



N°Ref :.....

Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila

Institut des Sciences de la Nature et de la Vie Département de Biotechnologies

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de
Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie végétale

**La Diversité Végétale Biologique De
Quelques Familles De La Forêt De Mouia
(Wilaya de Mila).**

Présenté par:

- ✓ Ghadbane Rym
- ✓ Kassah Laouar Imen

Devant le jury:

Présidente : Belfethi Layla MCB Centre Universitaire de Mila .
Examineur : Sahli Mohamed MCB Centre Universitaire de Mila .
Promoteur : Torche Yacine MCA Centre Universitaire de Mila .

Année universitaire : 2023-2024



REMERCIEMENT ET APPRECIATION

Nos remerciements s'adressent d'abord à ALLAH le tout puissant de nous avoir accordé la santé et le courage pour réaliser ce travail.

Nous exprimons nos remerciements à Monsieur Yacine Torche Docteur au Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf – Mila, pour l'orientation, la confiance et la patience qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.

À notre présidente du jury, Dr Belfethi Leila. Nous vous remercions d'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury ainsi que l'intérêt porté à notre travail.

À notre examinateur, Dr Sahli Mohamed . Pour l'honneur que vous nous faites d'avoir accepté de juger notre thèse.

Nous sommes très honorés, et nous vous prions de recevoir le témoignage de notre sincère gratitude et de notre profond respect.

Nous remercions tous nos professeurs et toute l'équipe du laboratoire du biologie.

Nous remercions nos parents, et toute la famille qui nous a supportées au cours de notre parcours universitaire.

Enfin, nous remercions toute personne qui nous a aidé de près ou de loin à finir notre travail.

Dédicaces

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

C'est simplement... que je dédie ce modeste travail:

*À MA CHÈRE MÈRE FATIMA ZOHRÀ. Nulle dédicace ne peut exprimer
comme il se doit mes sincères sentiments, mon profond amour, mon respect, ma
gratitude*

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'encouragement tout au long de mes
d'études, pour vos innombrables sacrifices et pour l'amour dévoué par lequel vous
m'avez entouré depuis mon enfance. Vos prières m'ont toujours accompagné et
j'espère que votre bénédiction m'accompagnera encore.*

*À MON CHÈRE PÈRE. Mohammed, décédé trop tôt, Puisse Dieu, le tout
puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde!*

Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder la santé, le bonheur et la longue vie.

*À MES DEUX PERLES. Ma chère sœur "Douaa" et Mon cher petit frère
"Mehdi" pour leur amour inconditionnel et leur soutien interminable, qu'ils
trouvent ici l'expression de ma gratitude et mon amour, que Dieu, vous protège,
Vous garde et vous accorde le bonheur.*

*À MA CHÈRE GRAND MÈRE. Qui m'a pris par la main depuis mes premiers
pas et qu'elle m'a toujours aimé, poussé et motivé.*

*A MON CHÈRE COUSIN ET SA FEMME. Qui sont comme frère et sœur pour
moi, et sans oublier mes petits poussins SADEN ET NIBRAS*

*À MES AMIS DE TOUJOURS : Ma chère Amani, Aya, Sophia et omar en
souvenir de notre sincère amitié, des agréables moments et du chemin qu'on a
traversé ensemble.*

A ma chère camarade "Ines "

A MA FAMILLE MATERNELLE.

*À toute personne qui m'a aidé et soutenu de près ou de loin dans l'élaboration de ce
travail et pendant toutes mes études.*

À Tous ceux qui m'aiment et que j'aime

RYM

Dédicace

Je dédie ce modeste travail,

*A la lumière de mes yeux et de ma vie, ma mère **NADJET**, Et mon soutien dans la vie mon père **SEBTI**, qui ont sacrifié leur temps, leur énergie et leur vie pour que je puisse atteindre mes rêves. Votre amour et votre soutien ont été constants, même dans les moments les plus difficiles. Je vous suis reconnaissant pour tout ce que vous avez fait pour moi.*

*À ma sœur **DOUNIA**, qui a partagé avec moi les joies et les peines de la vie. Votre présence dans ma vie a été un refuge et un soutien inestimable. Je vous aime.*

*À ma belle-sœur **HESNA'A**, qui a intégré notre famille avec amour et générosité. Votre présence a enrichi notre vie et nous a apporté une nouvelle forme de joie et de soutien. Je vous aime et je vous remercie pour tout vous êtes un refuge pour moi, et je suis heureux de partager avec vous ces moments de gloire.*

*À **RAOUF** et **DIDOU**, les piliers de ma famille et les sources de ma joie et de ma force. Je vous aime.*

*À mon petit neveu **SEDIDEM**, qui a apporté un éclair de joie et de lumière dans ma vie vous êtes un précieux cadeau pour moi et pour votre famille.*

*A ma très chère amie **CHAHRA**, ma confiance, mon soutien, mon refuge. Merci de toujours être là pour moi, de m'écouter et de m'aider. Je vous aime.*

*Et bien sur A ma chère camarade "**RYM**"*

Je vous aime tous, et je vous remercie de tout ce que vous avez fait pour moi. Je suis fier de vous et je suis reconnaissant de partager avec vous ces moments de gloire.

IMANE

Résumé

La wilaya de Mila, abrite une biodiversité végétale riche et variée, avec des forêts naturelles (primaire), et des reboisements qui abritent de nombreuses espèces endémiques et menacées. Cependant, cette biodiversité est menacée par la dégradation des forêts, notamment due aux actions anthropiques, qui entraîne une perte d'habitats pour les espèces. Cette étude est consacrée à l'analyse histologique, stomatique et palynologique de *Taraxacum officinale*, *Calendula arvensis*, *Bellis annua* et une observation des spores pour *Asplenium onopteris*. Les résultats mettent en évidence une diversité importante dans la forme et le nombre des différents tissus des racines, des tiges et des feuilles, ainsi que dans la micromorphologie du pollen, des stomates de ces espèces. Nos résultats révèlent des adaptations morphologiques aux conditions environnementales. Les variations observées dans la racine, la tige, le pollen et les stomates illustrent la capacité des plantes à s'ajuster aux changements locaux, favorisant une gestion optimisée de l'eau et des nutriments. Ces adaptations sont essentielles pour leur croissance et leur survie dans des environnements où les ressources peuvent être variables. Pour préserver cette biodiversité, il est essentiel de mettre en place des mesures de conservation efficaces, telles que la création de réserves naturelles, la plantation d'arbres et la gestion durable des ressources naturelles, ainsi que la sensibilisation des populations locales sur l'importance de la biodiversité et des moyens de la protéger.

Mots clés : Biodiversité, Forêt de Mouia, Morphologie, Asteraceae

Summary

The wilaya of Mila hosts a rich and varied plant biodiversity, with natural (primary) forests, reforestation areas, and scrublands that shelter numerous endemic and threatened species. However, this biodiversity is endangered by forest degradation, particularly due to human activities, leading to habitat loss for these species. This study is dedicated to the histological, stomatal, and palynological analysis of *Taraxacum officinale*, *Calendula arvensis*, *Bellis annua*, and the observation of spores for *Asplenium onopteris*. The results highlight significant diversity in the shape and number of different tissues in the roots, stems, and leaves, as well as in the micromorphology of the pollen and stomata of these species. Our findings reveal morphological adaptations to environmental conditions. The observed variations in the root, stem, pollen, and stomata illustrate the plants' ability to adjust to local changes, promoting optimized management of water and nutrients. These adaptations are essential for their growth and survival in environments where resources may be variable. To preserve this biodiversity, it is crucial to implement effective conservation measures, such as the creation of nature reserves, tree planting, sustainable management of natural resources, and raising local population awareness about the importance of biodiversity and ways to protect it.

Keywords: Biodiversity, Mouia Forest, Morphology, Asteraceae

ملخص

تستضيف ولاية ميلّة تنوع نباتي غني ومتنوع، مع غابات طبيعية (أولية) وإعادة تشجير و غابات كثيفة تحتوي العديد من الأنواع المستوطنة والمهددة بالانقراض. مع ذلك فإن هذا التنوع البيولوجي مهدد بسبب تدهور الغابات، خاصة بسبب الأنشطة البشرية، مما يؤدي إلى فقدان موطن الأنواع. خصصت هذه الدراسة للتحليل النسيجي، الثغور وحبوب اللقاح ل *Taraxacum officinale*, *Calendula arvensis*, وكذلك ملاحظة الأبواغ ل *Asplenium onopteris* ، تظهر النتائج تنوعًا كبيرًا في شكل وعدد الأنسجة المختلفة للجذور والسيقان والأوراق، وكذلك التركيب الدقيق لحبوب اللقاح والثغور لهذه الأنواع. تكشف نتائجنا عن تكيفات مورفولوجية مع الظروف البيئية، حيث تظهر الاختلافات الملاحظة في الجذور والساق وحبوب اللقاح والثغور قدرة النباتات على التكيف مع التغيرات المناخية، مما يسمح بالتخزين الجيد للماء والمغذيات. تعد هذه التكيفات ضرورية لنموها وبقائها في البيئات التي قد تختلف فيها الموارد. لحماية هذا التنوع البيولوجي، من الضروري اتخاذ تدابير فعّالة للحفاظ عليه، مثل إنشاء محميات طبيعية وغرس الأشجار وإدارة الموارد الطبيعية بشكل مستدام، بالإضافة إلى توعية السكان المحليين بأهمية التنوع البيولوجي وسبل حمايته.

الكلمات المفتاحية: التنوع البيولوجي، غابة موية، مورفوجيا، الفصيلة النجمية

Sommaire

Résumé.....	
Sommaire	
Liste des figures.....	
Liste des abréviations	
Introduction générale	1

CHAPITRE 1: Partie bibliographique

I. LA BIODIVERSITE VEGETALE	4
1. Définition de la biodiversité végétale	4
2. Les différentes facettes de la biodiversité	4
2.1. Diversité génétique	4
2.2. Diversité spécifique.....	5
2.3. Diversité écologique ou systémique.....	5
3. Les mesures de la biodiversité	5
3.1. La richesse spécifique.....	5
3.2. Diversité spécifique.....	6
3.3. Diversité taxonomique.....	6
3.4. Diversité fonctionnelle.....	7
4. Facteurs naturels agissant sur la biodiversité.....	7
5. La biodiversité végétale en Algérie	8
6. La biodiversité végétale dans la wilaya de Mila.....	8
7. Caractéristiques des forêts primaires	9

II. LES FAMILLE VEGETAUX	10
1. La Famille des Astéracées	10
1.1. Généralités.....	10
1.2. Description botanique des Astéracées.....	10
1.3. Les relations des astéracées avec leur environnement	12
2. Embranchement des Ptéridophytes	12
2.1. Généralité	12
2.2. Les fougères.....	12
2.3. Description des fougères	13
2.4. Les relations complexes des fougères avec leur environnement	14
III. ANATOMIE DES PLANTES.....	15
1. Les tissus végétaux	15
1.1. Généralité	15
1.2. Les tissus Méristèmes	15
1.3. Les tissus de protection	15
1.4. Les tissus de remplissage (Les parenchymes)	17
1.5. Les tissus de soutiens ou tissus mécanique	18
1.6. Les tissus Conducteurs.....	18
1.7. Les tissus Sécréteurs	18
2. Anatomie des organes végétaux	19
2.1. Généralités.....	19
2.2. Anatomie de la racine	19
2.3. Anatomie de la tige	21

CHAPITRE 2: MATERIELS ET METHODES

1. METHODOLOGIE DE TRAVAIL	24
1.1. Site d'étude.....	24
1.1.1. Présentation géographique de la forêt de Mouia.....	24
1.1.2. Le climat	24
1.1.3. La géologie.....	25
1.2. Echantillonnage et prélèvement	25
1.2.1. Description botanique des espèces étudiées	25
I. Le Pissenlit (<i>Taraxacum officinal</i>)	25
II. La pâquerette annuelle (<i>Bellis annua</i>)	26
III. Le souci de champ (<i>Calendula arvensis</i>).....	27
IV. capillaire onoptéris (<i>Asplenium onopteris</i>)	28
1.3. Travaux sur terrain	29
1.4. Travaux au laboratoire	30
1.4.1. Matériels et réactifs utilisées.....	30
2. METHODE ET TECHNIQUES UTILISEE AU LABORATOIRE	30
2.1. Technique de préparation des coupes	30
2.2. Observation microscopique	31
2.2.1 Histologie	31
2.2.2 Empreinte des stomates	32
2.2.3 Palynologie	32
2.2.4 Observation des spores	33

CHAPITRE 3: RESULTATS ET DISCUSSION

I. Remarque.....	35
1. Familles des Asteraceae	35
1.1. Description et comparaison intraspécifique.....	35
1.1.1. Le souci (<i>Calendula arvensis L.</i>).....	35
1.1.2. Le pissenlit (<i>Taraxacum officinal L.</i>).....	43
1.1.3. La pâquerette (<i>Bellis annua L.</i>).....	49
1.2. Description et comparaison interspécifique	56
1.2.1. Histologie.....	56
1.2.2. Observation des Stomates.....	58
1.2.3. Palynologie	58
2. Fougère (<i>Asplenium onopteris</i>)	59
2.1. Les Spores	59
II. Discussion et interprétation.....	60
1. Familles des Astéracées.....	60
1.1. Le souci de champ (<i>Calendula arvensis L.</i>).....	60
1.1.1. Histologie.....	60
1.1.2. Observation des stomates	61
1.1.3. Palynologie	62
1.2. Le pissenlit (<i>Taraxacum officinal L.</i>)	62
1.2.1. Histologie.....	62
1.2.2. Observation des stomates	63
1.2.3. Palynologie	64

1.3. La pâquerette (<i>Bellis annua</i> L.)	64
1.3.1. Histologie	64
1.3.2. Observation des stomates	65
1.3.3. Palynologie	66
2. Fougère (<i>Asplenium onopteris</i>)	66
2.1. Les spores	66
Conclusion	69
Références	71

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Une espèce de la famille Asteraceae (centerblog)	11
Figure 2 Schéma d'une fougère (biologie végétale)	14
Figure 3 Des stomates sur l'épiderme de la feuille de <i>Taraxacum officinale</i> L.....	16
Figure 4 Les différents types des stomates (Aquaprtail, 2012)	17
Figure 5 Poils absorbants chez le rhizoderme	17
Figure 6 Schéma d'une racine jeune au niveau de la zone pilifère (Laberche, 2001)	20
Figure 7 Schéma d'une coupe transversale d'une jeune tige (Laberche, 2001).....	22
Figure 8 Localisation géographique de la zone d'étude.....	24
Figure 9 <i>Taraxacum officinale</i> L., 1753 (Mouya, Hamala, Mila,Mars/ Avril 2024).....	26
Figure 9 <i>Bellis annua</i> L., 1753 (Mouya, Hamala, Mila,Mars/ Avril 2024)	27
Figure 10 <i>Calendula arvensis</i> L., 1753 (Mouya, Hamala, Mila,Mars/ Avril 2024)	28
Figure 11 <i>Asplenium onopteris</i> L., 1753 (Mouya, Hamala, Mila, Mars 2024).....	29
Figure 12 Coupe transversale au niveau de la racine de <i>Calendula arvensis</i> L. (Ech1).....	36
Figure 13 Coupe transversale au niveau de la racine de <i>Calendula arvensis</i> L. (Ech 2 et 3).....	37
Figure 14 Coupe transversale au niveau de la racine de <i>Calendula arvensis</i> L. (Ech 4 et 5).....	37
Figure 15 Coupe transversale au niveau de la tige de <i>Calendula arvensis</i> L.(Ech 1)	38
Figure 16 Coupe transversale au niveau de la tige de <i>Calendula arvensis</i> L.(Ech 2 et 3)	39
Figure 17 Coupe transversale au niveau de la tige de <i>Calendula arvensis</i> L.(Ech 4et 5)	39
Figure 18 Les stomates <i>Calendula arvensis</i> L. (Echantillon 1).....	40
Figure 19 Les stomates <i>Calendula arvensis</i> L (Echantillon 2 et 3).....	40
Figure 20 Figure Les stomates <i>Calendula arvensis</i> L (Echantillon 4 et 5)	40
Figure 21 Les grains de pollen de <i>Calendula arvensis</i> L. (Ech 1 et 2).....	41
Figure 22 Grains de pollen de <i>Calendula arvensis</i> L.(Ech 3)	42
Figure 23 Pollen de la forme triangulaire.....	42
Figure 24 Pollen de la forme sphérique	42
Figure 25 Les grains de pollen de <i>Calendula arvensis</i> L.(Echantillon 4 et 5).....	42
Figure 26 Coupe transversale au niveau de la racine de <i>Taraxacum officinale</i> L. (Ech1).....	43
Figure 27 Coupe transversale au niveau de la racine de <i>Taraxacum officinale</i> L., (Ech 2 et 3)...	44
Figure 28 Coupe transversale au niveau de la racine de <i>Taraxacum officinale</i> L., (Ech 4et 5)....	44
Figure 29 Coupe transversale au niveau de la tige de <i>Taraxacum officinale</i> (Ech 1).....	45
Figure 30 Coupe transversale au niveau de la tige de <i>Taraxacum officinale</i> L.(Ech 2 et 3).....	46
Figure 31 Coupe transversale au niveau de la tige de <i>Taraxacum officinale</i> L. (Ech 4et 5).....	46
Figure 32 Les stomates de <i>Taraxacum officinale</i> (Echantillon 1 et 2)	47

Figure 33 Les stomates de <i>Taraxacum officinal</i> (Echantillon 3et 4)	47
Figure 34 Les stomate de <i>Taraxacum officinal</i> (Echantillon 5).....	47
Figure 35 Les grains de pollen de <i>Taraxacum officinal</i> (Echantillon 1et 2).....	48
Figure 36 Figure Les grains de pollen de <i>Taraxacum officinal</i> (Echantillon 3et 4)	48
Figure 37 Les grains de pollen de <i>Taraxacum officinal</i> (Echantillon 5).....	49
Figure 38 Observation microscopique d'une coupe longitudinale du racine de <i>Bellis annua</i> L(Ech1)	50
Figure 39 Observation microscopique d'une coupe longitudinale du racine de <i>Bellis annua</i> L(Ech2 ,3)......	50
Figure 40 Observation microscopique d'une coupe longitudinale du racine de <i>Bellis annua</i> L(Ech4 ,5).....	51
Figure 41 Coupe transversale au niveau de la tige de <i>Bellis annua</i> (Ech 1)	52
Figure 42 Coupe transversale au niveau de la tige de <i>Bellis annua</i> (Ech 2 et 3)	53
Figure 43 Coupe transversale au niveau de la tige de <i>Bellis annua</i> (Ech 4et 5)	53
Figure 44 Les stomates de <i>Bellis annua</i> L (Echantillon 1 et 2).....	54
Figure 45 Les stomates de <i>Bellis annua</i> L (Echantillon 3 et 4).....	54
Figure 46 Les stomates de <i>Bellis annua</i> L (Echantillon 5)	54
Figure 47 Les grains de pollen de <i>Bellis annua</i> (Echantillon 1et 2)	55
Figure 48 Les grains de pollen de <i>Bellis annua</i> (Echantillon 3 et 4)	55
Figure 49 Les grains de pollen de <i>Bellis annua</i> (Echantillon 5)	56
Figure 50 Les sporanges d' <i>Asplenium onopteris</i> L	60

Liste des abréviations

CNRS : Centre national de la recherche scientifique

CO : Collenchyme

DGF : direction générale des Forêts

Ech : Echantillon

EEE : Espèces exotiques envahissantes

EN : Endoderme

EP: Epiderme

FAO : Food and agriculture organization

FC : Faisceaux conducteurs

OFB : Office français de la biodiversité

Pc : parenchyme cortical

PE: Poils épidermiques

Ph: phloème

Pm: parenchyme médullaire

SC : Sclérenchyme

SPANB : Stratégie et Plan d'Actions Nationaux pour la Biodiversité

Xy : xylème

Introduction générale

Introduction générale

Les composantes naturelles d'un écosystème sont définies comme les éléments physiques, biologiques et chimiques qui le composent, tels que le milieu géographique, l'eau, la flore, la faune et les éléments nutritifs, ainsi que les interactions complexes qui peuvent exister entre ces différents éléments **(Davis, 1996)**.

Myers (1990) et Médail et Quézel (1999) soulignent que la région méditerranéenne est un des principaux centres mondiaux de biodiversité végétale, où environ 10% des plantes supérieures peuvent être trouvées dans une zone qui ne représentant que 1,6% de la surface terrestre. En outre, **(Myers et al, 2000)** estiment que les pays méditerranéens abritent presque 4,5% de la flore endémique mondiale, ce qui en fait un lieu unique pour la conservation et la recherche de la biodiversité végétale.

En Algérie, la biodiversité végétale est également très riche. Les plantes cultivées occupent une place importante dans la nutrition humaine et animale. La région de Mila, est un exemple de biodiversité végétale. Les plantes cultivées dans cette région sont très variées et contribuent à l'estimation de la richesse biologique existante dans la région. **(Direction du Commerce et de la Promotion des Exportations de la Wilaya de MILA, 2013)**.

La forêt de Mouia, est caractérisée par une grande richesse et une diversité spécifique et abrite une grande variété de plantes, notamment des espèces endémiques et rares. Elle est composée de plusieurs familles de plantes, notamment des Acanthes, des Amaryllidacées, des Anacardiacees, des Apiécées, des Aracées, des Astéracées et d'autres **(Potentialité de la wilaya de Mila, 2012)**.

Pour connaître l'état de la biodiversité végétal dans la région de Mila, nous avons fait une étude histologique des quelques espèces de la famille Astéracées pour comprendre la structure et la fonction des tissus végétaux. Elle permet de décrire les différents tissus et les organes qui composent ces parties de la plante. De plus nous avons également étudié les stomates pour comprendre comment les plantes régulent leur respiration et leur photosynthèse et les grains de pollen pour comprendre les mécanismes de la pollinisation et de la fécondation, ainsi que les adaptations des plantes pour se reproduire efficacement. D'autre part, nous avons étudié les spores d'une fougère pour comprendre les processus de dispersion de cette plante.

Nous sommes les premiers a essayé de faire une étude histologique de quelques espèces du foret de Mouia.

Notre travail s'articule sur 3 chapitres: Le premier chapitre sera consacré à une revue bibliographique, Il comprend trois parties bien distinctes:

Dans la première partie, nous résumerons succinctement par une étude bibliographique sur

Introduction générale

la biodiversité végétale, La deuxième partie dresse une revue sur les connaissances botaniques de la famille des Astéracée, Dans la troisième partie nous donnons un aperçu sur l'anatomie des organes végétaux.

Le deuxième chapitre regroupe le matériel et les méthodes utilisés dans cette étude.

Dans le troisième chapitre sont exposés les résultats obtenus de cette étude et la discussion, et à la fin, le manuscrit est achevé par une conclusion présentant une synthèse des meilleurs résultats obtenus avec les perspectives envisagées, et la liste des références bibliographiques.

CHAPITRE 1

Partie bibliographique

I. LA BIODIVERSITE VEGETALE

1. Définition de la biodiversité végétale

La biodiversité est la variété et la variabilité de tous les organismes vivants, incluant la variabilité génétique à l'intérieur des espèces et de leurs populations, la diversité des espèces et de leurs formes de vie, les complexes d'espèces associées et leurs interactions, ainsi que les processus écologiques qu'ils influencent ou dont ils sont les acteurs. Cette notion, consacrée par le sommet de la Terre en 1992, a évolué pour inclure non seulement l'inventaire des espèces vivantes, mais également la compréhension de leurs interactions et de leurs rôles dans les écosystèmes **(Encyclopédie de Larousse)**.

