univ. EL Hadj Lakhdar.Batna .p83.

66-Houari K. D., Chehma A., Labadi S., 2013- Strategies d'adaptation anatomique de quelques amarantaceae vivaces spontanees du sud-est algérien . Ouargla .3 .pp15-21.

67-Houari K D., 2006 - Impact de la nature des sols sahariens sur la composition chimique de quelques plantes de la région de Ouargla. Mémoire de Magister. Université de Ouargla. Algérie.

68-Haberlandt, G., 1914 - Physiological plant anatomy,. London: MacMillan and Co. Ltd. pp777 .

69-Helder R. J., 1956 -The loss of substances by cells and tissues (salt glands). In: Ruhland, W. (Ed.): Handbuch der Pflanzenphysiologie .Vol.2.pp.468–88. Berlin-Gottingen-Heidelberg: Springer.

70-Henchi B., 1987- Effet des contraintes hydriques sur l'écologie et l'écophysiologie de *Plantago albicans* L. Thèse de doctorat des sciences naturelles, Univ. De Tunis.

71-Huang Z.Y., Wu, H., Hu, Z.H., 1997 -The structures of 30 species of psammophytes and their adaptation to the sandy desert environment in Xinjiang. Acta Phytoecol. Sin. 21 (6). pp521–530.

J

72-Jetter R ., Schäffer ., Riederer M.,2000 - Leaf cuticular waxes are arranged in chemically and mechanically distinct layers: evidence from *Prunus laurocerasus* L., Plant, Cell and Environment. vol. 23. pp628-619 .

73-Jiang, G.M., 2004. Plant Eco-physiology. Higher Education Publishing House, Beijing, 316

74-Juniper B. E.,. Jeffree . C.E., 1983 - Plant Surfaces. Edward ArnoldLtd. London.

K

75-Kadi-bnnane S., Ait-said S., Smail-Saadoun N., 2005 -étude adaptatives de trois population de pistacia atlantica Desf.ssp. atlantica (ain oussera –Messaada-Taissa) par le biais du complexe stomatique .Ed. Oliveira M.M et Cardeiro V.pp365-368.

76-Khelil A., Menu T. et Ricard B.,2007 - Adaptive response to salt involving carbohydrate metabolism in leaves of salt-sensitive tomato cultivar ; Plant Physiology and Biochemistry. 45.pp551-559 .

77-Kinet M., BEnrebiha F., Bouzid S., Laibacar S et Dutuit P.,1998 - De réseau a triplex : Allier biotechnologies et écologie pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semis arides. Cahier d ‘Agricultures, 7 .pp 505-509.

78-Kluge, M., 1976- Crassulacean acid metabolism (CAM): CO₂ and water economy. In: Lange, O. L., L. Kappen, and E. -D. Schulze(eds.), Water and Plant Life: Problems and Modern Approaches.Springer –Verlag. Berlin.

79-Kozlowski T.T.,1997 - Responses of woody plants to flooding and salinity , Tree Physiology Monograph. pp16-17 .

L

80-Laarbi A., 2003 -Adaptation au déficit hydrique chez deux espèces des céréales à paille. Blé dure (*Triticum durum Desf.*) et blé tendre (*Triticum aestivum L.*) en région semi aride de Batna. Thèse de Magiser. I.N.A .El harrach. Alger.

81-Lahouel H.,2014 -Contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur le rendement des céréales (cas de l'orge) dans la région de Hemadna à Relizane. mémoire de Master en Agronomie, Université d'Abou-Bekrbelkaid Tlemcen .p 104.

82-Langloij S., 1967 -Cultures sans sol de Snlicortzier stricto Dumort. Rev. Gkn. Bot. vol.74.pp 176-196.

83-Lange O. L., Kappen L.,E. D. -Schulze. Seasonal variations on water relations of *Amygdalus communis L.* Under drip irrigated and non irrigated conditions. Plant and soil, 106. pp215 – 220.