La biodiversité, ou diversité biologique, forme le tissu vivant de la planète, en englobant toutes les formes de vie sur Terre, ainsi que les relations complexes entre elles et avec leurs milieux, depuis l'origine commune de la vie **(CNRS, 2015)**.

2. Les différentes facettes de la biodiversité

La notion même de biodiversité comprend trois niveaux interdépendants, c'est :

2.1. Diversité génétique:

Prendre en compte la diversité génétique des espèces signifie considérer les variations génétiques au sein d'une population dans un environnement spécifique, notamment au niveau des allèles et des structures chromosomiques. La biodiversité génétique est essentielle pour l'adaptation des espèces, car plus une population est génétiquement diverse, plus elle est en mesure de s'adapter à des changements environnementaux. Cela est particulièrement important dans le cas de changements climatiques brusques, où certaines populations pourraient ne pas être adaptées, mais les différences génétiques permettent à d'autres de trouver des moyens d'adaptation. L'action humaine a un impact significatif sur la diversité génétique des espèces. Par exemple, la réduction de la diversité génétique des plantes cultivées par l'utilisation de grandes monocultures augmente les risques que ces plantes similaires soient attaquées par des pathogènes et nécessitent l'utilisation d'agents chimiques pour les combattre, ce qui menace également des espèces qui ne sont pas nocives et pourraient contribuer à la résilience de l'écosystème menacé. Selon la FAO, 9% des espèces végétales produisent 66% de la nourriture mondiale, soulignant l'importance de préserver la biodiversité génétique pour assurer la sécurité alimentaire **(Guillebon, 2022)**.

Chapitre 1 Partie bibliographique

2.2. Diversité spécifique:

La diversité spécifique d'un milieu naturel (biotope) se caractérise par la présence ou l'absence d'espèces qui devraient y être. Cette caractéristique permet aux écologues de mesurer la richesse ou la pauvreté d'un écosystème en comparant les espèces présentes à celles qui devraient y être. Chaque espèce joue un rôle unique et essentiel dans l'écosystème, sauf si elle est une espèce envahissante. L'apparition ou la disparition d'une espèce peut avoir des effets à long terme sur l'écosystème entier. Observer la biodiversité d'un milieu consiste à évaluer le rythme d'extinction ou d'apparition de nouvelles espèces, à étudier l'influence des activités humaines sur la diversité spécifique, à analyser la distribution des espèces par taxon et à observer la distribution géographique des espèces (Guillebon, 2022).

2.3. Diversité écologique ou systémique:

La biodiversité écosystémique se caractérise par la diversité globale des biocénoses et des biotopes. Chaque espèce dans un écosystème joue un rôle unique et important. Les écologues étudient les interactions entre ces espèces, leur répartition et la dynamique de la communauté formant l'écosystème. Cela représente le niveau de mesure de la biodiversité le plus complexe à comprendre, car un écosystème est difficile à définir et à appréhender en raison de la grande variété de communautés spécifiques et d'associations qu'il contient. De plus, les limites géographiques d'un écosystème peuvent être très difficiles à déterminer, notamment pour des écosystèmes comme des forêts ou des océans, qui peuvent être très vastes et complexes. En revanche, les limites d'un écosystème comme une mare sont généralement plus faciles à définir (Guillebon, 2022).

3. Les mesures de la biodiversité

3.1. La richesse spécifique:

Dans le domaine de l'écologie, la diversité d'un échantillon est évaluée en fonction du nombre d'espèces présentes (richesse en espèces). Il est plus probable d'inclure une plus grande diversité génétique, phylogénétique, morphologique, biologique et écologique lorsque le nombre d'espèces est élevé. L'unité de mesure la plus utilisée est la richesse en espèces, au point qu'on a parfois tendance à confondre de manière abusive la biodiversité et la richesse en espèces. La méthode traditionnelle pour étudier la biodiversité consiste à la mesurer en termes de nombre d'espèces (Lévêque & Mounolou, 2008).

La biodiversité de la forêt amazonienne est estimée à plusieurs milliers d'espèces, ce qui inclut 40 000 espèces de plantes, 2 200 poissons, 1 294 oiseaux, 427 mammifères, 428 amphibiens et 378 reptiles. La diversité biologique d'une région ne se résume pas à un simple nombre d'espèces

Chapitre 1 Partie bibliographique

présentes. Dans un écosystème, ces espèces n'ont pas la même fonction, la même fréquence et la même répartition (**Bouterfas, 2021**).

3.2. Diversité spécifique:

Englobe à la fois la diversité spécifique et la quantité relative d'espèces présentes dans un assemblage donné (groupe végétal, communauté végétale) (**Marcon, 2015**).

La diversité spécifique est mesurée par plusieurs indices : indice de Shannon-Weaver, indice de Simpson, indice de Mill... etc.

Exemple de l'indice de Shannon-Weaver :

Il s'agit de l'indice le plus simple de sa catégorie et donc le plus couramment employé. Il permet d'évaluer la variété en tenant compte du nombre d'espèces (richesse spécifique) présentes dans un environnement et de l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces (équitabilité spécifique) (**Marcon, 2015**).

On le représente par un nombre réel positif allant de 0 (une espèce unique, ou bien une espèce qui domine très largement toutes les autres espèces) à 5 (toutes les espèces ayant la même abondance sont appelées codominantes). La diversité augmente à mesure que la valeur de H' augmente. Une valeur proche de $H'=0,5$ est déjà extrêmement basse. On calcule cet indice en utilisant la formule suivante (**Bouterfas, 2021**) :

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i (\log_2 p_i)$$

- H' = indice de Shannon-Weaver
- S = nombre total d'espèces (richesse spécifique)
- i = une espèce du milieu d'étude
- p_i = proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces S , calculée par la formule $p_i = n_i/N$ avec : n_i = nombre d'individus de l'espèce i ; N = nombre total d'individus de toutes les espèces (effectif total).
- $\log_2 p_i = \ln(p_i)/\ln(2)$.

3.3. Diversité taxonomique:

Les informations phylogénétiques (espèces, genres, familles) sont prises en considération dans la diversité taxonomique. Si les espèces sont de plusieurs genres différents, la diversité d'une communauté sera plus grande que si elles sont toutes du même genre (**Marcon, 2015**).

Par exemple, on estime que la flore en Algérie compte 3232 espèces végétales réparties dans 917 genres et 131 familles végétales. On estime qu'il y a environ 50 000 espèces végétales au Brésil, réparties dans des centaines de familles et de genres (**Bouterfas, 2021**).

Chapitre 1 Partie bibliographique

3.4. Diversité fonctionnelle:

La diversité fonctionnelle est définie comme la variété des caractéristiques fonctionnelles influençant les interactions des espèces avec les conditions abiotiques et les autres espèces **(Garnier & Navas, 2013)**.

Elle peut être mesurée en regroupant les espèces en groupes fonctionnels qui accomplissent des actions similaires ou réagissent de manière similaire aux contraintes externes, comme les herbivores ou les fixateurs de l'azote **(Marcon, 2015)**.

Pour les plantes, on peut les classer en fonction de leurs stratégies d'adaptation, telles que les espèces compétitrices, tolérantes ou rudérales. La diversité fonctionnelle peut varier entre les écosystèmes, avec certaines fonctions étant assurées par un petit nombre d'espèces dans un écosystème et par un grand nombre d'espèces dans un autre. Lorsque plusieurs espèces occupent la même niche spatiale et remplissent des fonctions similaires, on parle de redondance fonctionnelle, même si leur importance relative peut varier **(Bouterfas, 2021)**.

4. Facteurs naturels agissant sur la biodiversité

- La transformation des habitats naturels en environnements artificiels est le principal facteur de dégradation et de fragmentation des écosystèmes. Par exemple, la construction de barrages le long des cours d'eau perturbe la circulation libre et les cycles de reproduction de certaines espèces animales **(OFB, 2019)**.
- Les pollutions de l'air, du sol, de l'eau, ainsi que les pollutions lumineuse et sonore, ont un impact généralisé sur l'environnement. Par exemple, le plastique pollue les milieux et affecte tous les organismes qui les habitent **(OFB, 2019)**.
- L'exploitation excessive des ressources compromet sérieusement le bon fonctionnement et la capacité de régénération des écosystèmes. Bien que la politique commune de la pêche de l'Union européenne ait été réformée en 2014, quatre des dix stocks de poissons exploités en France le sont de façon non durable **(OFB, 2019)**.
- Le changement climatique affecte les cycles de vie de tous les êtres vivants, modifie la répartition géographique des espèces et, par conséquent, la chaîne alimentaire. Les écosystèmes servent de précieux indicateurs des effets du changement climatique, et leur gestion doit intégrer les évolutions observées **(OFB, 2019)**.
- L'introduction intentionnelle ou accidentelle d'espèces exotiques envahissantes (EEE) par l'homme affecte tous les milieux et territoires. Le risque est particulièrement élevé dans les îles des collectivités d'outre-mer et des Outre-mer, qui abritent 74 % de ces espèces. Depuis 2018, ces espèces font l'objet d'une réglementation nationale **(OFB, 2019)**.

5. La biodiversité végétale en Algérie

L'Algérie est riche en biodiversité, avec environ 16 000 espèces et taxons confondus, dont 3139 espèces de spermaphytes et 4963 taxons de faune. Cependant, 53,20% de ces espèces sont relativement peu abondantes et 226 sont menacées d'extinction (**Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables**).

L'Algérie a mis en place des initiatives pour la préservation et la valorisation de sa biodiversité, notamment la Stratégie et Plan d'Actions Nationaux pour la Biodiversité (SPANB) et des rapports nationaux. Le pays a également élaboré des stratégies pour lutter contre la perte de biodiversité et adapter aux changements climatiques. La biodiversité algérienne est un patrimoine naturel d'une valeur inestimable qui nécessite une protection et une valorisation pour les générations futures. (**Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables**).

6. La biodiversité végétale dans la wilaya de Mila

La Wilaya de Mila, qui s'étend sur une superficie totale de 3480,45 km², soit 0,14% du territoire national, est située dans la région Nord-Est de l'Algérie (**Direction du Commerce et de la Promotion des Exportations de la Wilaya de MILA, 2013**).

La Wilaya de Mila en Algérie abrite une biodiversité végétale, offrant un écosystème riche et varié.

La superficie des forêts dans la Wilaya de Mila est estimée à 38 695 hectares, ce qui représente environ 12% de sa superficie totale. Cette végétation se compose de différentes catégories, notamment:

- ✓ Forêts naturelles dominées par le chêne liège.
- ✓ Reboisements principalement constitués de pin d'Alep et de cyprès.
- ✓ Maquis, tel que le maquis de chêne vert et de genévrier.
- ✓ Prairie naturelle couvrant 23 040 hectares (8%).
- ✓ Terres improductives s'étendant sur 16 453 hectares (5%) (**Belkessa et al., 2016**).

La Wilaya de Mila est caractérisée par trois étages bioclimatiques distincts, offrant un climat humide pour les reliefs montagneux du Nord, semi-aride à subhumide pour la partie médiane, et semi-aride pour les hautes plaines. Cette diversité climatique favorise une variété de végétation adaptée à ces différents milieux (**Belattar, 2017**).

La Wilaya de Mila se distingue par sa diversité végétale, allant des forêts naturelles aux prairies et aux terres improductives. Cette richesse botanique est le reflet d'un écosystème varié et précieux, nécessitant une gestion et une conservation appropriées pour préserver cette biodiversité.

7. Caractéristiques des forêts primaires

Le degré de naturalité d'une forêt est déterminé par son degré d'exploitation, de gestion et de plantation. Moins elle a été exploitée par l'homme, plus elle est proche de son état naturel **(Toulet, 2023)**.

La forêt primaire ou vierge est une forêt climacique, presque une forêt primitive, qui est restée intacte. Aucun autre type de forêt ne possède la richesse biologique ou l'importance écologique des forêts primaires, car elle n'a jamais été exploitée, fragmentée ou influencée par l'Homme et ses activités **(Aquaportail, 2020)**.

Ces forêts primaires ou primitives constituent 65 % de la biodiversité terrestre, même si elles ont subi des dommages considérables. La forêt vierge est un environnement sain et autorégulateur, dont les interactions et les fonctions n'ont pas changé en raison de l'activité humaine **(Klorane Botanical Foundation, 2024)**.

D'après une étude sur les ressources forestières mondiales effectuée en 2020, il subsiste 1,11 milliard d'hectares de forêts primaires, principalement au Canada, au Brésil et en Russie. Cependant, la superficie occupée par ces forêts a diminué de 80 %, et les 20 % restants continuent de régresser, étant confrontés à diverses menaces. Les forêts primaires jouent un rôle essentiel en offrant des services écosystémiques tels que la préservation de la biodiversité, la réduction du changement climatique et l'approvisionnement en eau douce. Elles sont également cruciales pour préserver les moyens de subsistance et la culture de nombreuses communautés locales et populations autochtones **(Graziati, 2023)**.

Les forêts primaires sont riches en espèces de flore et de faune qui interagissent dans des réseaux complexes. Elles sont des réservoirs de carbone majeurs, renfermant de grandes quantités de carbone dans leur biomasse et leurs sols. Elles jouent donc un rôle dans la réduction du changement climatique en contribuant à diminuer la quantité de gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère. Les forêts primaires diffèrent des forêts secondaires, qui sont des forêts régénérées après l'exploitation forestière ou d'autres perturbations et dont la structure écologique peut différer de celle des forêts primaires. Grâce à leur taux élevé de biodiversité, les forêts primaires sont plus résistantes, c'est-à-dire plus stables, plus résistantes et plus fortes que les forêts secondaires **(Graziati, 2023)**.

II. LES FAMILLE DES VEGETAUX

1. La Famille des astéracées

1.1. Généralités:

Les Asteraceae, anciennement appelée Compositae, appelées aussi Composées (Compositae, nom latin) ou plus rarement des Composacées. La famille des astéracées est l'une des plus grandes familles de plantes à fleurs, avec plus de 1600 genres et 25 000 espèces dans le monde. Certaines de ses taxes les plus connues sont la laitue, le chicoré, l'artichaut, pissenlit (**Rolnik & Olas, 2021**), ce qui en fait la deuxième plus vaste famille du monde végétal et des plantes à fleurs, derrière les Orchidaceae (25 000 espèces). La flore algérienne comprend 408 espèces d'astéraceae groupées en 109 genre, dans 50 sont localisé au sahara (**Quezel et Santa, 1962-1963**).

1.2. Description botanique des astéracées

Les Astéracées présentent des caractères morphologiques divers, ils sont principalement des herbes vivaces ou annuelles, des arbustes ou sous-arbrisseaux, rarement des plantes aquatiques ou grimpantes ou encore des épiphytes.

- L'appareil végétatif: La famille des Astéracées se compose principalement de plantes herbacées comme par exemple *Arnica montana*, mais également d'espèces ligneuses telles que des arbustes avec *Launaea arborescens*, des lianes avec le *Seneçon* grimpant, et plus rarement, des arbres avec le *Seneçon* en arbre (**Filleul, 2019**).
- Les feuilles : sont principalement simples et profondément découpées, alternes, opposées ou verticillées, à nervation généralement pennée ou palmé (**Filleul, 2019**).
- Les fleurs : La famille est très homogène au niveau de ses inflorescences très caractéristiques, sont agglomérées en capitules, terminales ou axillaires. L'organisation florale des capitules est très importante à connaître en systématique. (**Funk et al. 2009**). Les fleurs qui composent le capitule sont cyclique, hétéro chlamyde, gamopétale, hermaphrodites ou unisexuées, parfois stérile, actinomorphes ou zygomorphes. Le Calice est absent ou réduit, se développant après fécondation en pappus. Et la Corolle peut être soit régulière et pentalobée, soit zygomorphe et bilabée, soit unilatéralement développée en une longue ligule tri ou pentadentée.
- Le grain de pollen des Astéracée: est généralement tricolpé (**Spichiger et al.,**

Chapitre 1 Partie bibliographique

2004). Suivants le type de fleur composant le capitule, on a les inflorescences suivantes:

- Tubuliflores: composées uniquement de fleurs actinomorphes régulière en forme de tube.
- Les liguliflores : composées uniquement de fleurs zygomorphes avec une seule lèvre.
- Labiatiflores : composées uniquement de fleurs zygomorphes bilabiées et radiées (Filleul, 2019).

Le fruit est un akène, sa forme est variable : cylindrique, linéaire, obovale, tétraédrique, etc.

La surface peut être : lisse, côtelée, rugueuse, tuberculée, aiguillonnée, glabre ou poilue, etc.

Le sommet est parfois nu (l'akène est alors dit chauve) mais, très souvent, couronnée généralement d'une aigrette de soie appelée Pappus provenant du développement du calice après fécondation, La graine possède un embryon droit sans albumen: exalbuminées (Filleul, 2019).



Figure 1 Une espèce de la famille Asteraceae (centerblog)

1.3. Les relations des Asteraceae avec leur environnement

Les Asteraceae, une famille de plantes entretiennent des relations complexes avec leur environnement. Voici quelques aspects clés de ces interactions:

Chapitre 1 Partie bibliographique

Adaptations aux conditions abiotiques: Les astéracées occupent une grande variété de milieux terrestres, allant des régions équatoriales aux régions arctiques. Elles ont développé des adaptations pour survivre dans ces conditions, telles que des feuilles adaptées aux sols et aux climats locaux.

Interactions biotiques: Les astéracées interagissent avec d'autres végétaux et organismes, notamment en compétition pour les ressources. Elles peuvent également former des associations symbiotiques avec des champignons mycorhiziens.

Rôle dans les écosystèmes : Les astéracées jouent un rôle important dans les écosystèmes, en servant de nourriture pour les insectes et en créant des habitats pour les animaux. Certaines espèces sont également utilisées en médecine traditionnelle ou comme plantes ornementales.

Impact sur la biodiversité : Les astéracées contribuent à la biodiversité en offrant des ressources alimentaires et en créant des habitats pour les autres organismes. Elles sont également importantes pour la flore vasculaire de certaines régions.

2. Embranchement des Ptéridophytes

2.1. Généralités :

Les Ptéridophytes (ptéris, fougère, phytolite,) forment actuellement un groupe modeste avec 12 000 espèces dans le monde (on compte 300 000 espèces d'Angiospermes). Le groupe comprend essentiellement les fougères, dont certaines peuvent atteindre de grandes dimensions, comme les «fougères arborescentes » (**jardins de France**). Les Fougères (Ptéridophytes 10500 espèces dont environ 8500 fougères). Sont des végétaux supérieurs appartenant aux Cormophytes car possédant un cormus c'est-à-dire un axe feuillé. (**Henri et Michèle, 2015**).

2.2. Les fougères

Les fougères sont des plantes sans fleurs, sans graines; comme les champignons, les algues, les lichens ou les mousses. Ils se rapprochent de ces plantes inférieures, appelées Cryptogames, mais d'un autre côté, ils présentent des signes indéniables d'évolution dans leur structure anatomique, se rapprochant ainsi des plantes supérieures, les Phanérogames (ou Spermatophytes). Ils habitent les zones tropicales et subtropicales, à l'ombre des arbres et d'autres plantes plus grandes, et dans les régions humides.

2.3. Description des fougères

2.3.1. Appareil végétatif :

- **Racines et tige :** Les racines, fibreuses, sont reliées à la base de la tige qui se présente sous

Chapitre 1 Partie bibliographique

forme de rhizome ou de souche. Ce rhizome peut être rampant ou dressé, et porte les frondes. Il est de dimension variable et peut porter des écailles (feuilles avortées). Chez certaines espèces (exemple : *Pteridium aquilinum*), ce rhizome peut participer à une importante reproduction asexuée par multiplication végétative. La tige peut être à la surface du sol (hémicryptophytes) ou souterraine, le plus souvent à faible profondeur (géophytes). **(Pascaline, 2023)** .Tiges et racines possèdent des vaisseaux conducteurs (xylème et phloème), ce qui place les Fougères parmi les végétaux vasculaires, contrairement aux mousses. Cependant, les Fougères ne produisent pas de tissus secondaires.

- **Frondes** : Les feuilles bien développées, ou frondes, sont de grande dimension, souvent composées pennées, à préfoliation circinée (c'est-à-dire en forme de crosse) et dotées d'un pétiole. **(Pascaline, 2023)**

2.3.2. Appareil reproducteur :

Les fougères ne produisent pas de graines, contrairement aux Spermatophytes (Gymnospermes et Angiospermes), mais se reproduisent grâce à des spores. La germination des spores de la fougère se fait sur le sol où les conditions sont favorables (humidité et chaleur). Elle germe en formant un organe végétatif riche en chlorophylle : le prothalle. Sur ce prothalle, se développe bientôt une jeune fougère. La fécondation se fait sur la face inférieure du prothalle où se trouvent les organes reproducteurs mâles et femelles. Ces organes renferment respectivement les anthérozoïdes et oosphères. **(Pascaline, 2023)**

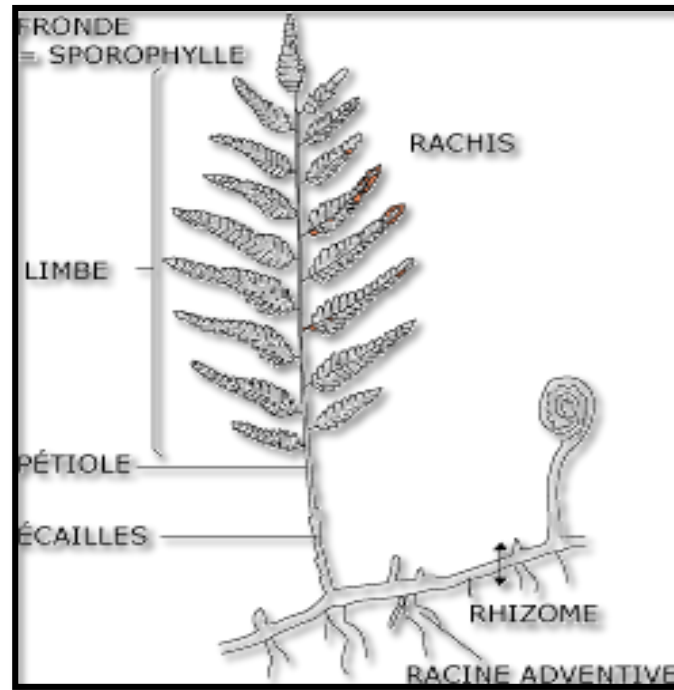


Figure 2 Schéma d'une fougère (*biologie végétale*)

2.4. Les relations complexes des fougères avec leur environnement :

Les fougères entretiennent des relations étroites avec leur environnement, s'adaptant à différents milieux et interagissant avec les autres organismes présents. Voici quelques aspects clés de ces relations :

- **Adaptations aux conditions abiotiques:** Les fougères occupent une grande variété de milieux terrestres, de l'équateur aux régions arctiques, en s'adaptant aux conditions climatiques. Elles préfèrent généralement les sols frais, ombragés et légèrement acides. Certaines espèces sont adaptées aux milieux humides comme les bords de bassins.
- **Interactions biotiques:** Les fougères entrent en compétition avec d'autres végétaux pour les ressources (lumière, eau, nutriments). Elles peuvent aussi former des associations symbiotiques avec des champignons mycorhiziens. Certaines espèces sont épiphytes, se développant sur d'autres plantes sans parasitisme.
- **Rôle dans les écosystèmes:** Les fougères constituent un élément important de la biodiversité, notamment en forêt où elles forment le sous-bois. Elles abritent une faune diversifiée (insectes, arachnides, amphibiens, etc.). Certaines espèces sont indicatrices de milieux naturels préservés.

III. ANATOMIE DES PLANTES

1. Tissus végétaux

1.1. Généralité

Un tissu est un ensemble de cellules juxtaposées (mis côte à côte) ayant une même origine embryonnaire, le même aspect et qui sont semblablement différenciées dans le but de remplir une fonction déterminée. Le regroupement des tissus en vue d'assurer différentes fonctions donnera naissance aux organes : racines, tiges, feuilles ou fleurs. La cohésion et l'adhérence des cellules obtenue fait émerger de nouvelles fonctions.

1.2. Les tissus Méristèmes

Le méristème est le tissu indifférencié qui assure la production d'organe nouveaux (feuilles, racines, fleurs) (**Laberche, 2010**). On distingue deux types du méristème:

- Les méristèmes primaires, qui sont à l'origine des tissus de la plante.
- Les méristèmes secondaires appelés aussi formation secondaire elles permettent la croissance en épaisseur

1.3. Les Tissus de protection

Les tissus de revêtement protègent la plante. Ils sont constitués des cellules parenchymateuses qui sont ensuite modifiées afin de protéger la plante contre les détériorations physiques et la dessiccation. Durant la première année de croissance, les végétaux présentent une assise cellulaire, appelés épiderme chez les tiges et rhinodermes chez les racines, au niveau de laquelle les cellules sont jointives (**Nabors, 2008**).

1.3.1. Epidermes

Un épiderme est une couche continue des cellules qui recouvre les parenchymes des organes aériens tels que les feuilles, les jeunes tiges, les pièces florales et les fruits. D'une façon générale, on distingue dans un épiderme, des cellules épidermiques assurant la protection contre la déshydratation et des stomates qui permettent les échanges gazeux. L'épiderme est interrompu au niveau des stomates (**Yves et al., 2005**).

1.3.1.1. Les stomates

1. Définition générale

Les feuilles des plantes sont recouvertes d'une cuticule empêchant les pertes d'eau, mais empêchant du même coup les échanges gazeux entre l'intérieur de la feuille et l'atmosphère. Afin

Chapitre 1 Partie bibliographique

de répondre à ce dilemme, l'épiderme des plantes est muni de stomates, sont des structures constituées par un ensemble de cellules situées notamment dans l'épiderme inférieur des feuilles, qu'on peut aussi retrouver dans toutes les parties aériennes des plantes. Les stomates sont composés d'une paire de cellules parenchymateuses spécialisées, appelées cellules de garde, et sont séparés par une petite ouverture centrale (l'ostiole). (Khalil et Margaux., 2017).

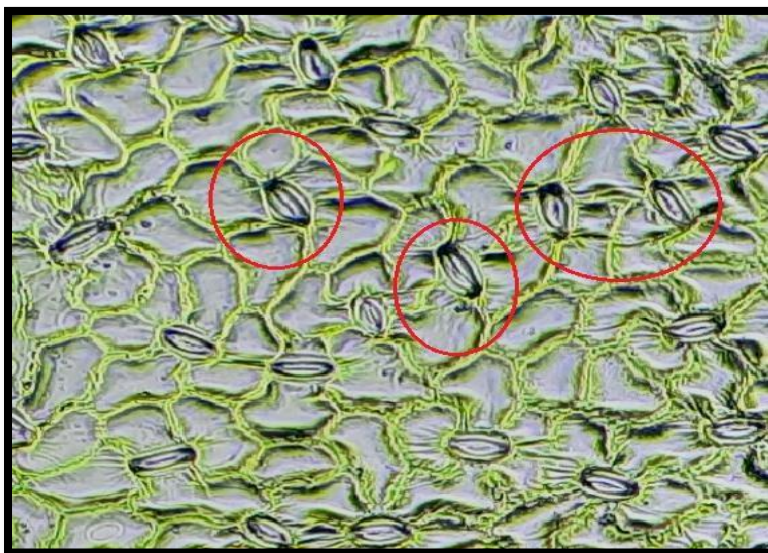


Figure 3 Des stomates sur l'épiderme de la feuille de *Taraxacum officinale* L.

Metcalfé et Chalk, (1957), ont classé les types stomatiques en fonction du nombre, de la forme, de la taille et de l'agencement des cellules annexes, Nous pouvons distinguer les principaux types suivants:

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

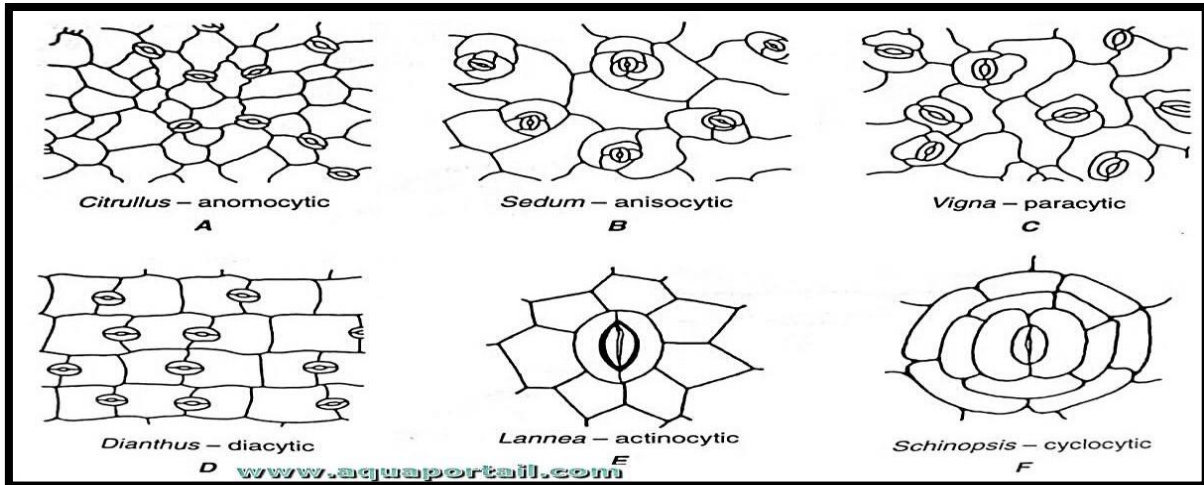


Figure 4 Les différents types des stomates (Aquaprtail, 2012)

1.3.1.2. Les poils

Les poils sont des filets plus ou moins fins, plus ou moins déliés, qu'on observe sur toutes les parties des plantes, et qui varient en nombre, en grandeur et en dureté, à toutes les époques de la végétation. Ils peuvent être soit des poils sécréteurs soit des poils protecteurs, Ils jouent également un rôle dans l'élaboration d'associations symbiotiques avec des bactéries fixatrices d'azote.

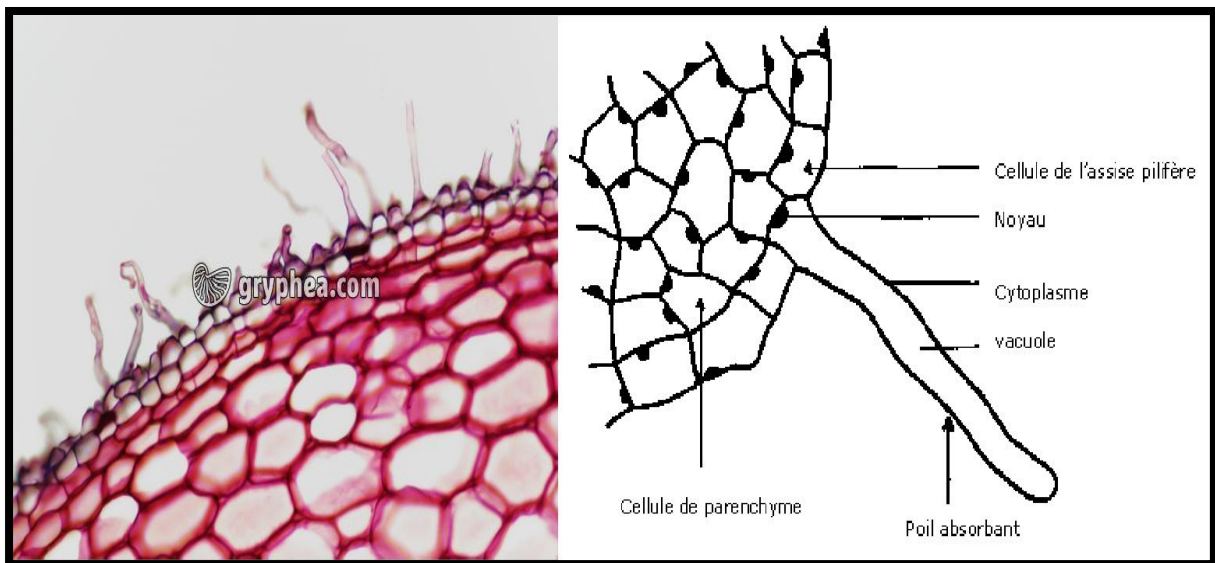


Figure 5 Poils absorbants chez le rhizoderme

1.4. Tissus de remplissage (Les parenchymes)

Les tissus parenchymateux constituent ce que l'on appelle le système fondamental dans les divers organes de la plante. Il existe plusieurs types de parenchymes: chlorophyllien, de réserve, aérifère, conducteur. (Speranza et al., 2005).

Chapitre 1 Partie bibliographique

1.5. Tissus de Soutien ou Tissus Mécaniques

Bien que chez la plupart des plantes le port et le maintien de leur structure dépendent des pressions hydrostatiques qui s'exercent contre la paroi ou de la présence des tissus vasculaire lignifiés, il existe des tissus dont le rôle principal est de servir d'éléments de renforcement ou de soutien, assurent la souplesse et rigidité aux organes de la plante. Les deux principaux tissus de soutiens sont le collenchyme se forme dans les organes jeunes tandis que le sclérenchyme se rencontre dans les organes dont l'allongement est achevé.

Les cellules du collenchyme peuvent être considérées comme des cellules parenchymateuses, spécialisées dans le soutien des tissus jeune. (**William et Hopkin., 2003**)

1.6. Les Tissus Conducteurs

Les tissus conducteurs existent chez un très grand nombre de plantes, depuis les Mousses et les Ptéridophytes jusqu'aux plantes supérieures. Ces tissus servent à la circulation de la sève.

Les vaisseaux ligneux, conduisent la sève brute formée d'eau et des sels minéraux puisés dans le sol par les poils absorbants des racines; les tubes criblés, répartissent la sève élaborée chargée de toutes les substances organiques synthétisées au niveau des feuilles par l'assimilation chlorophyllienne. (**Gratton, 2011**).

Les tissus conducteurs de la feuille sont reliés aux tissus conducteurs de la tige. Le xylème et le phloème se trouvent ainsi en contact direct avec les tissus photosynthétiques. Le xylème amène l'eau et les minéraux aux tissus photosynthétiques, tandis que le phloème y puis les glucides et les autres substances organiques, puis les achemine vers les autres parties de la plante. (**Reece et al., 2012**).

1.7. Les tissus sécréteurs

Ces tissus sont distribués de manière diverse dans la plante (certains externes, d'autres internes), et leur niveau d'organisation est tout aussi variable: ils forment des simples poils glandulaires, des structures pluricellulaires complexes ou un système complexe de canaux. (**Speranza et al., 2005**). Généralement, dans tous les tissus et sont de différents types. Sur la base de leur localisation on distingue :

- **Des structures sécrétrices externes:** Poils sécréteurs (trichomes) et glandes sécrétrices
- **Des structures sécrétrices internes:** Cellules sécrétrices isolées : exemple de tige de rosier
- Laticifères Canaux sécréteurs exemples de pétiole de céleri, de tige d'estragon). (**Bouزيد, 2024**)

2. Anatomie des organes végétaux

2.1. Généralités

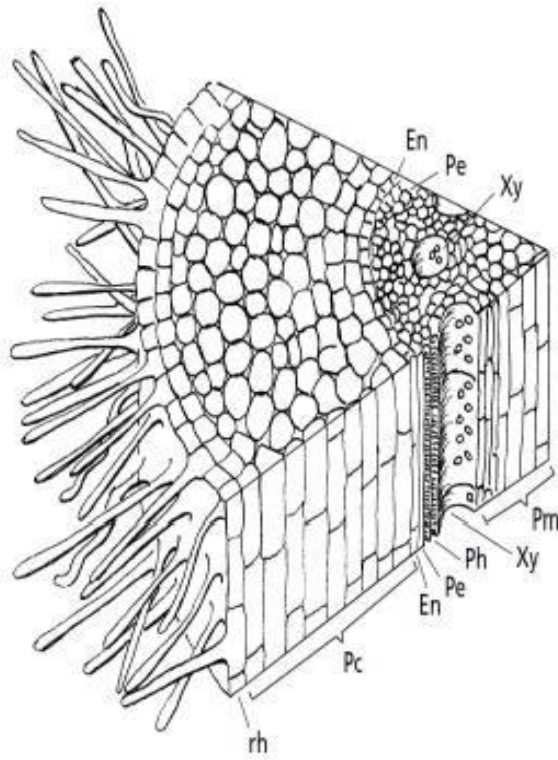
L'anatomie végétale ou la phytotomie est une branche de la botanique, c'est le terme général pour l'étude de la structure interne des plantes. Bien que l'origine comprenait la morphologie végétale, qui est la description de la forme physique et la structure externe des plantes. L'anatomie végétale est fréquemment étudiée au niveau cellulaire, et implique souvent la section des tissus et de la microscopie pour connaître les caractéristiques des structures internes examenes (Speranza et Calzoni, 2005).

2.2. Anatomie de la racine

Des coupes effectuées au niveau d'une racine permettent de distinguer deux zones concentriques.

2.2.1. L'écorce

Elle est formée uniquement de parenchyme incolore (parenchyme cortical) dans les racines terrestres, vert dans diverses racines éclairées, elle commence par l'assise pilifère dont les cellules sont en majorité allongées en poils absorbant, au-dessous vient une assise de cellules plus grandes allongées radialement et dont le contenu se résorbe de bonne heure, tandis que les membranes se subérifient pour protéger la racine; c'est l'assise subéreuse. L'endoderme, est la dernière assise du parenchyme cortical interne offre des caractères spéciaux, qui marquent nettement la limite séparatrice de l'écorce et du cylindre central (Laberche, 2001).



rh, rhizoderme

Pc, parenchyme cortical

En, endoderme

Pe, péricycle

Xy, xylème

Ph, phloème

Pm, parenchyme médullaire.

Figure 6 Schéma d'une racine jeune au niveau de la zone pilifère (Laberche, 2001)

2.2.2. Le Cylindre central

Ou la stèle, est limité par une couche mince de parenchyme, aux cellules jointives et aux parois minces, le

Péricycle ce qui ajoute encore à la distinction de l'écorce et du cylindre central. Plus au centre, des vaisseaux de xylème, facilement reconnaissables par leur épaisse paroi. Ils alternent régulièrement et sur un seul cercle, avec les tubes criblés du phloème. Les uns et les autres représentent le tissu conducteur de la racine. C'est dans ce tissu que circulent la sève brute (dans le xylème) et la sève élaborée (dans le phloème). La partie centrale est un parenchyme médullaire en partie remplacé par des cellules mortes de sclérenchyme. Les cellules du xylème ont des tailles différentes selon leur emplacement dans le cylindre central. Près du péricycle, elles sont jeunes et petites. Vers le centre, elles sont grandes et âgées. La différenciation du xylème est centripète. Les cellules formées le plus tôt sont repoussées vers l'intérieur de la racine. Même si ceci est moins visible, il en est de même pour le phloème. Le Conjonctif du cylindre central est un parenchyme incolore des cellules polyédriques, qui se décompose en trois zones; le péricycle, le rayons médullaires et la moelle. (Laberche, 2001).

Chapitre 1 Partie bibliographique

2.3. Anatomie de la tige

La coupe transversale d'une pousse jeune offre 3 parties: l'épiderme, l'écorce et le cylindre central (**Laberche, 2001**).

2.3.1. L'épiderme

L'épiderme ou l'assise superficielle de la tige, est formé essentiellement de tissu cutineux et de stomates, les cellules épidermiques sont d'ordinaire aplaties tangentiellement, alignées côte à côte (jointives ou juxtaposées) à paroi peu épaisse, dépourvue de chloroplastes; on peut remarquer des stomates de temps en temps (cuticule), ils permettent des échanges gazeux entre le milieu extérieur et la tige (**Benlaksira, 2022**).

2.3.2. L'écorce

L'écorce de la tige est un parenchyme vert (parenchyme cortical), à cellule polyédrique, parfois presque arrondies, qui laissent entre elles de petits méats aérifères. Les assises externes sont fréquemment transformées en collenchyme ou en sclérenchyme Les cellules de la périphérie renferment des chloroplastes, mais leur nombre diminue au fur et à mesure qu'on s'enfonce vers l'intérieur (**Laberche, 2001**)

2.3.3. Le cylindre central

C'est la stèle de la tige, est, comme celle de la racine, le lieu d'élection des éléments conducteurs, elle se décompose en faisceaux libéroligneux et en parenchyme conjonctif. Les faisceaux libéroligneux comprennent chacun, comme leur nom l'indique, un faisceau ligneux (xylème) et un faisceau libérien (phloème), rassemblés en amas superposés : Le xylème, vers le centre de la tige, est coiffé, vers l'extérieur, par le phloème. Ce sont les faisceaux criblovasculaires, dans la racine (**Laberche, 2001**).

Chapitre 1 Partie bibliographique

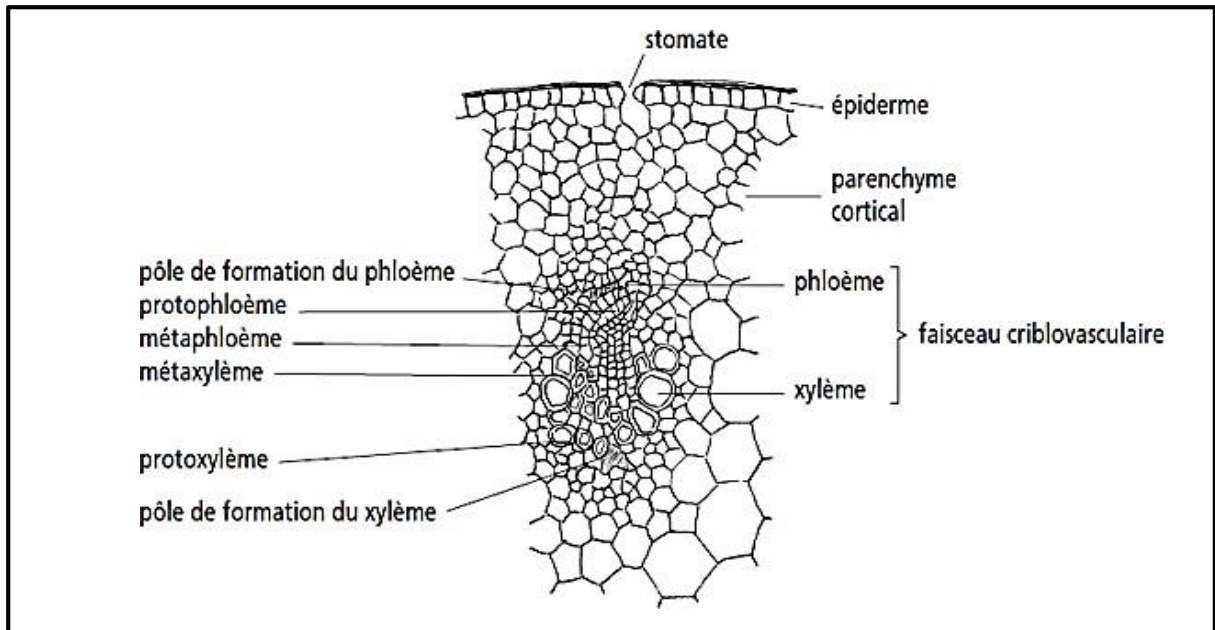


Figure 7 Schéma d'une coupe transversale d'une jeune tige (Laberche, 2001)

CHAPITRE 2
MATERIELS ET
METHODES

1. METHODOLOGIE DE TRAVAIL

Le travail réalisé a pour objectif de connaître la structure de la racine, de la tige, des stomates, la morphologie des graine de pollen et des spores, afin d'effectuer **une approche comparative** entre les échantillons de quelques espèces de la famille (**Astéracée**) dans la forêt de « Mouai »

1.1. Sites d'études

1.1.1. Présentation géographique de la forêt de Mouia

La forêt de Mouia est située au Nord-Est de la wilaya de Mila entre les coordonnées géographiques: $36^{\circ}32'58''$ et $36^{\circ}34'30''$ de latitude Nord et entre $6^{\circ}24'18''$ et $6^{\circ}27'46''$ de longitude Est (Fig 8). Ce massif forestier se situe aux hauts piémonts de la commune de Hamala sur le versant de Djebel Sidi Driss, elle s'étend sur une superficie de 738.07 ha, son altitude est 1245 m au point le plus haut et son point le plus bas est à 965 m Le terrain de cette région se divise en trois zones représentatives des différentes formations géomorphologiques : matorral, colline, et forêt (**DGF, 2017**).Le climat de cette zone est subhumide, la température est basse d'automne au printemps.

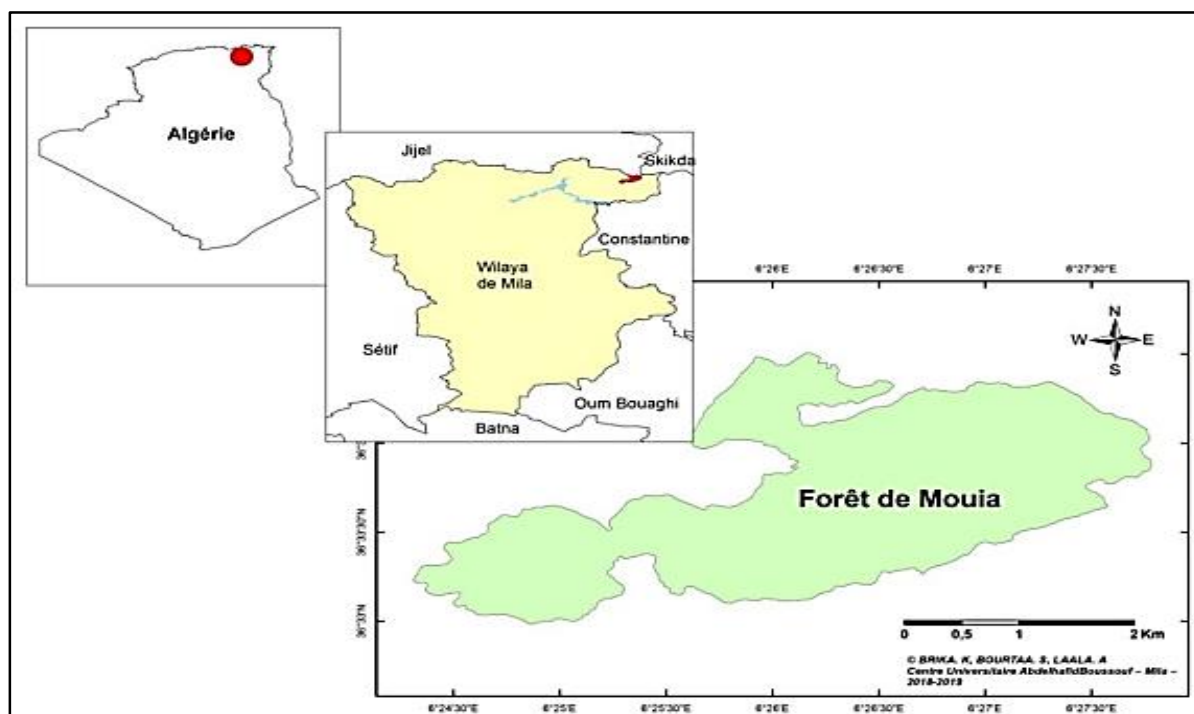


Figure 8 Localisation géographique de la zone d'étude

1.1.2. Le climat

Le facteur du milieu le plus important est certainement le climat. Il a une influence directe sur la faune et la flore. La forêt de Mouia est caractérisée par un climat subhumide et humide doux

Chapitre 2 MATERIELS ET METHODES

de type méditerranéen, son régime climatique dépend de deux paramètres principaux : la précipitation et la température. Elle est globalement caractérisée par : Une saison hivernale humide et pluvieuse s'étendant de Novembre à Avril. Et Une période estivale longue chaude et sèche allant de Mai à Octobre (Zouaidia, 2006).