84-Leclerc J., 1999 -écophysiologie végétale Ed : publication de l'université de SaintEtienne .p283.

85-Lemee G., 1978 -Précis d'écologie végétale. Ed. Masson Paris New York Barcelona Milan. PP 91-93.

86-Levitt J.,1972-Reponses of plants to environmental stress .Acad ,press, New York.p61.

87-Liu, J.Q., Pu, X.C., Liu, X.M.,1987 -Comparative study on water and xeromorphisms of various dominant plants in deserts in our country. Acta Bot. Sci. 29 (6). pp662-673.

88-Lozet Jean ., 2011-Dictionnaire en cyclopédique de science du sol.

89-Lysthed O B., 1977 - Structure of epidermal and sub-epidermal cells of some desert plants of Israel. Israel J Bot. 26. (1).pp 10-11.

M

90-Marouf A., 2000 -Dictionnaire de botanique, les phanérogames. Dunod. Paris.

91-Marouf A.R., Reynaud J., 2007 - La botanique de A à Z, (1662) définitions. Ed. Dunad. Paris. p342.

92-Maillard J.,2001 -Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. Handicap International. p34.

93-Marx, E.,1999 -Soil Test Interpretation Guide .Oregon State University .USA .p 1478.

94-Marcum K., Band C., L. Murdoch., 1992 - Salt tolerance of the coastal salt marsh grass, *Sporobulus virginicus* (L.) Kunth, New Phytologist, vol. 120.pp.281-282.

95-Maximov N. A.,1929 -The Plant in Relation to Water. George Allen and Unwin, Ltd. London.

96-Mckinney G ., 1941 -Absorption of light by chlorphyll solution. Biological Chemistry. 140.pp 315-332.

97-Mermoud A ., 2006 -Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne. p 23.

98-Metcalf C.R., Chalk, L.,1950 -Anatomy of the dicotyledons Oxford: Clarendon Press. Vol. I & II, p1500.

99-Metcalf C., Chalk, L., 1950. Anatomy of the Dicotyledons. Oxford University Press, Oxford. p 289.

100-Munns R., 2002 - comparative physiology of salt and water stress. Plant cell Environ.25 .pp 239-250.

101-Munns R., 2005 -Genes and salt tolerance bringing them together .Now Phytol 167.pp 645-663.

102-Munns R.,1986 - whole-plant responses to salinity .pp143-160.

103-Munns R., tester M., 2008 - Mechanisms of salinitytolerance.Annu Rev Plant Physiol Plant MolBiol 59. pp 651-681.

104-Munns R., 1988 - Why measure osmotic adjustment? ; Aust J.Plant Physiol, 15.pp717-726.

105-Murakeozy E.P., Nagy Z., Duhaze Bouchereau C.A., Tuba, Z., 2003 - Seasonal changes in the levels of compatible osmolytes in three halophytic species of inland saline vegetation in Hungary. J. Plant Physiol. Artyusheva, E.G .16., Pyankov, V.I., pp 395–401.

O

106-Oguchi R ., Hikosaka K T., 2005 -Hirose, Leaf anatomy as a constraint for photosynthetic acclimation: differential responses in leaf anatomy to increasing growth irradiance among three deciduous trees. Plant Cell Environ. 28 .pp 916–927.

107-Orcutt D.M. et Nilsen E.T., 2000 - Salinity stress .In : Physiology of plants under stress . Soil and biotic factor Ed Wiley and Sons , New York. pp177-235.

108-Ottow E ., Brinker M ., E. Fritz E .,Teichmann T.,Kaiser W.,Brosche M ., Kangasjarvi J., Jiang X .,Polle A .,2005 - Populus euphratica Displays Apoplastic Sodium Accumulation, Osmotic Adjustment by Decreases in Calcium and Soluble

Carbohydrates, and Develops Leaf Succulence under Salt Stress 1. Plant Physiology. Vol.139, pp1762–1772.