1.1.3. La géologie

La forêt de Mouia est formée essentiellement de roches sédimentaires composées surtout de sédiments rigoureux (grès numidien) (B.N.E.F, 1994)

1.2. Echantillonnage et prélèvement

Pour notre étude, nous avons choisi les 4 espèces végétales spontanées, 3 espèces appartiennent à la famille des Astéracées, et une fougère. Les échantillons ont été récoltés au mois de Mars /Avril et mai 2024 au niveau de la forêt de « **Mouai** ». Pour l'étude anatomique nous avons récolté les différentes parties des plantes en plein stade de floraison (racine, tige, feuille et inflorescence). La détermination des espèces a été facilitée par l'utilisation des encyclopédies botaniques en ligne :

Conservation- nature

Tela Botanica

Et l'application PlantNet

1.2.1. Description botanique des espèces étudiées

I. Le Pissenlit (*Taraxacum officinale*)

Famille : Asteraceae

1. Autre nom commun : Français : Pissenlit officinal, Dent-de-lion, salade-de-taupe, pisse-au-lit Arabe: el-handaba

2. Systématique

Règne : Plantae

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Asterales

Famille : Asteraceae

Genre : Taraxacum

Espèce : *Taraxacum officinale* L.

Chapitre 2 MATERIELS ET METHODES

3. Description

Le pissenlit est une herbe vivace avec une puissante racine pivotante qui mesure en moyenne 15-30 cm de long et 2-3 cm de large. On peut toutefois trouver des racines de 60 à 100 cm. Elle est charnue et friable, de couleur brun foncé à l'extérieur et blanche et laiteuse à l'intérieur. Les racines peuvent régénérer la plante, même si la plante est coupée à ou sous la surface du sol. Les grandes feuilles (5-40 cm de long et 1-10 cm de large), longues, polies, lisses, vert clair à vert foncé, sont disposées en rosette à la base de la plante et sont profondément dentelées à la base. Les feuilles poussent à partir de l'extrémité supérieure de la racine, près du sol, et ont un court pétiole.

Fleurs ligulés : Situés en périphérie du capitule, ces fleurs sont zygomorphes avec une corolle en forme de languette (ligule).

Fleurs tubulés : Placés au centre, ces fleurs sont actinomorphes avec une corolle tubulaire.



Figure 9 *Taraxacum officinale* L., 1753 (Mouya, Hamala, Mila,Mars/ Avril 2024)

II. La Pâquerette annuelle (*Bellis annua*)

Famille : Asteraceae

1. **Autre nom commun** : Français: Pâquerette annuelle, Pâquerette, Pâquerette commun, Pâquerette des prés, Pâquerette iroquoise English: Annual daisy

Chapitre 2 MATERIELS ET METHODES

2. Systématique

Règne : Plantae

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Asterales

Famille : Asteraceae

Genre : *Bellis*

Espèce : *Bellis annua* L.

3. Description

La pâquerette annuelle est une plante ramifiée à la base, à tiges grêles et courtes (2-10cm), généralement peu feuillées, ascendantes à dressées, à poils apprimés. Racines très fines.

Feuilles: feuilles vert clair, à limbe spatulé, peu dentées, arrondies au sommet, poilues. Pétiole un peu élargi. Feuilles caulinaires oblancéolées, petites.

Fleurs: Fleurs hémiligulées et fertiles, à limbe étroit (L. 4-7 mm) blanc ou rosé à l'apex. Fruit: akènes sans aigrette de soies, longs de 1,5 mm, comprimés, étroitement obovales, à poils courts apprimés, brun pâle, à marges un peu épaissies.



Figure 9 *Bellis annua* L., 1753 (Mouya, Hamala, Mila,Mars/ Avril 2024)

Chapitre 2 MATERIELS ET METHODES

III. Le Souci de champ (*Calendula arvensis*)

Famille : Asteraceae

1. Autre nom commun : Français : le souci des champs ou souci sauvage Arabe: el-handaba

2. Systématique

Règne : Plantae

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Asterales

Famille : Asteraceae

Genre : *Calendula*

Espèce : *Calendula arvensis* L.

3. Description

Plante annuelle de 1-3 dm, dressée, ascendante ou diffuse, à rameaux étalés, pubescente feuilles caulinaires oblongues-lancéolées, lâchement dentées ou entières, sessiles et demi-embrassantes involucre à folioles presque égales, oblongues-lancéolées, acuminées, à bords étroitement scarieux.

Akènes extérieurs arqués, épineux sur le dos, les intérieurs roulés en anneau, lisses ou épineux.

Capitules assez grands, solitaires, terminant les rameaux.

Fleurs sont de couleur jaune-orangée. Espèce polymorphe dans la région méditerranéenne.



Figure 10 *Calendula arvensis* L., 1753 (Mouya, Hamala, Mila, Mars/ Avril 2024)

IV. Capillaire onoptéris (*Asplenium onopteris*)

Famille : Aspleniaceae

1. Autre nom commun : Doradille des ânes Capillaire noir (Français) ,Irish Spleenwort (Anglais)

2. Systématique

Règne : Plantae

Classe : Equistopsida

Ordre : Polypodiales

Famille : Aspleniaceae

Genre : Asplenium

Espèce : *Asplenium onopteris* L.

3. Description

Asplenium onopteris est une plante vivace de la famille des Aspleniacées (*Aspleniaceae*) aux frondes en touffe, de forme composée, découpée. Limbe vert foncé, épais, luisant, largement triangulaire dans son contour général et très finement découpé. Segments primaires inférieurs à pointe dirigée vers le sommet de la fronde, plus longs que les moyens, les secondaires nombreux et rapprochés, à lobes en coin, étroits ou larges, à dents aiguës.

Spores linéaires de couleur brune, rapprochés, plus proches de la nervure médiane que du bord. Elle fructifie d'août à décembre. Cette fougère de 10 à 40 cm de hauteur .



Figure 11 *Asplenium onopteris* L., 1753 (Mouya, Hamala, Mila, Mars 2024)

Chapitre 2 MATERIELS ET METHODES

1.3. Travaux sur terrain

Pour la réalisation de ce travail, nous avons récolté les espèces au début du mois de mars et une fois au mois d'avril et mai, dans le but de faire des coupes histologiques. On l'accueille à l'aide d'un ciseau, on l'a mis en suite dans du papier humide pour essayer de mieux conserver les tissus de la plante, on a utilisé aussi un appareil photo pour prendre des photos des espèces.

1.4. Travaux au laboratoire

1.4.1. Matériels et réactifs utilisés

1.4.1.1. Matériels

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

- Des verres de montre et boîtes de pétri;
- Des bécards ;
- Des lames (porte objets);
- Des lamelles (couvre objets);
- Une pince fine;
- Un tamis pour filtrer les coupes fines;
- Des lames de rasoir neuves;
- Un microscope optique à grossissement multiple;
- Appareil photo pour prendre des photos.

1.4.1.2. Produits utilisés

- L'hypochlorite de sodium (eau de javel) pour détruire le contenu cellulaire des épidermes ;
- Eau distillée (Pour le rinçage) ;
- Réactifs (Rouge congo et vert de méthyle) ;
- Fixateur (Acide acétique à 1%).

2. Méthode et techniques utilisées au laboratoire

2.1. Techniques de préparation des coupes

L'étude histologique et anatomique des organes végétaux se font à l'aide d'un microtome qui permette l'obtention des coupes minces facile l'observation par microscope optique, mais malheureusement n'est pas disponible au laboratoire, nous avons donc utilisé un rasoir et ça très bien marché.

Une série de coupes transversales effectuées à l'aide d'une lame de rasoir à main levée, au niveau de la racine, et de la tige différentes plantes prélevées, fournissent une vue d'ensemble sur la structure de l'organe, la position et l'importance respective des tissus. Elles sont placées ensuite

Chapitre 2 MATERIELS ET METHODES

dans des verres de montre contenant de l'eau distillée. Les plus fines sont alors sélectionnées pour la coloration.

• La double coloration des coupes :

On a utilisé les méthodes du double coloration, celle du Rouge Congo-Vert de méthyle.

Le but recherché par cette technique, est de mettre en évidence les deux types de tissus existants dans la structure histologique soit de la feuille soit de la tige soit de la racine des espèces prélevées. L'étude comparative de différentes coupes permet, sans aucun doute, d'élucider les stratégies adaptatives de ces espèces.

- Vert de méthyle permet de colorer les tissus lignifié ;
- Rouge Congo permet de colorer les tissus cellulosesiques.

• Technique

Avant le montage entre lame et lamelle, les coupes subissent préalablement les traitements suivants:

- Détruire le contenu cellulaire et blanchir les membranes par de l'eau de javel (10-15 minutes);
- Rinçage 2 à 3 fois à l'eau distillée pour éliminer l'eau de javel ;
- Passage dans de l'acide acétique (2-3 minutes) neutralise l'hypochlorite et permet la fixation des colorants (Travaille sous haute) ;
- Le traitement par la double coloration au Rouge Congo-vert de méthyle est effectué comme suit : On trempe ces coupes dans vert de méthyle, pendant 5 minutes pour colorer les tissus lignifiés ;
- On rince soigneusement les coupes avec l'eau distillée afin d'en éliminer l'excès du colorant. Le traitement par Rouge Congo est fait pendant 15 à 20 min.
- Par la suite, on rince soigneusement les coupes qui doivent rester dans de l'eau distillée, sinon elles se dessèchent rapidement.

2.2. Observation microscopique

2.2.1. Histologie

• Montage des coupes

On a choisi les coupes les plus fines, on a pris chacune délicatement à l'aide d'une pince, les mettre sur une lames, et on a déposé dessus une goutte d'eau ensuite a couvert avec une lamelle et on a passé à l'observation microscopique.

• Observation microscopique

Les coupes sont observées au microscope optique (**Optika**) sous différents grossissements,

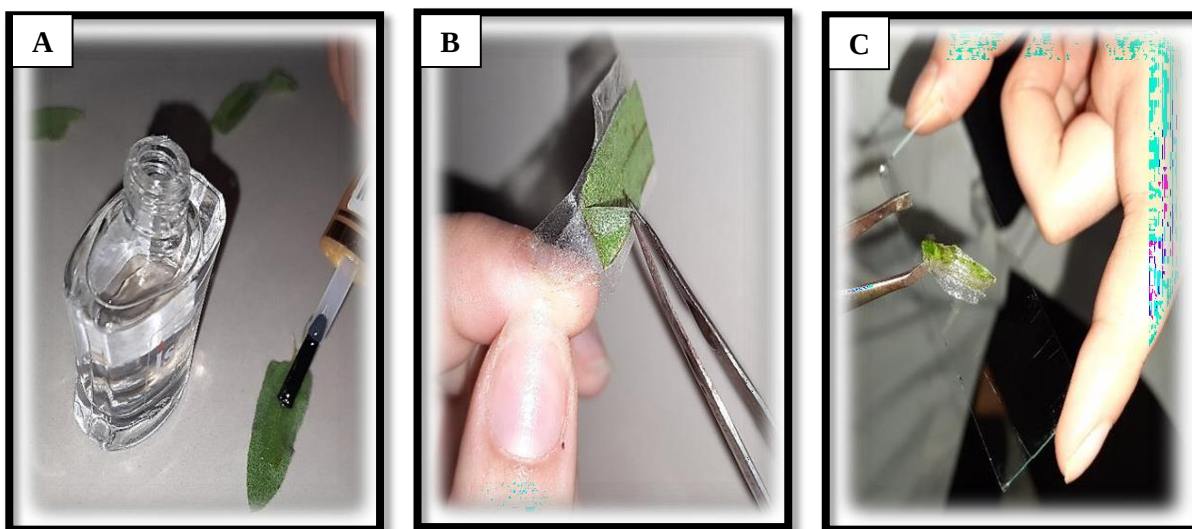
Chapitre 2 MATERIELS ET METHODES

selon le type de tissu ou la partie étudié. L'exploration de la préparation au faible grossissement permet de localiser les zones où l'épiderme. L'observation à des grossissements plus élevés permet d'identifier le tissu épidermiques et le mode d'agencement et la forme des cellules, épaissement leurs orientation, disposition, ainsi que la disposition des stomates, leurs structure densité localisation et répartition dans le tissu et aussi la morphologie des grains de pollen (**Slimani et al, 2013**).

Après l'observation microscopique des coupes anatomiques obtenues, on a pu déterminer les différents tissus, et à travers les résultats obtenus, on a pu constater une différence dans l'épaisseur des tissus des coupes histologiques, Densité des stomates et la morphologie des grains de pollen ainsi que la morphologie des sporange pour les espèces prélevées

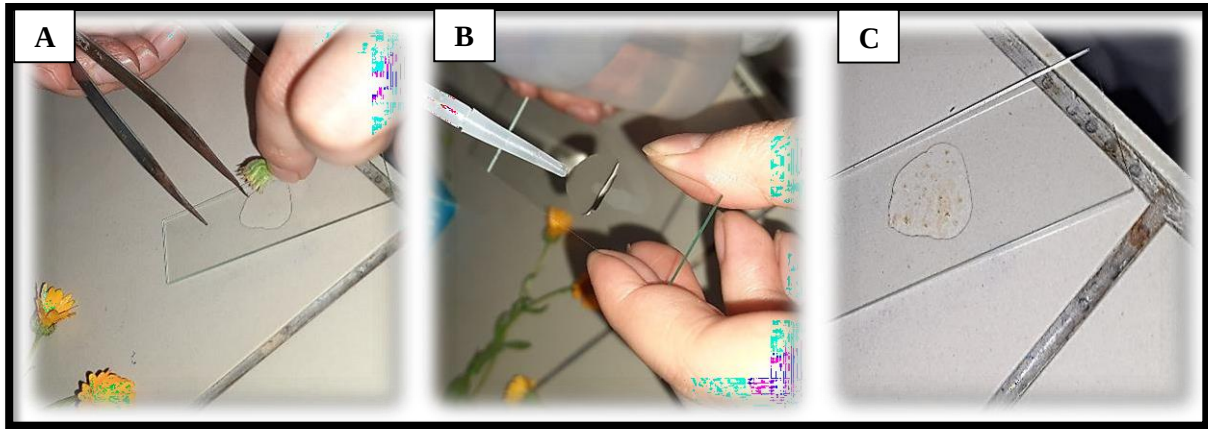
2.2.2. Empreinte de stomates

La face inférieure des feuilles fraîches récoltées est nettoyée avec un coton imbibé d'alcool. Une couche mince de vernis à ongle (**a**), de préférence de couleur transparente, est étalée à la surface de la feuille nettoyée (**a**), on laisse sécher le vernis. Cette couche de vernis est ensuite décollée à l'aide d'une bande adhésive transparente (ruban scotch) (**b**). On dépose le scotch sur une lame (**c**). Les types de stomates sont définis selon le mode d'agencement des cellules épidermiques et des cellules accessoires autour des cellules de gardes.



2.2.3. Palynologie

On monte à sec quelques grains de pollen entre lame et lamelle (**a**). On dépose ensuite une goutte d'eau au bord de la lamelle (**b**). Dès que l'eau entre en contact avec grains, celui-ci gonfle rapidement (**c**).



2.2.4. Observation des spores

On dépose sur la lame une goutte d'eau distillée, puis on prélève un peu de la spore avec une pointe d'aiguille, on a placé les spores en suspension dans la gouttelette d'eau distillé pour les gonfle, puis les recouvert avec une lamelle.

CHAPITRE 3
RESULTATS ET
DISCUSSION

I. Remarque

L'étude anatomique des racines, des tiges, et des feuilles fraîches, ainsi que la morphologie des grains de pollen de plusieurs espèces appartenant à différentes familles, a été réalisée à main levée.

Les résultats montrent une différence nette entre les différentes parties.

1. Familles des Astéracées

1.1. Description et comparaison intraspécifique

1.1.1. Le souci (*Calendula arvensis* L.)

• Histologie

a) La racine

La coupe transversale des racines de *Calendula arvensis* L, observée dans les échantillons 1 à 5, révèle une similitude dans les types de tissus présents. On y distingue deux régions principales : Le cylindre cortical est constitué d'un épiderme et d'un parenchyme cortical tandis que le cylindre central est composé de tissus vasculaires, et d'un parenchyme médullaire (ou moelle).

L'épiderme de la racine du *Calendula arvensis* L, pour les cinq échantillons, est formé d'une seule rangée de petites cellules compactes, sans espaces intercellulaires.

Le cortex racinaire ou cylindre cortical, dans ces cinq échantillons, est constitué de 5 à 12 rangées de petites cellules parenchymateuses. La dernière couche de cellules du parenchyme cortical, épaissie, forme une barrière appelée endoderme.

Le cylindre central, englobe les tissus conducteurs (xylème et phloème) ainsi que la moelle. Le système vasculaire des cinq échantillons est caractérisé par un xylème qui occupe la majorité de l'espace dans la racine, tandis que le phloème est disposé en quelques couches autour du xylème.

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

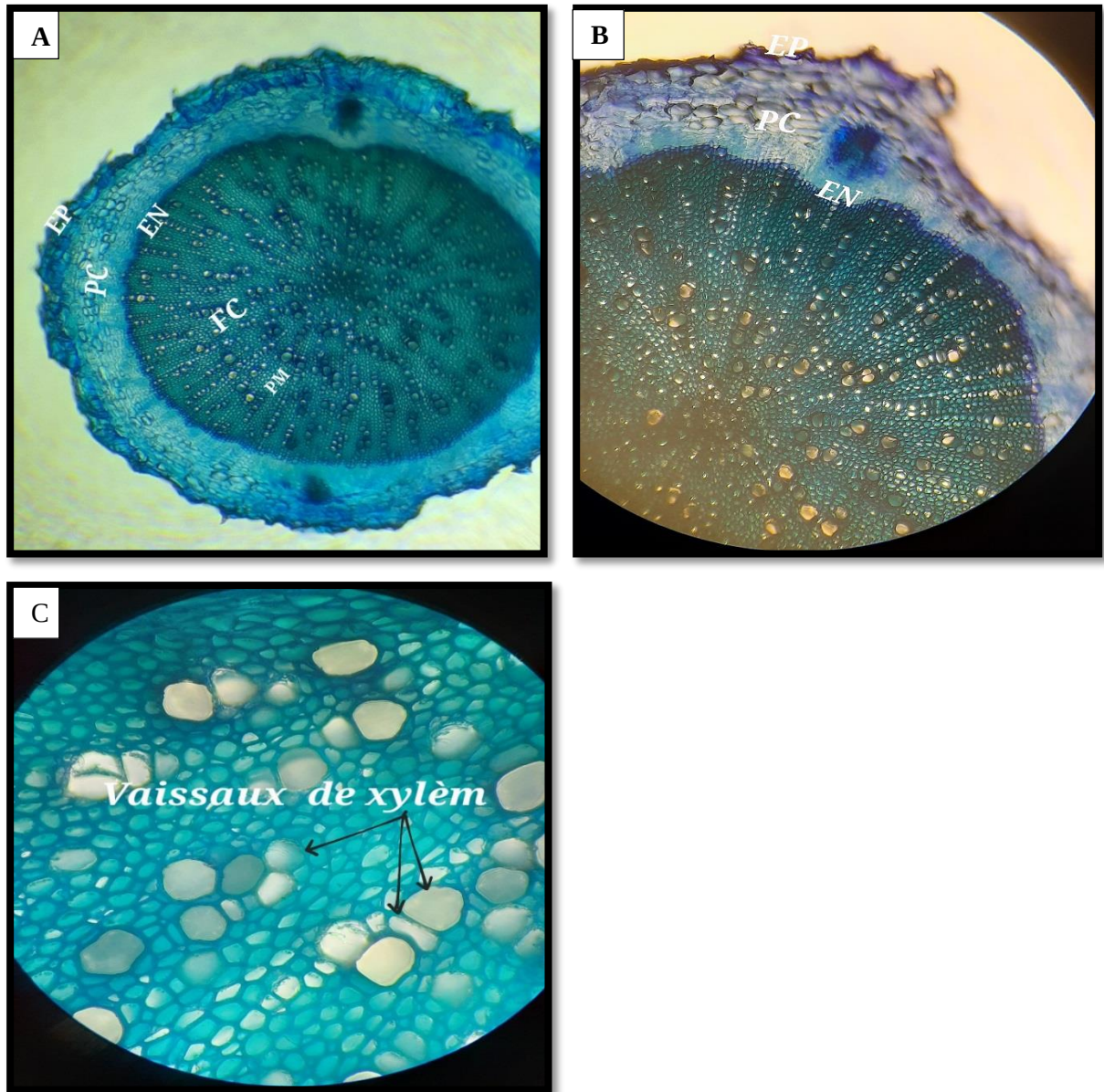


Figure 12 Coupe transversale au niveau de la racine de *Calendula arvensis* L. (Ech1)

A : vue générale (10X), B : Partie de la coupe (40X), C : Parenchyme médullaire (100X),

EP:Epiderme, PC : Parenchyme cortical, EN : Endoderme, FC : Faisceaux conducteurs, PH: Phloème, XY : Xylème.

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

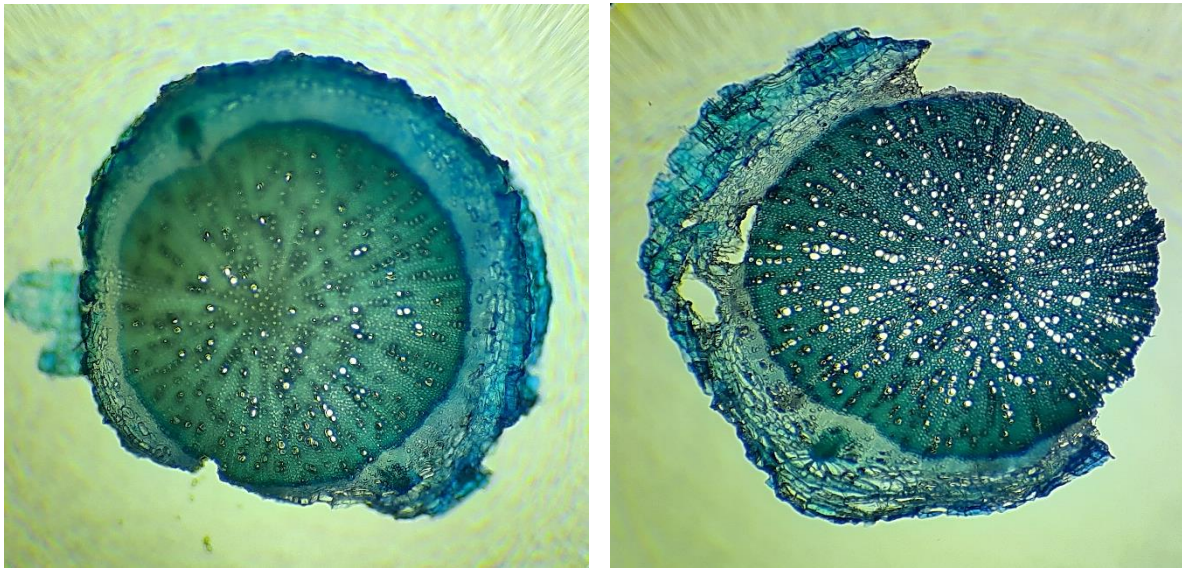


Figure 13 Coupe transversale au niveau de la racine de *Calendula arvensis* L. (Ech 2 et 3)

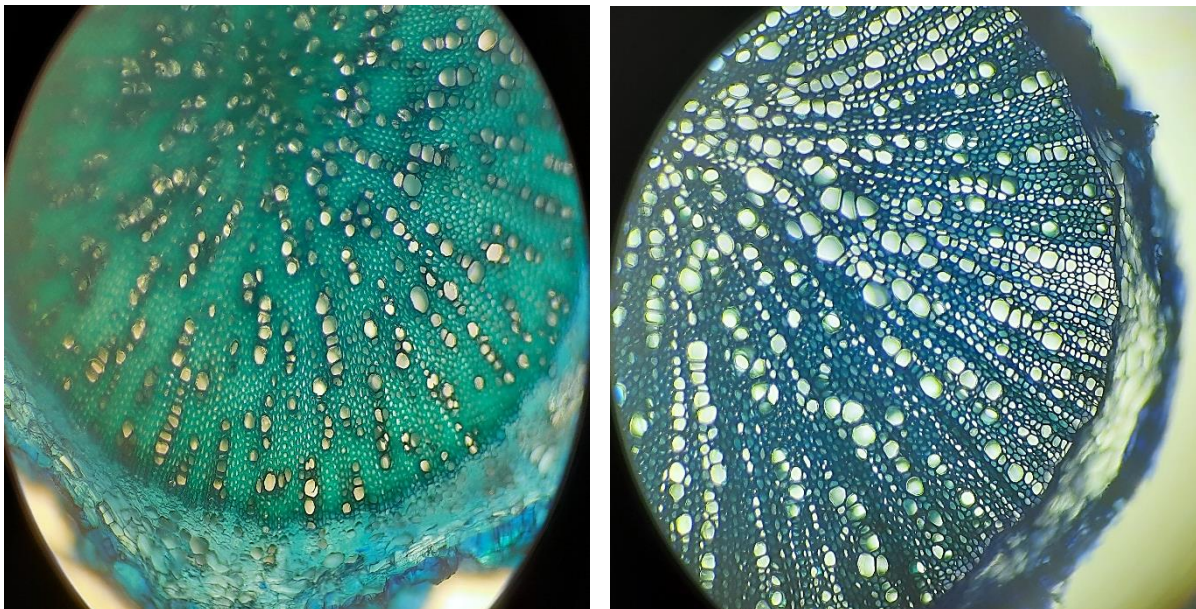


Figure 14 Coupe transversale au niveau de la racine de *Calendula arvensis* L. (Ech 4 et 5)

b) La tige

L'étude histologique de tige de *Calendula arvensis* des cinq différents échantillons, montre que les tiges sont différenciées en 4 zones selon la couleur et la forme des cellules, on observe de l'extérieur vers l'intérieur:

L'épiderme contient légèrement 1 à 2 rangées des petites cellules. Au-dessous de l'épiderme, se trouve le collenchyme formé d'environ 4 à 8 assises des cellules parenchymateuses corticales, petites et moins organisées.

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

Les faisceaux conducteurs sont déposés sur un seul cercle, regroupant des structures élémentaires, le xylème vers le centre de la tige et le phloème vers l'extérieur, ils sont de petite taille et de nombre réduit de 15 à 16.

Dans le centre de la tige se trouve la moelle ou le parenchyme médullaire formé de plusieurs couches de grosse cellules qui possèdent entre eux des méats et occupe la plus grande surface de la tige.

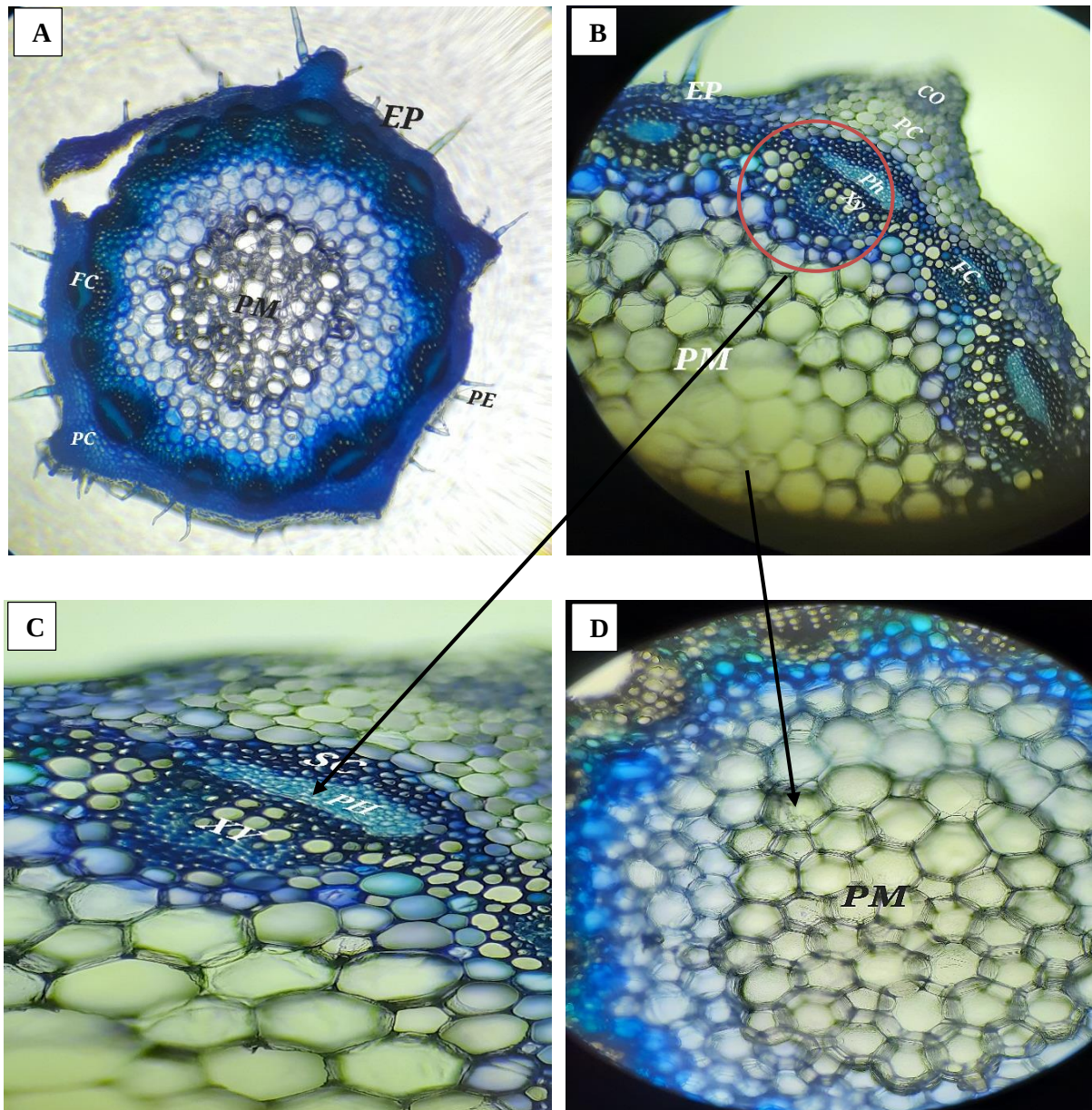


Figure 15 Coupe transversale au niveau de la tige de *Calendula arvensis* L.(Ech 1)

A : vue générale (10X), B : Partie de la coupe (40X), C : Faisceaux conducteurs (100X),

D : Parenchyme médullaire (100X), EP : Epiderme, PE: Poils épidermiques, CO : Collenchyme,

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

PC Parenchyme cortical, FC: Faisceaux conducteurs, SC : Sclérenchyme, PH : Phloème, XY: Xylème, PM : Parenchyme médullaire.

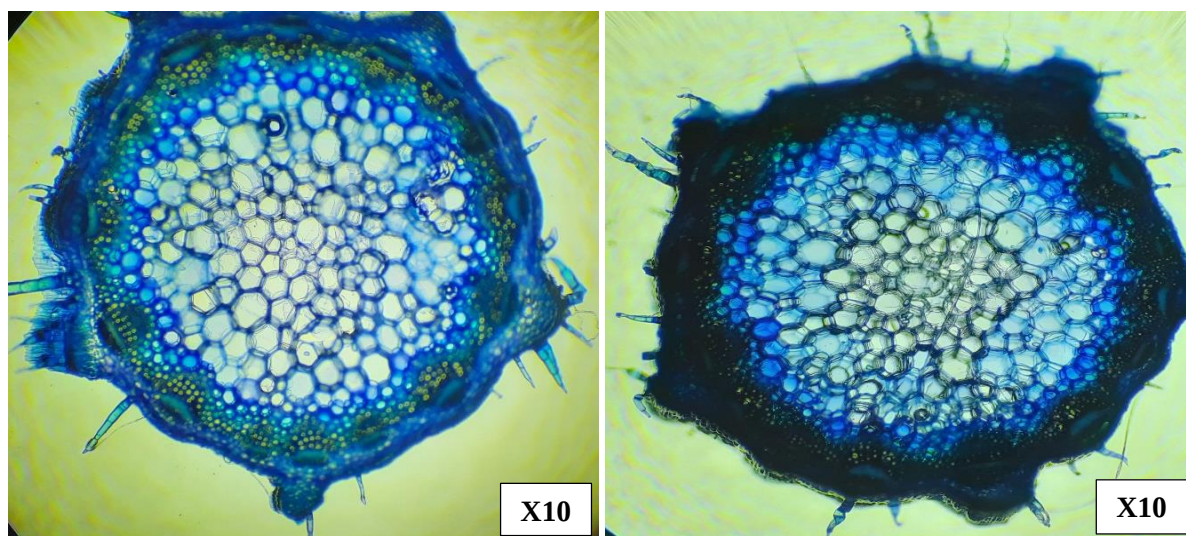


Figure 16 Coupe transversale au niveau de la tige de *Calendula arvensis* L.(Ech 2 et 3)

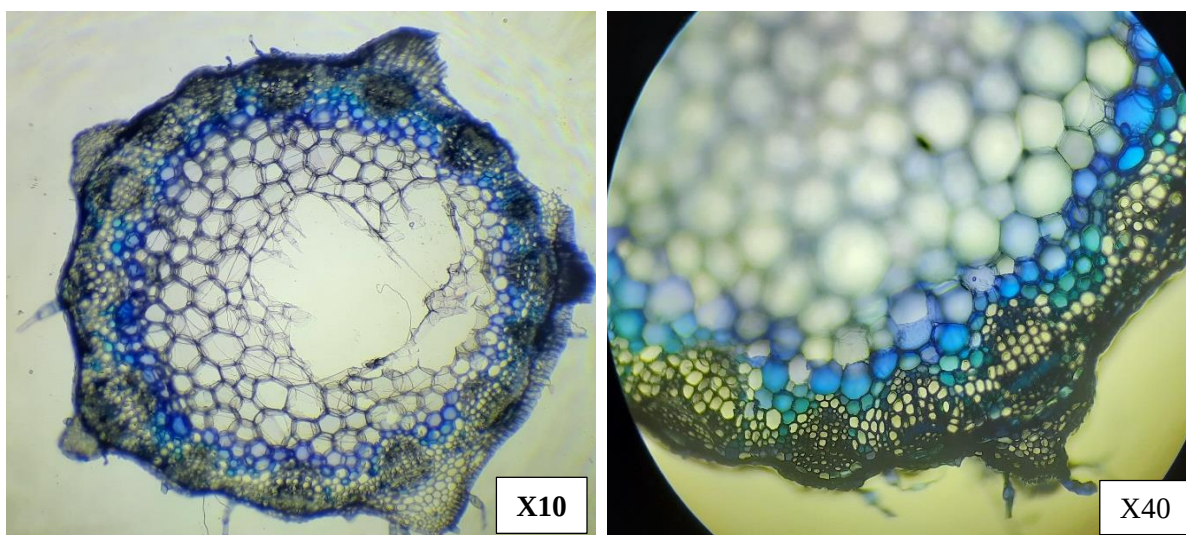


Figure 17 Coupe transversale au niveau de la tige de *Calendula arvensis* L.(Ech 4et 5)

- **Observation des Stomates**

Pour *Calendula arvensis*, l’empreinte des stomates de l’épiderme foliaire montre que la structure de l’épiderme des cinq échantillons est constituée par des cellules de forme différente (polygonale et rectangulaire), en disposition irrégulier avec de périmètre moyenne.

Comme les photos illustrent les stomates sont de type anomocytic, de taille moyenne, avec une densité moyenne.

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

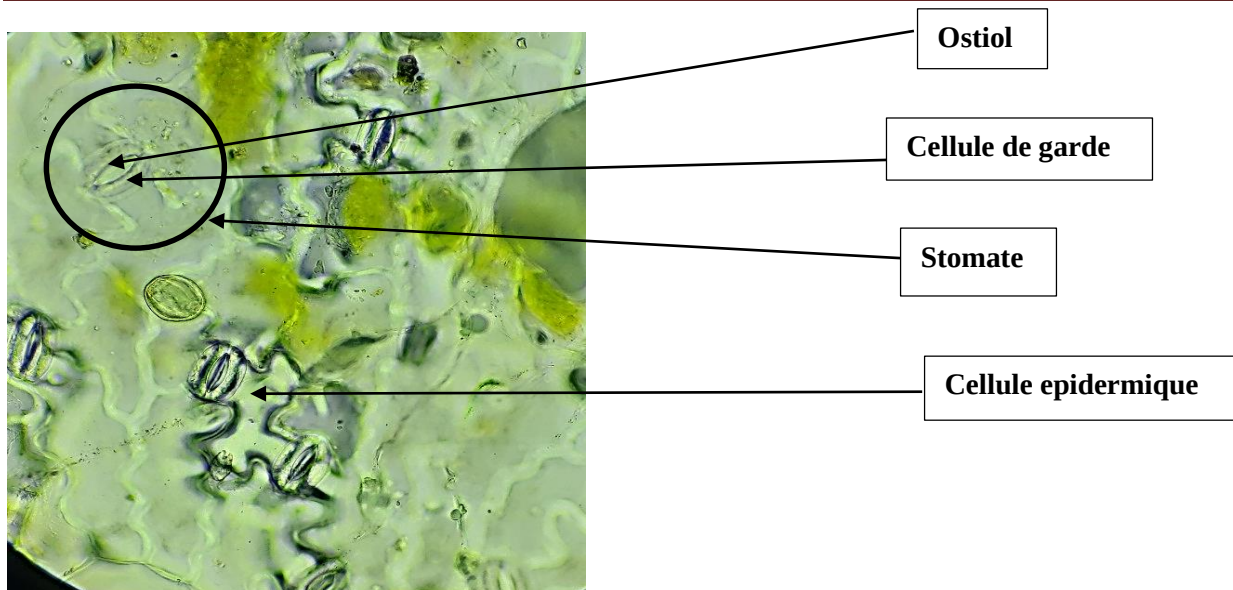


Figure 18 Les stomates *Calendula arvensis* L. (Echantillon 1)

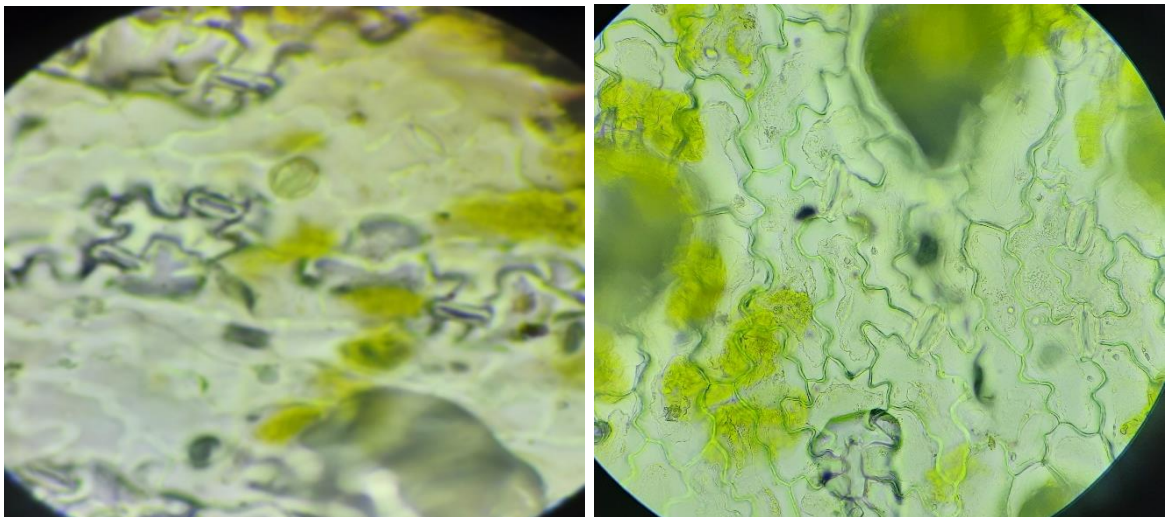


Figure 19 Les stomates *Calendula arvensis* L (Echantillon 2 et 3)

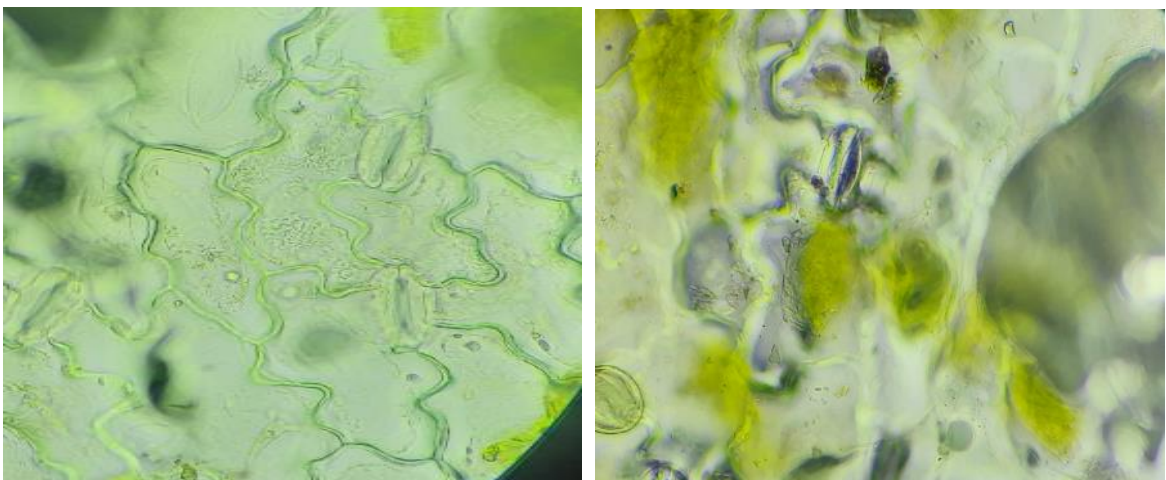


Figure 20 Figure Les stomates *Calendula arvensis* L (Echantillon 4 et 5)

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

- **Palynologie**

Après une observation microscopique des cinq échantillons de *Calendula arvensis* L., on constate une similitude en termes de taille, de forme, de texture de surface et de nombre d'ouvertures.

Il est notable que les grains de pollen de *Calendula arvensis* L sont de taille moyenne, avec une forme sphérique ou légèrement triangulaire en vue polaire, et une couleur jaune. Ils présentent trois ouvertures (apertures), caractéristiques du type tricolporé avec 3 sillons et 3 pores, ou tricolpé avec 3 pores. La texture de surface de l'exine (paroi externe) est échinée, indiquant qu'elle est recouverte de petites épines.

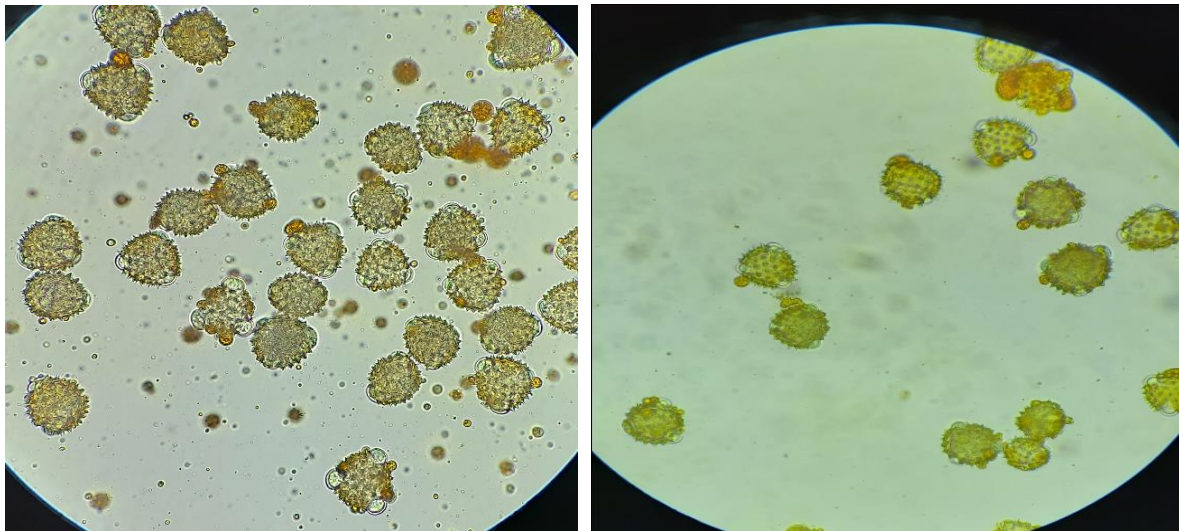


Figure 21 Les grains de pollen de *Calendula arvensis* L. (Ech 1 et 2)

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

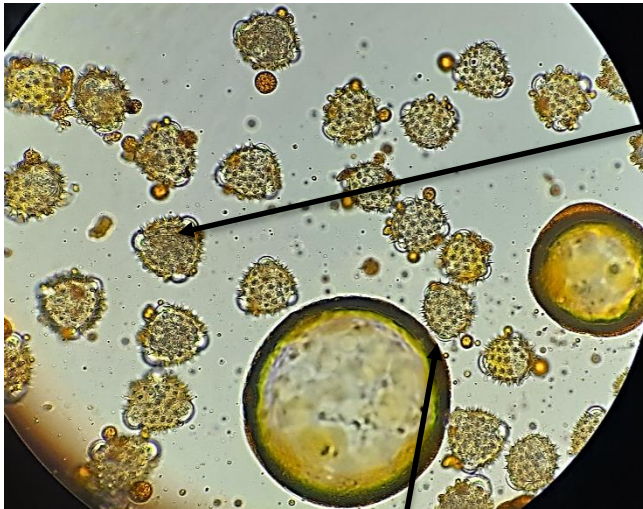


Figure 22 Grains de pollen de *Calendula arvensis* L.(Ech 3)



Figure 23 Pollen de la forme triangulaire

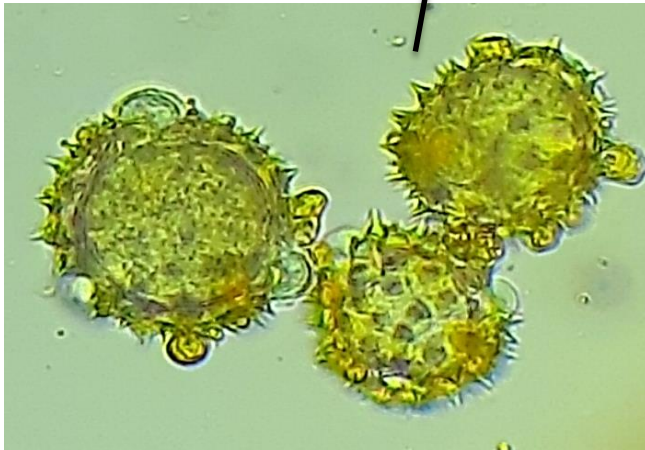


Figure 24 Pollen de la forme sphérique

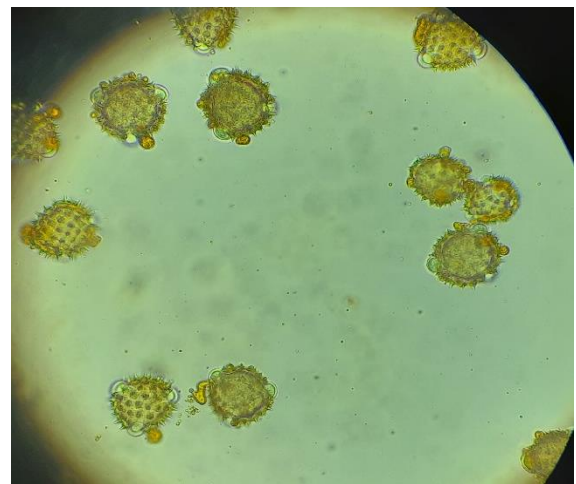


Figure 25 Les grains de pollen de *Calendula arvensis* L.(Echantillon 4 et 5)

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

1.1.2. Le pissenlit (*Taraxacum officinal L.*)

- Histologie

a) La racine

La coupe transversale des racines de *Taraxacum officinale* dans les cinq échantillons révèle une similarité en termes de composition tissulaire, montrant deux structures principales : le cylindre cortical et le cylindre central. Le cylindre cortical est constitué d'un épiderme, d'un parenchyme cortical, alors que le cylindre central est composé de tissus vasculaires et d'un parenchyme médullaire (moelle).