109-Ouis M., Belkhodja M., 2012 -Réponse protéique d'une halophyte face aux stress salin. Algerian journal of arid environment. vol. 2 (1),pp 16-24.

110-Ozenda P., 1983 -Flore du Sahara. 2èmeEdition. Ed. C.N.R.S. Paris. p 622 .

111-Ozenda P., 1977 - Flore du Sahara. Ed. C.N.R.S. Paris. p622.

112-Ozenda P., 1991 - Flore et végétation du Sahara. 3èmeEd. C.N.R.S. Paris. p662.

P

113-Parida A.K.,2005 - Salt tolerance and salinity effects on plants: a review , Ecotoxicology and Environmental Safety. vol. 60.(3) pp 324-349.

114-Peter H. Raven, Ray F.,2007 -Evert et Susan E. Eichhorn (trad. Jules Bouharmont), Biologie végétale. Bruxelles. De Boeck Université . 7^e éd. p733.

115-Pierre P ., Didier G., Christiane P ., 2014 - Biologie Bcpst 1re année tout-en-un, Dunod.p173.

116-Poljakoff-Mayber A., 1975 -Morphological and anatomical changes in plants as a response to salinity stress. In plant in Saline Environnement . ed. A Poljakoff-Mayber J Gale., Spring Verlag, Berlin, Heidelberg. New York. .pp.97-117.

117-Polonovski.,1987 - Biochimie, Edit pub. Univ . Algerie .p28.

118-Pouget M., 1980 -Les relations sols végétations dans les steppes sud Algéroises. Thèse Doc. Es sciences. Université Aix-Marseille. p555.

Q

119-Quezel P., 1978 -Analyse of the flora mediterranean and Sahara Africa. Annals of the Missouri botanical, Garden . pp 479-535.

R

120-Ramos J., *et al.*, 2004 -Effet on NaCl salt on the growth and solute accumulation of the halophyte *Atriplex nummularia*. Plant and Soil. pp 163-168.

121-Robert M., 1996 -Le sol : interface dans l'environnement ressource pour le développement. Ed. Masson, Paris. p96 .

122-Rodriguez-Rosales M.P., Kerkeb L., Bueno P., Donaire J.P., 1999 -Changes induced by NaCl in lipid content and composition, lipoxygenase, plasma membrane H-ATPase antioxidant enzyme activities of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) calli .Plant Science 137. pp 143-150.

S

123-Sage F. 2004 - The evolution of C4 photosynthesis. The New Phytologist .

124-Schonherr J., 1976 -Water permeability of cuticular membranes. In « Water and plant life » pp 148-159.

125-Sheahan, M.C., 2011- Nitrariaceae. In: Kubitzki, K. (Ed.), . In: The Families and Genera of Vascular Plants, vol. X. Springer, Heidelberg Dordrecht London New York. USA. pp. 272–275.

126-Scippa G.S., Di Michele M., Onelli E., Patrignani G., Chiatante D., Bray E.A.,2004 - The histone-like protein H1-S and the response of tomato leaves to water deficit. J. Exp. Bot. 55.pp 99–109.

127--Shihata I. M., 1951 -A pharma-cological study of *Anagallis Arrensis* M.D. vet, MSC. Thesis . Cario university.

128-Slimani N.,2008 - Essai de caractérisation de quelques propriétés d'adaptation au milieu saharien des principales plantes spontanées vivaces de la région d'Ouargla et Ghardaïa ,Mémoire de magistère univ .Ouargla .p 96.

129-SlimaniN.et Chehma A. ,2009 -Essai de caractérisation de quelques paramètres d'adaptation au milieu hyperaride saharien des principales plantes spontanée s vivaces de la région de Ouargla (Algérie) .Journal Algérien des régions arides-8.pp15-20 .

130-Smail-Saadoun N.,2005 -Réponse adaptative de l'anatomie des Chénopodiacées du Sahara algérien à des conditions de vie d'aridité extrême. Sécheresse. 16 .pp121-

131 -Smirnoff N., 1998 -Plant resistance to environmental stress. Current Opinion in Biotechnology. 9.pp 214-219.

132-Smith, W. K., 1978 -Temperatures of desert plants. Another perspective on the adaptability of leaf size. *Science* 201.pp 614 -616.

133-Soltner D. ,2007 -Les bases de la production végétale – tome III. La plante et son amélioration 5ed. pp 111-130 .

134–Soltner D. Dupont F., Delelis A., 2001 -les bases de la production végétale (le soleclimat –la plante). 3ème édition. Ed. Sciences et techniques. p304.

T

135-Thompson J.E., Paliyath G., Brown J.H.,1987 - The involvement of active oxygen in membrane deterioration during senescence. In Thompson, Nothnagel & Huffaker (eds). *Plant Senescence: its Biochemistry and Physiology*. American society of Plant Physiologists.(Rockville, USA). pp146-155.

136-Thomson W.,1975-The structure and function of salt glands. In :Plants in Saline Environment. New York .pp118–143.

137-Ting I.P.,1975 -Vernberg FJ Physiological adaptation to water stress in desert plant. Intext Educational Publishers, Physiological adaptation to the environment. New York .

138–Tombesi A.,1994 -Olive fruit growth and metabolism. *Acta Horticulture*. 356.pp225-232.

139-Tremblin G., 2000 -Comportement auto-écologique de Halo peplisam plexi caulis: plante pionnière des sebkhas de l'ouest algérien. *Sécheresse*.11 (2). pp109-116.

140-Turner NC. 1986 .Adaptation to water deficit: a changing perspective. *Aust J Plant Physiol* ; 13.pp 175-90.

U

141-Unesco., 1960 -Les Plantes Médicinales des Régions Arides. *Recherches sur les Zones Arides*, Paris. p99.

V

142-Verslues P.E., Agarwal M., Katiyar-Agarwal S., Zhu J.H. et Zhu J.K., 2006 - Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. *Plant* J45.pp 523-539.

143-Vijayan K., Chakraborti S.P., Ercisli S. et Ghosh P.D., 2008 - NaCl induced morpho-biochemical and anatomical changes in mulberry (*Morus spp.*). *Plant Growth Regul.* 56.pp61-69.

W

144-Ward JM, Pei ZM, Schroeder JI., 1995 -Roles of Ion Channels in Initiation of Signal Transduction in Higher Plants. *Plant Cell* 7.pp 833-844

145-Weckx J.E.J.& Clijsters H.M.M., 1996 -Oxidative damage and defense mechanisms in primary leaves of phaseolus vulgaris as a result of root assimilation of toxic amounts of copper. *Physiologia Plant arum*, 96.pp 506-512.

146-Wilhelm Nultsch (trad. Roger Miesch et Yves Sell), 1998 -Botanique générale « Allgemeine botanik », Bruxelles, De Boeck Université, , 10^e éd., p602.

147-Wolfgang L et Dieter P., 2010 - Gros plan sur les plantes de Méditerranée. Ed. Nathan. Paris. p254.

Y

148-Yamaguchi T., et Blumwald E., 2005- Developing salt-tolerant crop plants : challenges and oppprtunities. *Trends Plant Sci.* 10 (12).pp615-620.

149-Yurtseven E., Kesmez G.D., Unlukara A.,2005 -The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central Anatolian tomato species (*Lycopersicon esculantum*). *Agr. Water Manage.* 78. pp128–135.

Z

150-Zahrane M., 1995 - Les principes d'écologie végétale et leurs applications. Ed. El-Ouafa Egypte, p267.

151-Zerrad W., Hillali S., Mataoui B.,El Antri S. &Hmyene A.,2006 - Etude comparative des mécanismes biochimiques et moléculaires de résistance au stress

hydrique de deux variétés de blé dur. Biochimie, Substances naturelles et environnement. Congrès international de biochimie. Agadir.