L'épiderme des racines de *Taraxacum officinale*, dans les cinq échantillons, est composé de deux à trois rangées de petites cellules compactes, sans espaces intercellulaires.

Le cortex racinaire ou cylindre cortical, qui occupe la majeure partie de la racine, présente des variations : dans l'échantillon 1, 2, et 3, il comprend environ 15 à 17 rangées de cellules parenchymateuses, tandis que dans les échantillons 4 et 5, il en contient 25 à 29. La dernière couche de cellules du parenchyme cortical forme l'endoderme, agissant comme une barrière dans les cinq échantillons.

Le cylindre central, est constitué de tissus conducteurs (xylème et phloème) et de la moelle. Le système vasculaire, dans les cinq échantillons, est composé de xylème entouré de quelques couches de phloème.

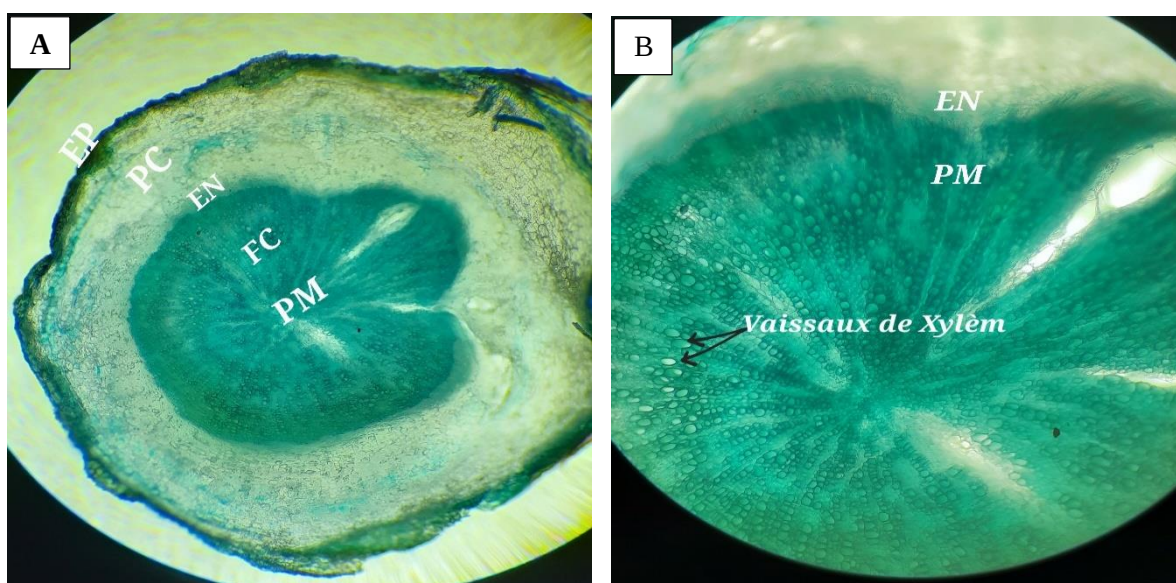


Figure 26 Coupe transversale au niveau de la racine de *Taraxacum officinale L.* (Ech1)

A : vue générale (10X), B : Partie de la coupe (40X), EP : Epiderme, PC : Parenchyme cortical, EN : Endoderme, FC : Faisceaux conducteurs, PH : Phloème, XY : Xylème.

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

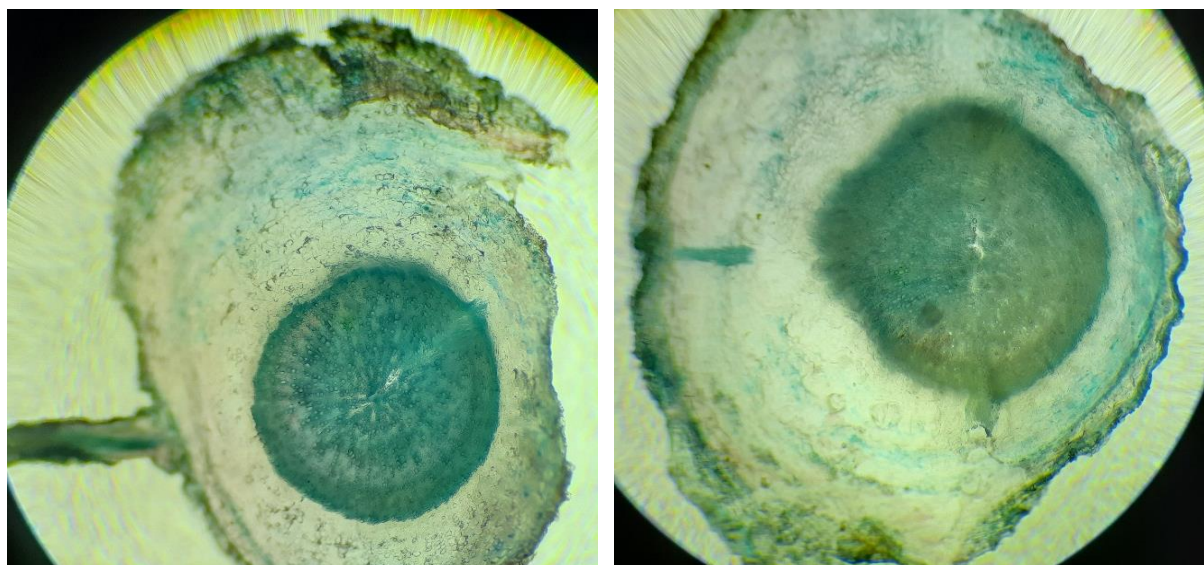


Figure 27 Coupe transversale au niveau de la racine de *Taraxacum officinale* L., (Ech 2 et 3)

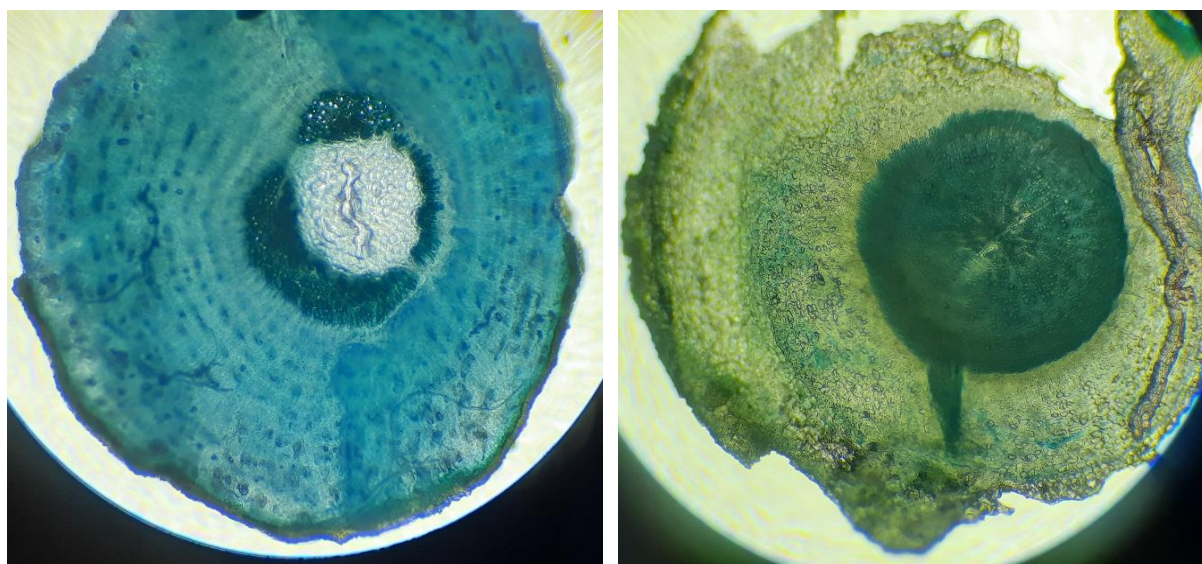


Figure 28 Coupe transversale au niveau de la racine de *Taraxacum officinale* L., (Ech 4et 5)

b) La tige

L'étude histologique des tiges de *Taraxacum officinale* dans les échantillons 1, 2, 3, 4 et 5 montre que les tiges se différencient en quatre zones selon la couleur et la forme des cellules. De l'extérieur vers l'intérieur, on observe :

L'épiderme est constitué de 1 à 2 rangées de petites cellules, tandis que les échantillons 4 et 5 présentent également des poils épidermiques.

Le collenchyme, situé sous l'épiderme, est composé d'environ 3 à 5 couches de cellules parenchymateuses corticales, caractérisées par leur petite taille et leur organisation moins structurée.

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

Les faisceaux conducteurs sont disposés en un seul cercle, regroupant des structures élémentaires avec le xylème vers le centre de la tige et le phloème vers l'extérieur. Le nombre de faisceaux varie d'un échantillon à l'autre : les échantillons 1, 2 et 3 en contiennent 15 à 16 de grande taille, tandis que les échantillons 4 et 5 en contiennent 17 à 18, plus petits.

Au centre de la tige se trouve la moelle ou parenchyme médullaire, formée de plusieurs couches de grandes cellules avec des espaces intercellulaires, occupant la plus grande surface de la tige.

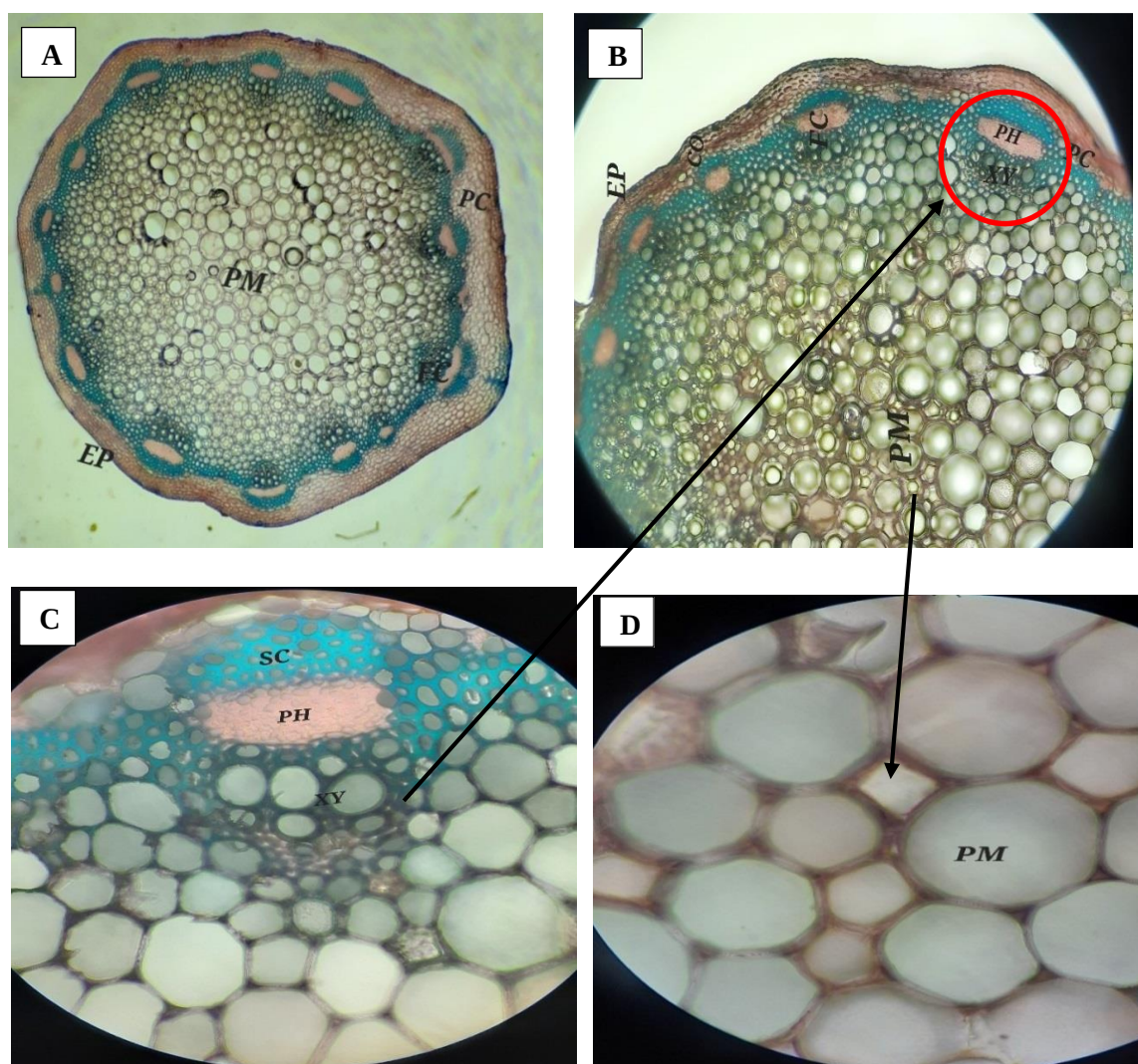


Figure 29 Coupe transversale au niveau de la tige de *Taraxacum officinale* (Ech 1)

A : vue générale (10X), B : Partie de la coupe (40X), C : Faisceaux conducteurs (100X), D: Parenchyme médullaire (100X), EP : Epiderme, CO : Collenchyme, PC : Parenchyme cortical, FC : Faisceaux conducteurs, SC : Sclérenchyme, PH : Phloème, XY : Xylème, PM: Parenchyme médullaire.

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

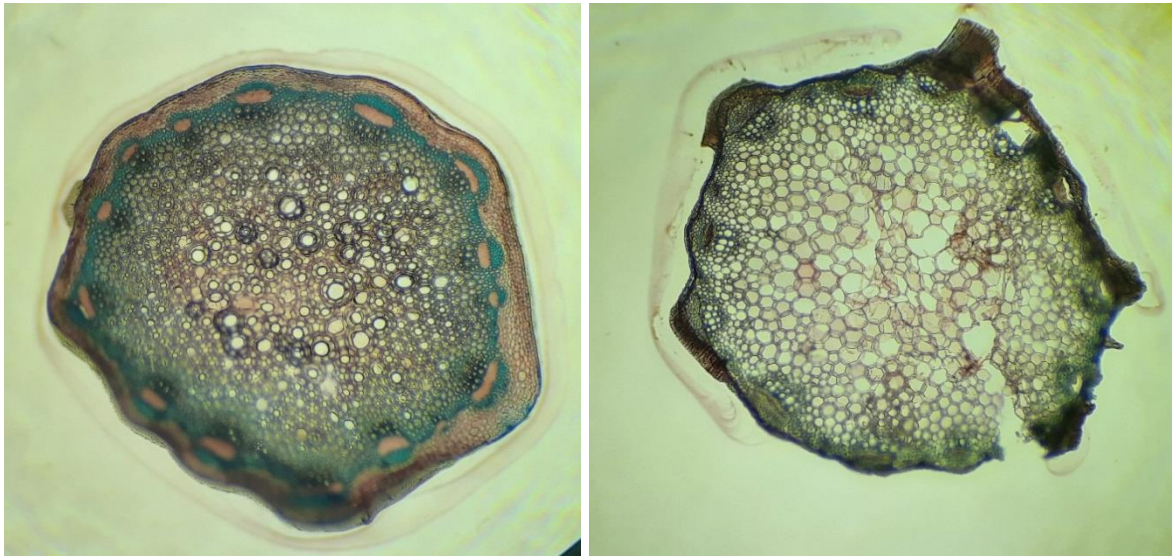


Figure 30 Coupe transversale au niveau de la tige de *Taraxacum officinale* L. (Ech 2 et 3)

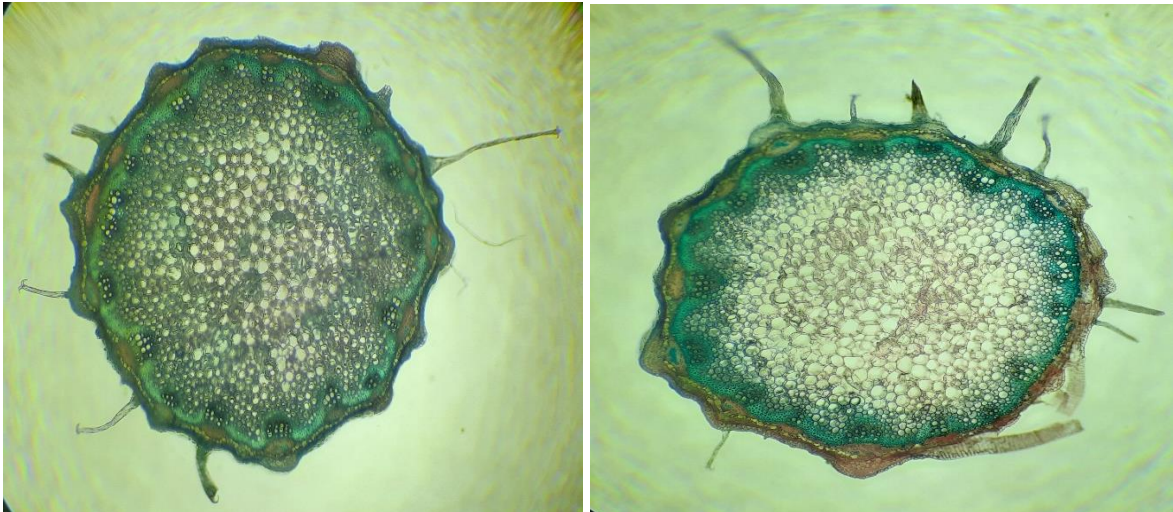


Figure 31 Coupe transversale au niveau de la tige de *Taraxacum officinale* L. (Ech 4 et 5)

- Observation des stomates

L'observation des stomates de l'épiderme foliaire de l'espèce *Taraxacum officinale* révèle, pour les cinq échantillons, la présence des cellules de forme rectangulaire et irrégulière. Les photographies illustrent que les échantillons 1 et 2 présentent des stomates anomocytic de petite taille, avec une densité peu forte. En revanche, les échantillons 3, 4 et 5 montrent des stomates anomocytic et de taille moyenne.

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

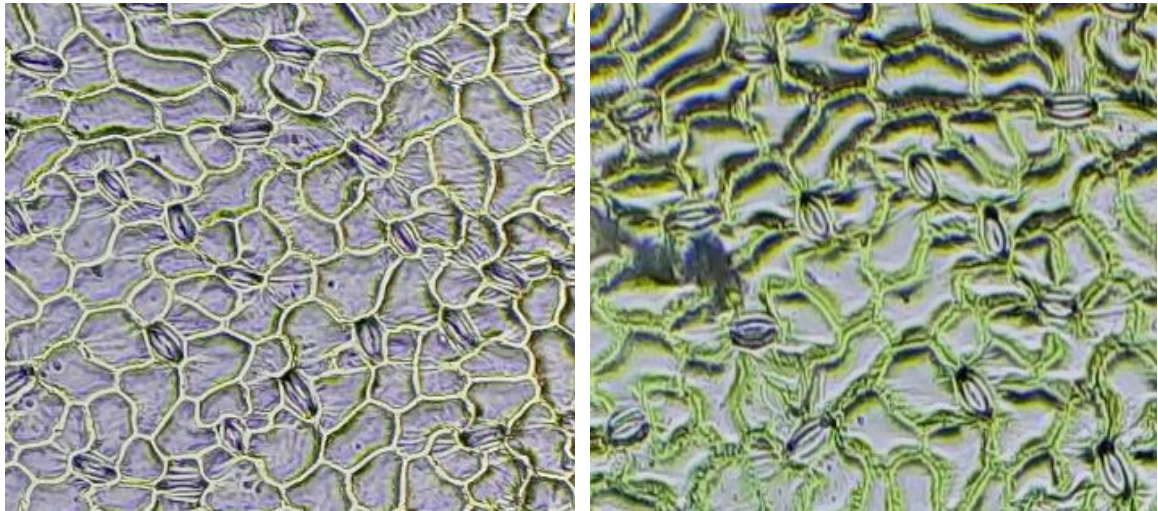


Figure 32 Les stomates de *Taraxacum officinal* (Echantillon 1 et 2)

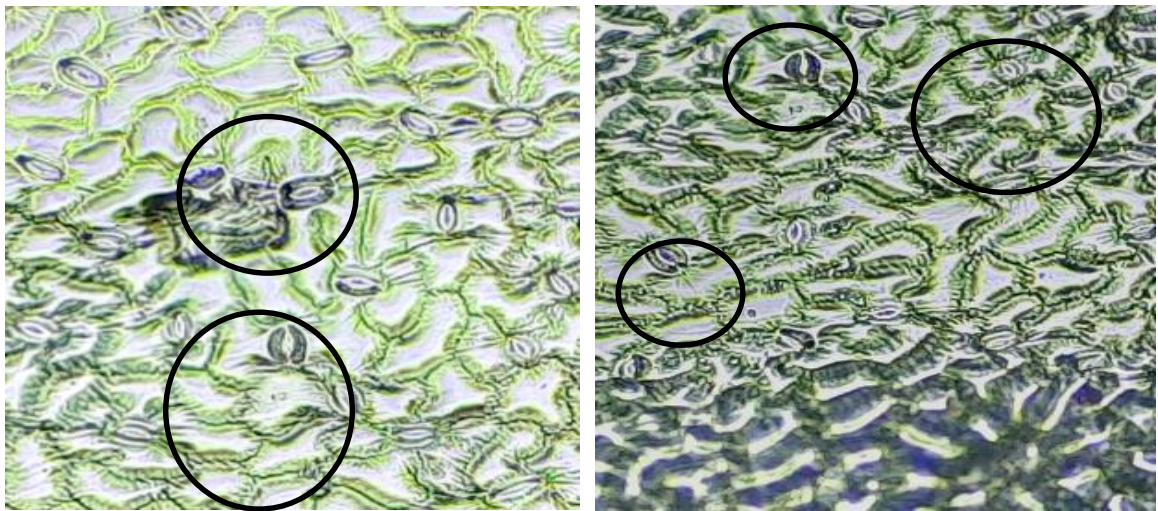


Figure 33 Les stomates de *Taraxacum officinal* (Echantillon 3 et 4)

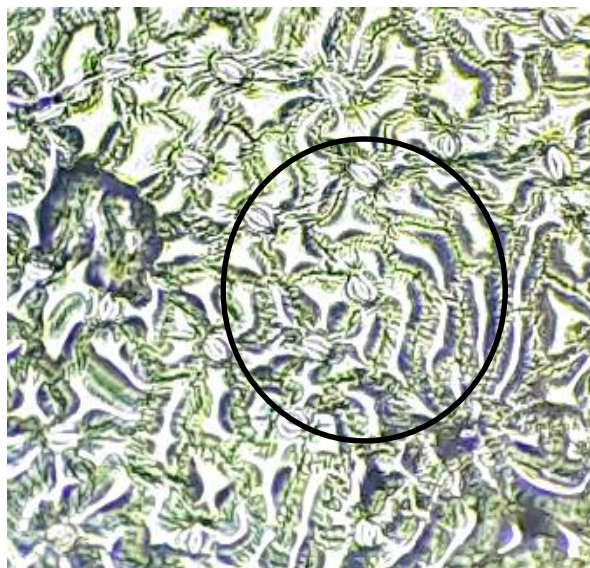


Figure 34 Les stomate de *Taraxacum officinal* (Echantillon 5)

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

L'observation microscopique des cinq échantillons de *Taraxacum officinale* révèle une similitude dans la taille, la forme, la texture de surface et le nombre d'ouvertures. Les caractéristiques observées sont les suivantes :

Les grains de pollen du pissenlit sont de taille moyenne, de forme sphérique et généralement jaune. Ils possèdent trois ouvertures, correspondant au type tricolpé avec trois pores. Leur texture de surface est lisse à faiblement réticulée, avec un réticulum peu développé.