152-Zid E., et Grignon C.,1991 -Lestestes de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stressés cas du stress salin et hydrique. Rev. Amélioration des plantes pour l'adaptation en milieu aride. Ed. aupele-uref John Libbey. Eurotext. Paris. pp 91-108.

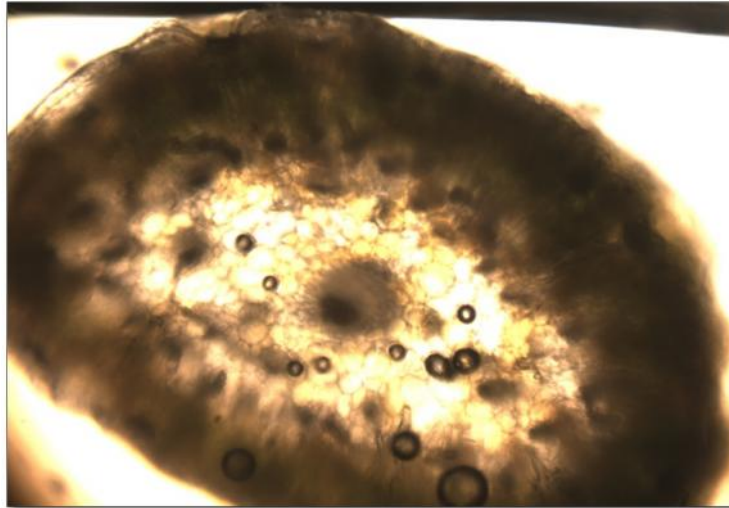
153-Zhu J.-K.,2001 -Plant salt tolerance ; plant sciences , university of Arizona .pp 66-71.

154-Réf élec : <https://www.aquaportail.com/definition>.

Références en arabe

- 155- حليس يوسف ، 2005- الموسوعة النباتية لمنطقة سوف النباتات الصحراوية الشائعة في منطقة العرق الشرقي الكبير .ص248.
- 156- غمام اعمارة .ج.، 2016- دراسة تأثير الأسمدة العضوية الطبيعية المختلفة و مستوى النيتروجين في نمو و انتاجية البطاطا صنف سبونتنا (*Solanum Tuberosum L.*) في منطقة وادي سوف . أطروحة دكتوراه في العلوم . جامعة الإخوة منتوري قسنطينة . ص172.
- 157- رجايمية ل. 2006 ،. -تراكم البرولين بإعتباره مؤشرا جزئيا للتنوع الحيوي و التأقلم مع الجفاف عند الحبوب ، القمح الصلب (*Triticum durum Desf*). -. مذكرة شهادة الماجستير .جامعة منتوري .قسنطينة .ص121.
- 158- رحاي.ح 2004 ،. - دراسة مقارنة لتأثير الإجهاد المسبق على التعديل الأسموزي ، تراكم المواد الذائبة و النمو عند صنفين من القمح الصلب (*Triticum durum Desf*).رسالة ماجستير في علم الأحياء النباتية 'المدرسة العليا للأساتذة .القبه .الجزائر .ص104.
- 159- شايب.غ 2011 ،. - شروط و مصير تراكم البرولين في الأنسجة النباتية تحت نقص الماء :انتقال صفة التراكم إلى الأجيال .رسالة لنيل شهادة دكتوراه في العلوم .جامعة منتوري . قسنطينة .ص.235.
- 160- عثمان ، جنان و زيدان ، رياض و خليل ، نديم . 2011. ،. -تأثير التسميد الأخضر و الحيوي في بعض خصائص التربة و في نمو و انتاجية محصو البطاطا (*Solanum Tuberosum.*) مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية: (1)27. ص 305-321.
- 161- محمد ، عبد العظيم ، كاظم ، 1977. - مبادئ تغذية النبات . مطبعة دار الكتب.

Annexe



Annexe 01: Figure de coupe anatomique transversale de feuille *Limoniastrum guyonianum*



Annexe 02: Figure de four à moufle