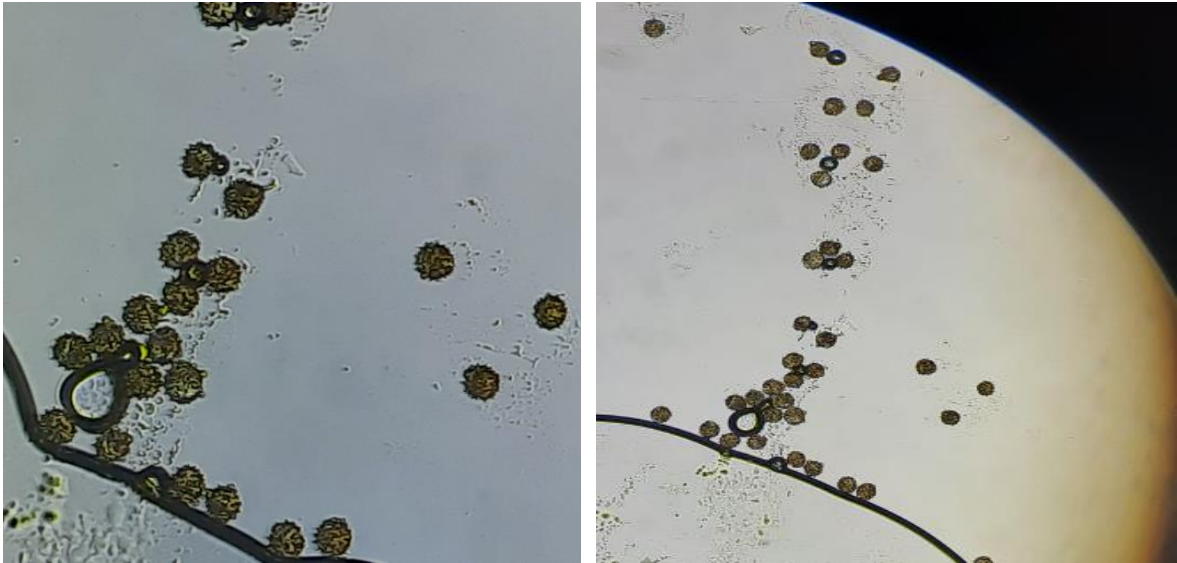


Figure 35 Les grains de pollen de *Taraxacum officinale* (Echantillon 1et 2)

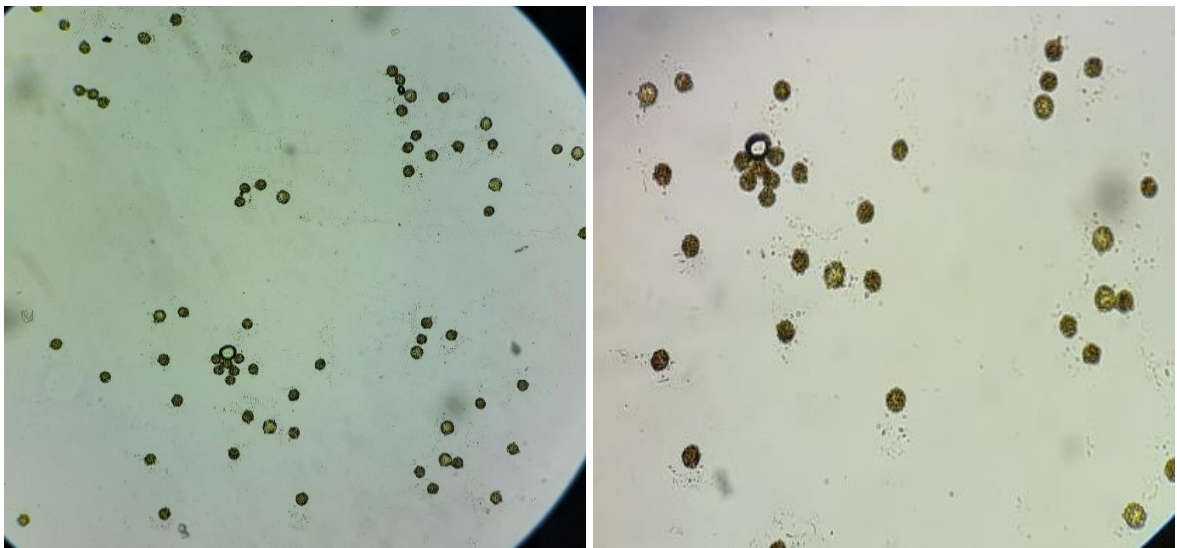


Figure 36 Les grains de pollen de *Taraxacum officinale* (Echantillon 3et 4)



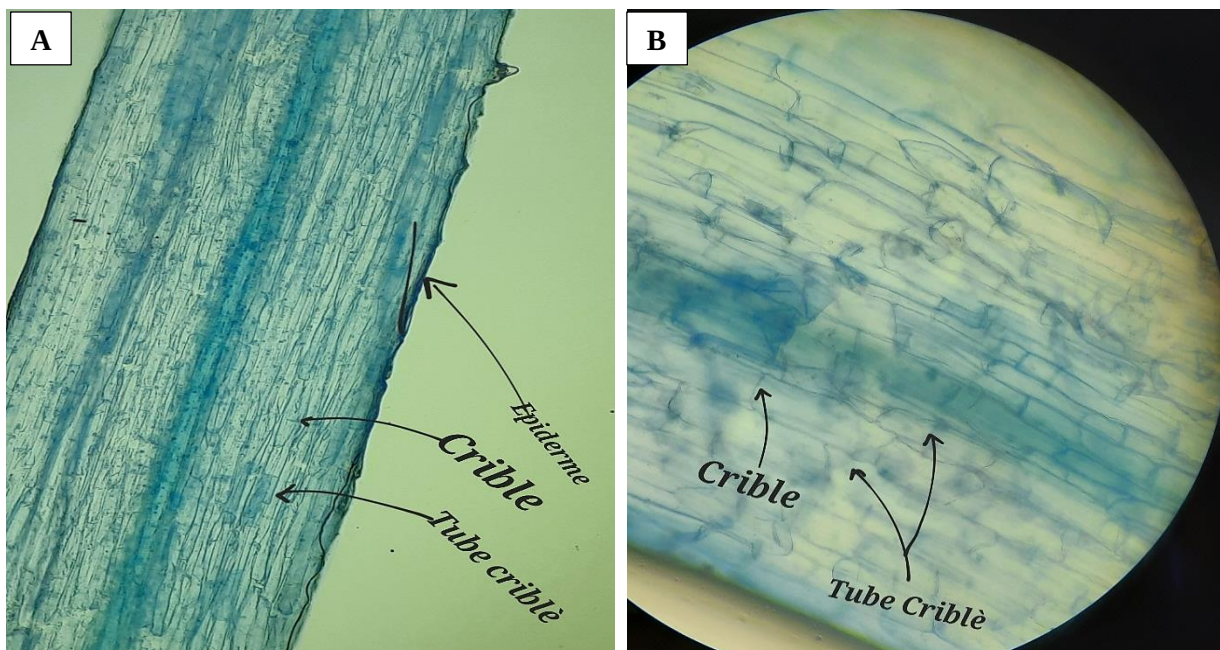
Figure 37 Les grains de pollen de *Taraxacum officinal* (Echantillon 5)

1.1.3. La pâquerette (*Bellis annua*)

- Histologie

a) La racine

En raison de la petite taille des racines de *Bellis annua*, nous n'avons pas pu réaliser une coupe transversale. Nous avons donc effectué une coupe longitudinale, qui nous a permis d'observer dans les cinq échantillons des cellules allongées disposées en rangées, correspondant aux trachéides du xylème. De plus, nous avons remarqué la présence d'un épiderme mince.



CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

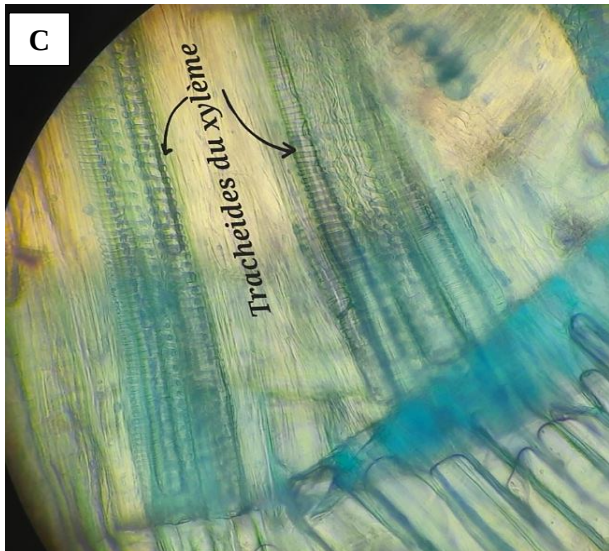


Figure 38 Observation microscopique d'une coupe longitudinale du racine de *Bellis annua* L(Ech1)

A : vue générale (10X), B : Partie de la coupe (40X), C : Faisceaux conducteurs (100X).

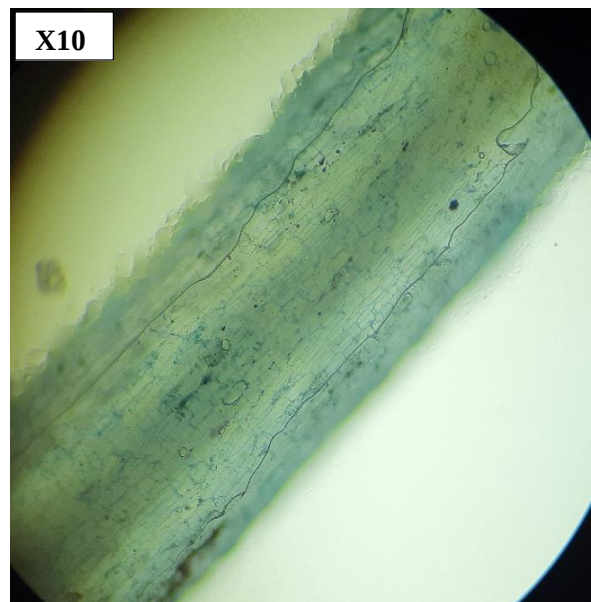
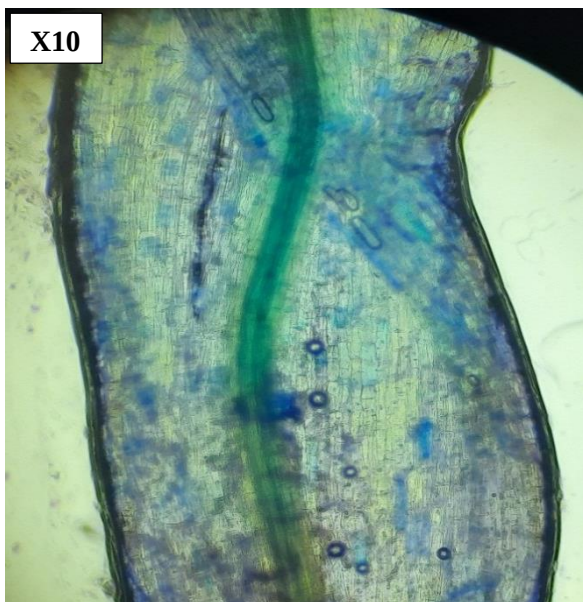


Figure 39 Observation microscopique d'une coupe longitudinale du racine de *Bellis annua* L(Ech2 ,3)

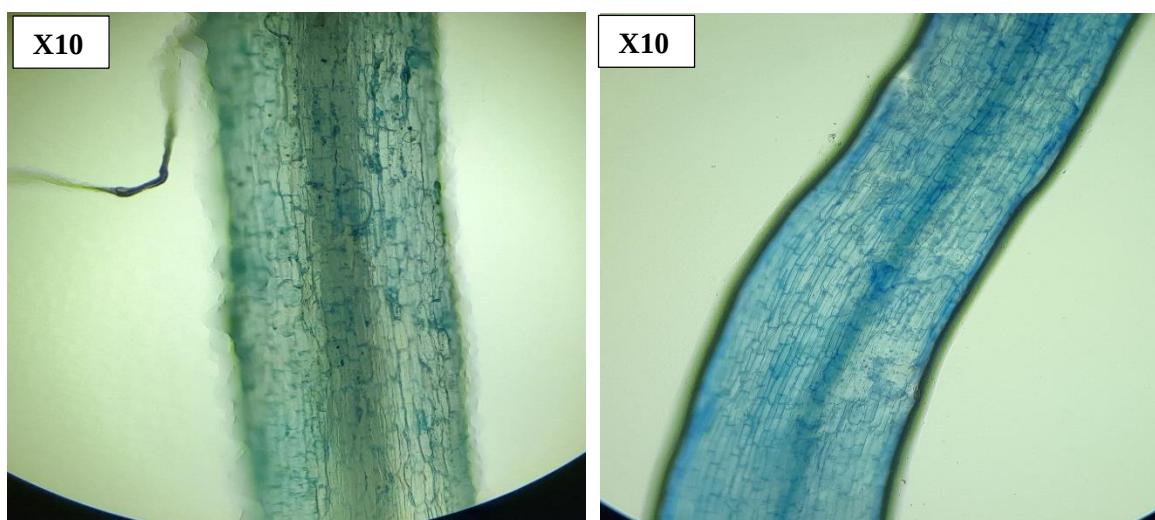


Figure 40 Observation microscopique d'une coupe longitudinale du racine de *Bellis annua* L(Ech4 ,5)

b) La tige

En coupe transversale, la tige de *Bellis annua* chez les cinq échantillons présente une organisation symétrique autour d'un axe central, avec un centre creux occupé par une grande lacune.

En allant de l'extérieur vers l'intérieur, on distingue successivement:

L'épiderme, qui constitué d'une seule assise de cellules, dépourvu de cuticule visible. Un parenchyme cortical à méats peu développé, formé de cellules arrondies séparées par des vides, puis un cycle unique de faisceaux libéro-ligneux, distribués dans un parenchyme médullaire constitué de cellules qui augmentent de taille vers l'intérieur.

En l'absence d'endoderme et de péricycle bien individualisé, le cylindre central, plus imposant que la zone corticale, n'apparaît pas.

Au niveau des faisceaux libéro-ligneux, on note une alternance entre de gros faisceaux (qui servent à la vascularisation de la tige) et de petits faisceaux, qui sont des traces foliaires, assurant la vascularisation des feuilles.

Les 5 échantillons contiennent 14 à 22 faisceaux conducteurs. Chaque faisceau cribro-vasculaire comprend du xylème et du phloème primaire superposés:

Le xylème, différencié de manière centrifuge (pôle endarche).

Le phloème, différencié de manière centripète (pôle exarche).

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

Un petit îlot de sclérenchyme lignifié, entouré de parenchyme lignifié, surmonte chaque faisceau vasculaire.

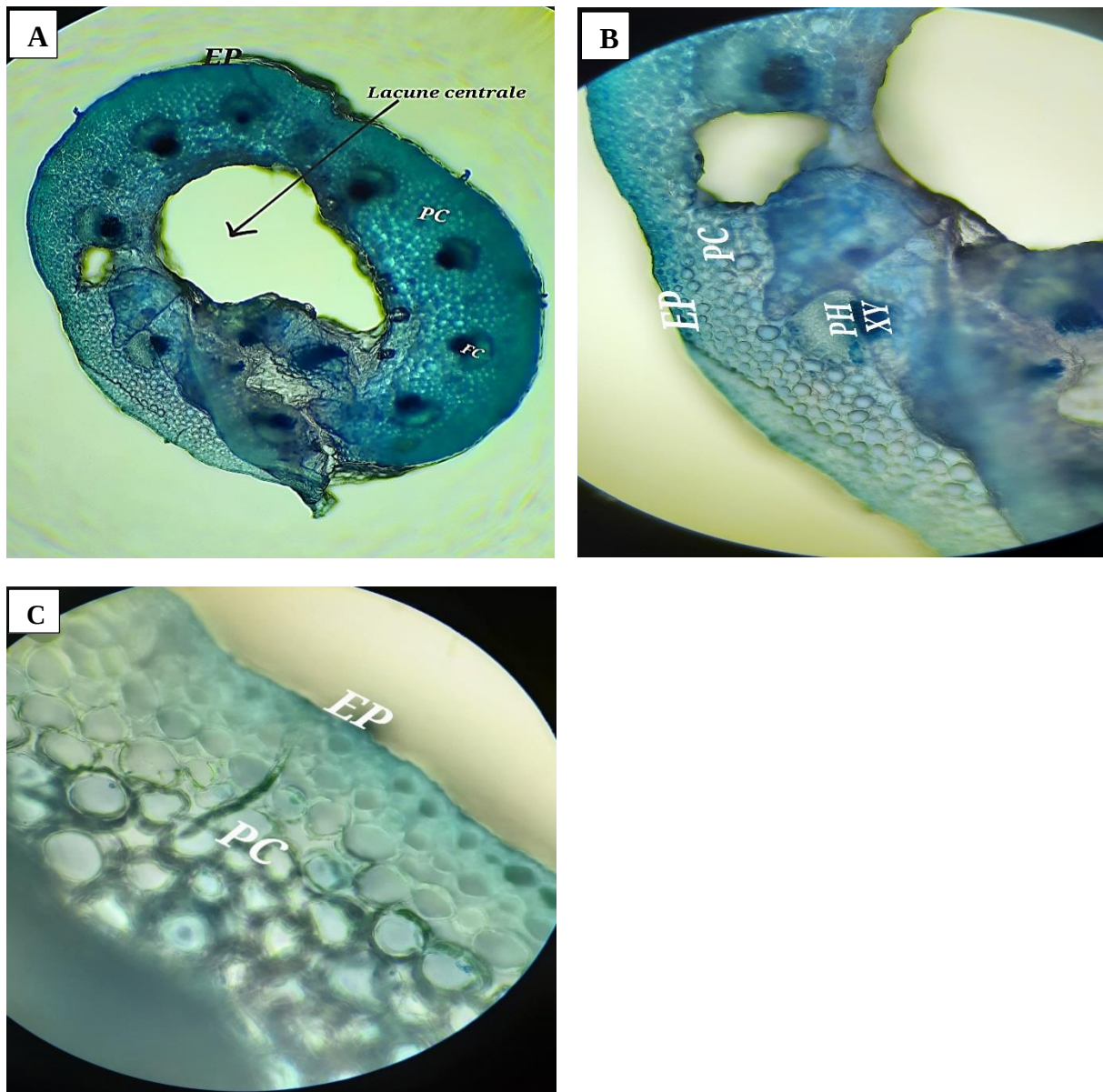


Figure 41 Coupe transversale au niveau de la tige de *Bellis annua* (Ech 1)

A : vue générale (10X), B : Partie de la coupe (40X), C : Parenchyme cortical (100X),

EP : Epiderme, CO : Collenchyme, PC : Parenchyme cortical, FC : Faisceaux conducteurs,

PH : Phloème, XY : Xylème.

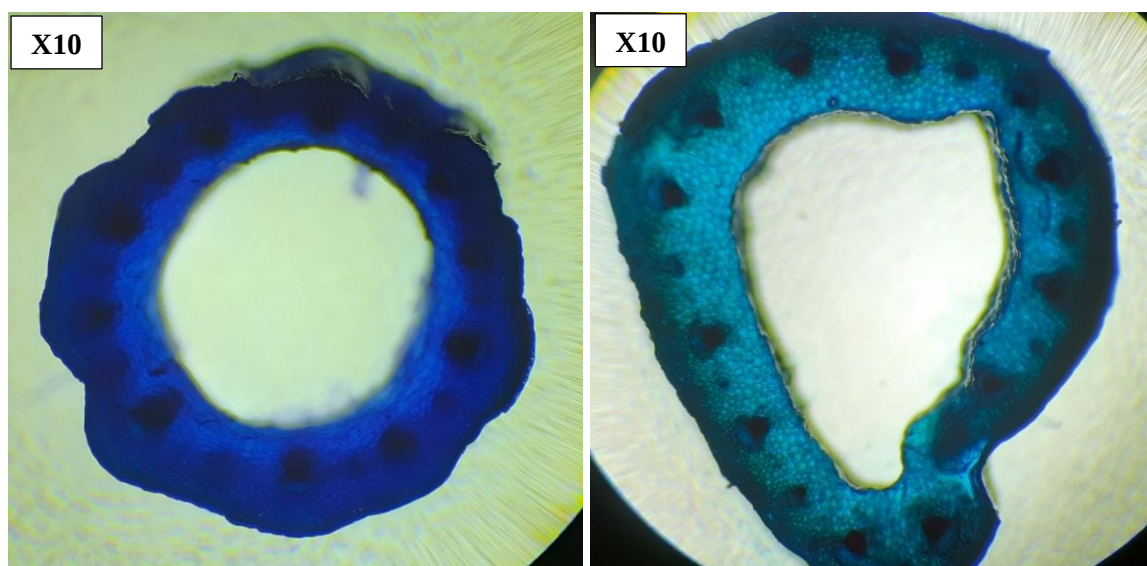


Figure 42 Coupe transversale au niveau de la tige de *Bellis annua* (Ech 2 et 3)

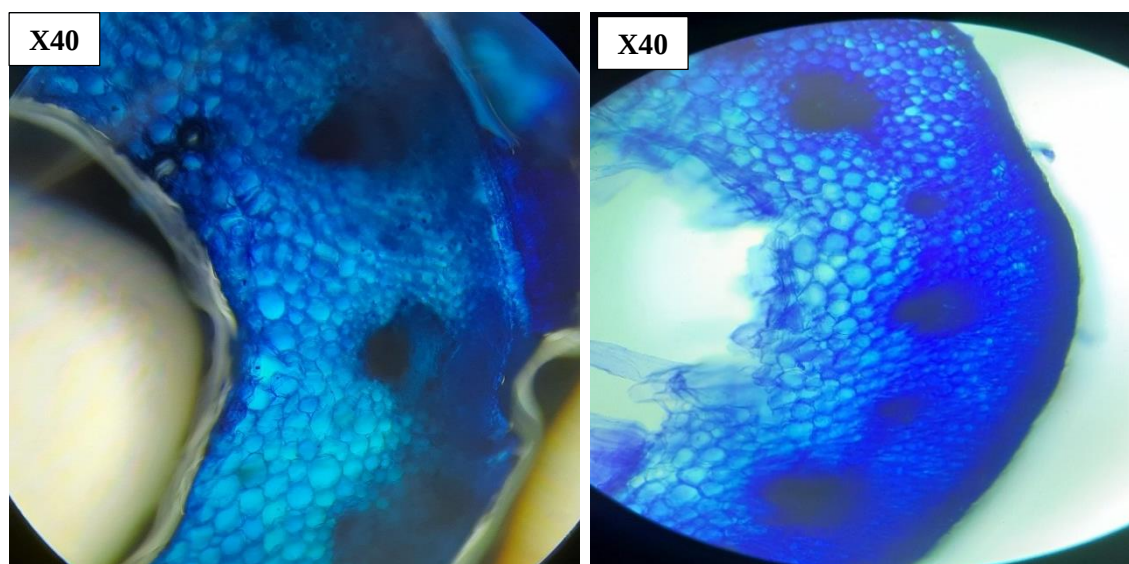


Figure 43 Coupe transversale au niveau de la tige de *Bellis annua* (Ech 4et 5)

- Observation des Stomates

Après avoir appliqué la méthode de l’empreinte au vernis à ongle pour les stomates de l’épiderme de la feuille de *Bellis annua*, les résultats montre que la structure de l’épiderme dans les échantillons 1, 2, 3, 4, 5 est constitué par des cellules de forme différents (polygonale, rectangulaire), ont disposition irrégulier avec des périmètres moyenne.

Les photos illustrent que les échantillons 1 et 2 présentent des stomates de type anomocytique de petite taille, avec une densité moyenne. En revanche, les échantillons 3, 4 et 5 montrent des stomates de type anomocytique (entourés par 4 cellules), et de taille moyenne.

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

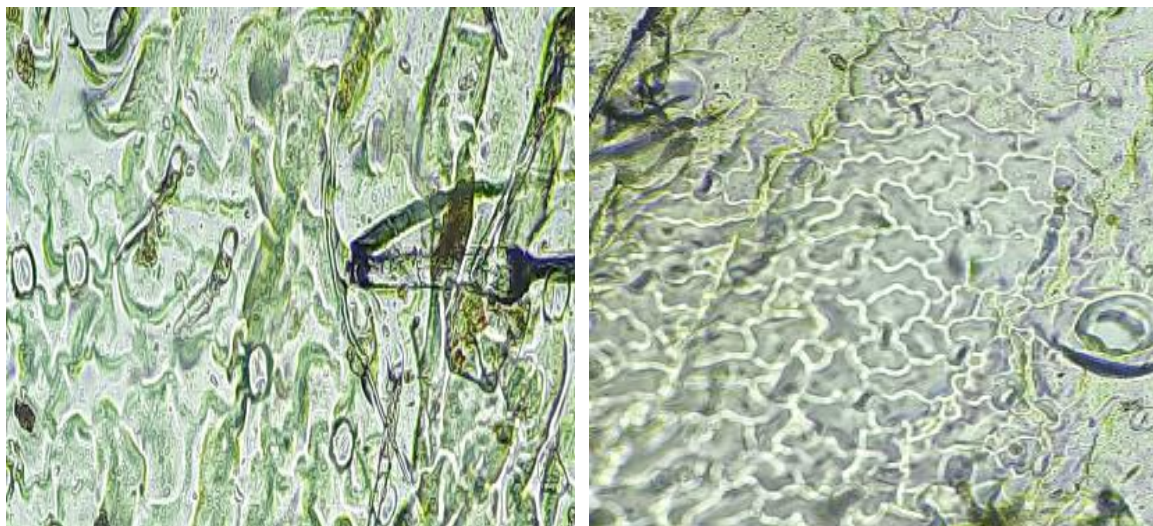


Figure 44 Les stomates de *Bellis annua L* (Echantillon 1 et 2)

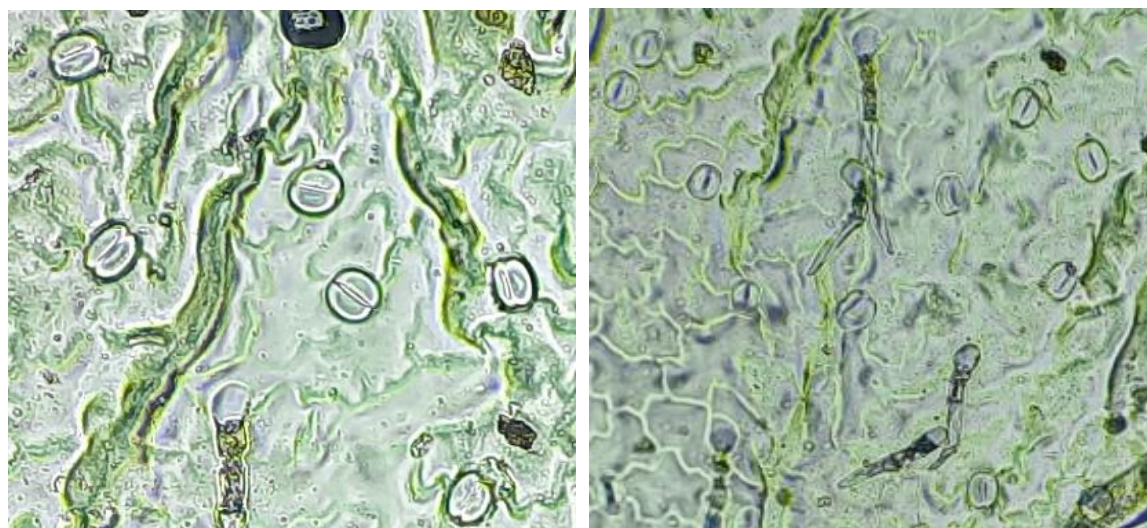


Figure 45 Les stomates de *Bellis annua L* (Echantillon 3 et 4)

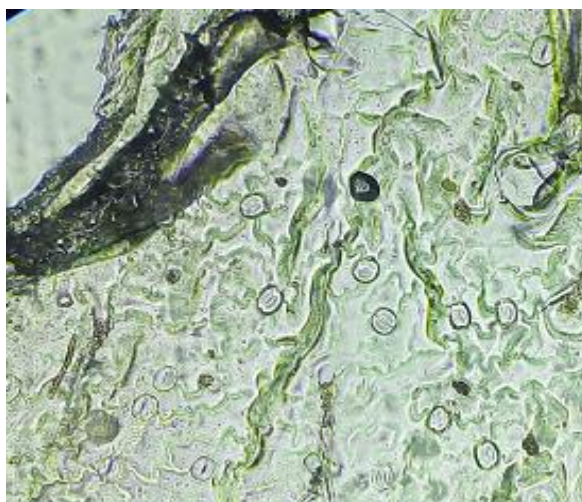


Figure 46 Les stomates de *Bellis annua L* (Echantillon 5)

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

- Palynologie

Après une observation microscopique des cinq échantillons de *Bellis annua*, une similitude remarquable a été observée en termes de taille, forme, texture de surface et nombre d'ouvertures des grains de pollen. Voici les observations spécifiques :

Le pollen de *Bellis annua* est de taille moyenne, sa forme est sphérique à légèrement triangulaire en vue polaire. Il présente trois ouvertures, ce qui correspond au type tricolpé. La texture de surface de l'exine (paroi externe) est lisse à faiblement réticulée, avec un réticulum peu développé.

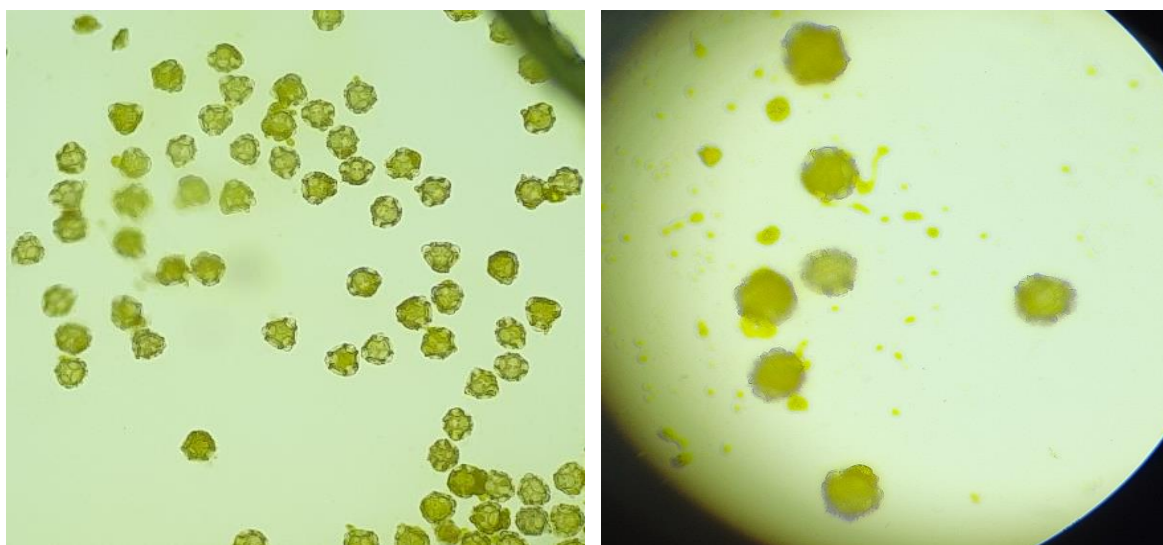


Figure 47 Les grains de pollen de *Bellis annua* (Echantillon 1 et 2)

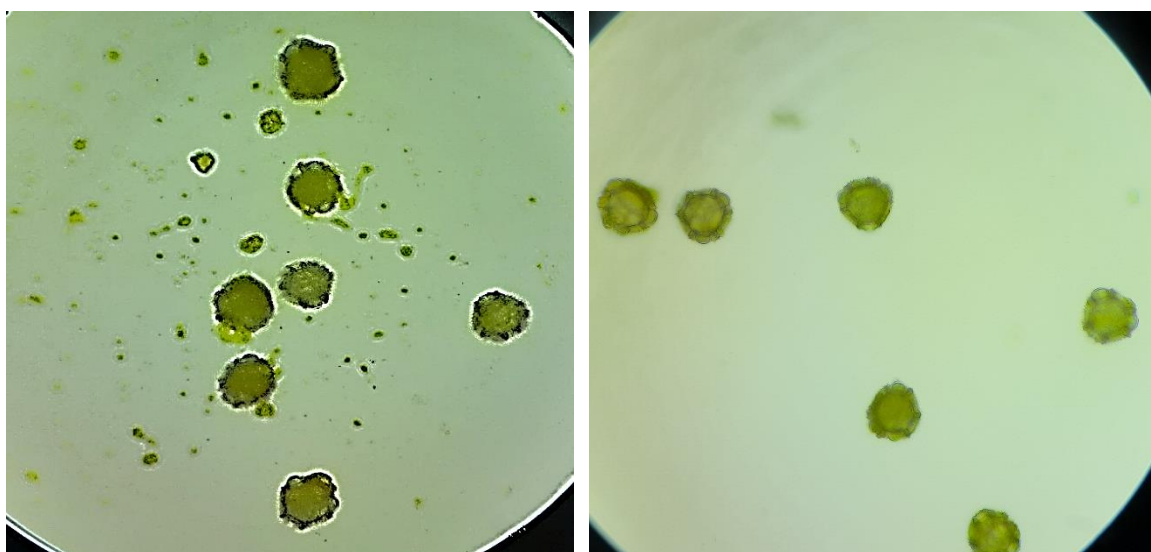


Figure 48 Les grains de pollen de *Bellis annua* (Echantillon 3 et 4)

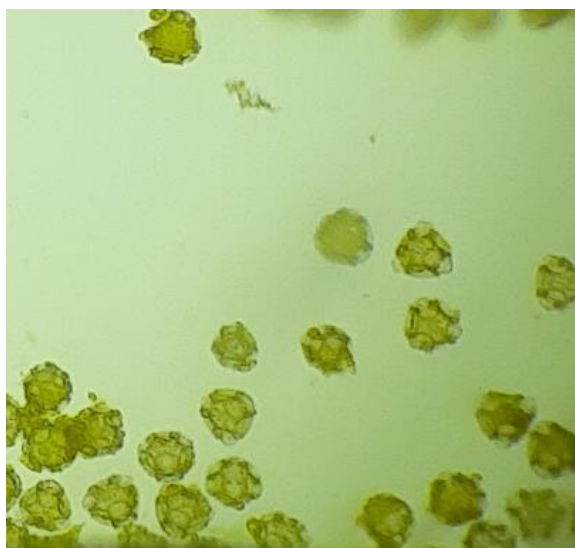


Figure 49 Les grains de pollen de *Bellis annua* (Echantillon 5)

1.2. Description et comparaison interspécifique

1.2.1. Histologie

a) La racine

La coupe transversale des racines de *Taraxacum officinale*, *Calendula arvensis* montre que cette coupe de forme circulaire, présente deux zones distinctes, une écorce et un cylindre central.

Le parenchyme médullaire des deux espèces *Taraxacum officinale*, *Calendula arvensis* prend une place importante par rapport au parenchyme cortical.

Les cellules de parenchyme cortical de *Taraxacum officinale*, *Calendula arvensis* sont différentes du point de vue du nombre et de la taille. Le parenchyme du *Calendula arvensis* est constitué de 9 à 12 rangées de cellules de petite taille. Alors que *Taraxacum officinale* contient un cortex composé par 15 à 25 rangées de cellules de petite taille.

Le cortex des deux espèces *Taraxacum officinale*, *Calendula arvensis* est représenté par un parenchyme continu et ne contient pas de lacunes, cette différence peut être une caractéristique utile dans la différenciation de ces espèces.

En ce qui concerne la région du cylindre central, les racines des deux espèces ont une région médullaire parenchymateuse.

Le système vasculaire des deux espèces étudiées est formé par le xylème qui occupe la plus grande partie de la racine et par le phloème disposé en quelques couches entourant le xylème.

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

En raison de la petite taille de la racine de *Bellis annua*, une coupe transversale n'a pas pu être réalisée. Une coupe longitudinale a donc été effectuée, permettant des cellules allongées disposées les unes sur les autres. Ces cellules sont les trachéides du xylème. Un épiderme mince a également été remarqué.

b) La tige

Après l'observation et la description des 3 espèces (le pissenlit, le souci et la pâquerette) on a constaté que :

Les trois plantes ont un épiderme composé d'une seule assise de cellules recouverte d'une cuticule, contenant des poils épidermiques. Cependant, il y a des différences quant à la présence et au nombre de ces éléments.

Pour le Souci, l'épiderme contient légèrement 2 à 3 rangées de petites cellules, tandis que pour le Pissenlit, il contient 1 à 2 rangées. La Pâquerette, quant à elle, n'a pas de cuticule visible et son épiderme est dépourvu de poils épidermiques.

Le cortex de toutes les trois plantes est composé de parenchyme et de faisceaux conducteurs. Cependant, la structure et la taille de ces éléments varient. Pour le Souci, le cortex contient des cellules parenchymateuses corticales plus petites et moins organisées, avec des faisceaux conducteurs disposés sur un seul cercle. Pour le Pissenlit, le cortex contient des cellules parenchymateuses corticales plus petites et moins organisées, avec des faisceaux conducteurs disposés sur un seul cercle, mais avec des tailles et des nombres variables entre les échantillons. La Pâquerette a un cortex plus développé, avec des cellules arrondies séparées par des vides, et des faisceaux libéro-ligneux distribués dans un parenchyme médullaire.

Pour le Souci, le centre de la tige contient une moelle ou un parenchyme médullaire formé de plusieurs couches de cellules grosses, avec des méats entre elles. Pour le Pissenlit, le centre de la tige contient également une moelle ou un parenchyme médullaire, mais avec des tailles et des nombres variables entre les échantillons. La Pâquerette a un centre creux occupé par une grande lacune, avec un cylindre central plus imposant que la zone corticale.

Les faisceaux conducteurs de toutes les trois plantes sont disposés sur un seul cercle, regroupant des structures élémentaires. Cependant, la taille et le nombre de ces faisceaux varient. Pour le Souci, il y a 15 à 16 faisceaux, tandis que pour le Pissenlit, le nombre de faisceaux varie entre 15 et 18. La Pâquerette a des faisceaux libéro-ligneux avec des alternances entre des faisceaux de gros calibre et des faisceaux de plus petit diamètre.

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

1.2.2. Observation des Stomate

Après l'observation et la description des 3 espèces (le pissenlit, le souci et la pâquerette) on a constaté :

- Quelques Similitudes :

Les trois espèces présentent une structure épidermique foliaire composée de cellules de formes variées, principalement polygonales et/ou rectangulaires, agencées de manière irrégulière avec un périmètre moyen. Les stomates observés appartiennent au type anomocytique, entourés de cellules épidermiques non différenciées, et affichent une densité moyenne.

- Quelques différences :

1. Souci (*Calendula arvensis*) :

- Les stomates sont de taille moyenne.

2. Pissenlit (*Taraxacum officinale*) :

- Les cellules épidermiques sont principalement rectangulaires.
- Les stomates sont de taille moyenne dans les échantillons 1 et 2, et plus petits dans les échantillons 3, 4 et 5.

3. Pâquerette (*Bellis annua*) :

- Les cellules épidermiques présentent des formes polygonales et rectangulaires.
- Les stomates sont de taille moyenne dans les échantillons 1, 2 et 3, tandis qu'ils sont plus petits dans les échantillons 4 et 5.

En résumé, les trois espèces partagent des caractéristiques épidermiques foliaires communes, mais se différencient par la forme prédominante des cellules épidermiques, et la taille des stomates, qui peuvent varier selon les échantillons pour une même espèce. Le souci se distingue par des stomates de taille moyenne et ouverts, tandis que le pissenlit et la pâquerette présentent des stomates plus petits et fermés chez certains échantillons.

1.2.3. Palynologie

Après l'observation et la description des 3 espèces (le pissenlit, le souci et la pâquerette) on a constaté que :

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

Les trois espèces présentent des grains de pollen à une forme sphérique à légèrement triangulaire en vue polaire.

Le nombre d'ouvertures (apertures) est de trois pour les trois espèces, correspondant au type tricolporé (*Calendula arvensis*) ou tricolpé (*Taraxacum officinal* et *Bellis annua*).

Les grains de pollen du souci (*Calendula arvensis*) présentent une surface échinée, recouverte de petites épines, tandis que ceux du pissenlit (*Taraxacum officinale*) sont de taille moyenne et ont une surface lisse à faiblement réticulée, avec un réticulum peu développé. De manière similaire, les grains de pollen de la pâquerette (*Bellis annua*) sont également de taille moyenne et possèdent une surface lisse à légèrement réticulée, avec un réticulum peu développé.

En résumé, les trois espèces partagent des caractéristiques communes concernant la forme générale des grains de pollen et le nombre d'ouvertures. Cependant, elles se différencient par la texture de surface est échinée chez le souci, alors qu'elle est lisse à faiblement réticulée chez le pissenlit et la pâquerette.

2. Fougères (*Asplenium onopteris*)

2.1. Les Spores

Après l'observation microscopique, on remarque des sporanges caractérisés par une paroi mince et transparente, avec un arc de cellules en fer à cheval d'une belle couleur dorée, se terminant par un pédoncule allongé. On remarque également que la partie fragile du sporange se déchire, libère ses spores, ce dernier indique la maturité des sporanges.

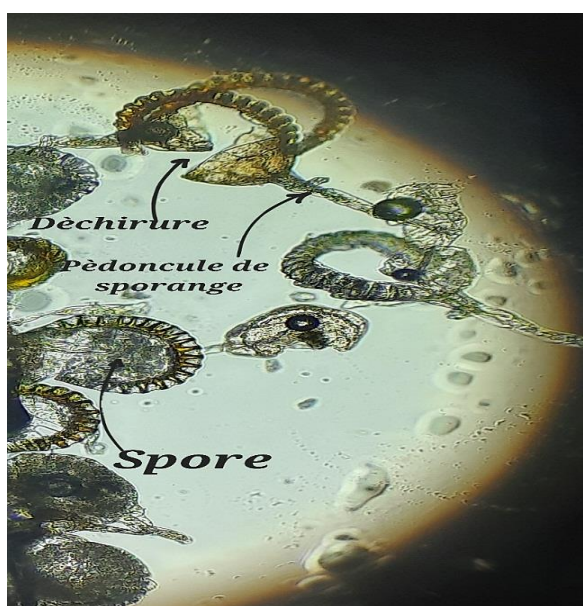




Figure 50 Les sporanges d'*Asplenium onopteris* L

II. Discussion et interprétation

1. Familles des Asteraceae

1.1. Le souci de champ (*Calendula arvensis*)

1.1.1. Histologie

a) Au niveau de la racine

Selon Metcalfe et Chalk (1957), les espèces d'Asteraceae présentent diverses structures anatomiques et certaines spécialisations écologiques en raison de la diversité de leurs habitats. Les sections transversales des racines montrent que l'épiderme des racines de *Calendula arvensis* est composé d'une seule rangée de petites cellules compactes, sans espaces intercellulaires. L'épiderme est la couche externe de la racine, responsable de la protection et de l'absorption (Simon et Reynier, 2016).

Parenchyme cortical se situe sous l'épiderme, composée de 5 à 12 rangées de petites cellules parenchymateuses. Cette structure est impliquée dans le stockage et la régulation de l'eau et des nutriments.

La dernière couche de cellules du parenchyme cortical est épaissie pour former une barrière appelée endoderme. Elle est essentielle pour contrôler la circulation des minéraux et de l'eau vers le cylindre central (Strzyz, 2016).

Cylindre central comprend les tissus conducteurs.

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

Xylème qui occupe la majorité de l'espace dans la racine et responsable du transport de l'eau et des minéraux depuis les racines vers le reste de la plante.

Phloème: Disposé en quelques couches autour du xylème. Le phloème transporte principalement les sucres produits par la photosynthèse vers d'autres parties de la plante (**Jain, 2000**).

Le parenchyme médullaire (moelle) qui peut jouer un rôle vital en tant que centre de stockage, de régulation hydrique et de régulation des nutriments, contribuant ainsi à la survie et à la croissance de la plante dans des environnements souvent changeants.

b) Au niveau de la tige

L'examen de la section transversale de la tige a révélé une division nette en quatre zones distinctes :

L'épiderme présente 1 à 2 rangées de petites cellules. Il agit comme une barrière physique qui limite la perte d'eau par évaporation et protège la plante contre les agents pathogènes et les dommages mécaniques (**Calatayud et al., 2019**).

Collenchyme situé juste au-dessus de l'épiderme apporte un soutien structurel à la tige tout en permettant une certaine flexibilité.

Les faisceaux conducteurs sont disposés en un seul cercle à travers la tige. Comprend à la fois le xylème qui transporte l'eau et les minéraux depuis les racines vers les parties aériennes de la plante, tandis que le phloème qui transporte les nutriments synthétisés par la plante vers d'autres parties de la plante.

Parenchyme médullaire occupe la plus grande partie de la section transversale de la tige, constituant la moelle est formé de plusieurs couches de grosses cellules caractérisées par la présence de larges espaces intercellulaires appelés méats. La présence de méats dans le parenchyme médullaire, peuvent être des adaptations pour maximiser l'efficacité de transport et de stockage dans des conditions spécifiques d'environnement(**Calatayud et al., 2019**).

1.1.2. Observation des stomates

L'étude des stomates de la feuille chez *Calendula arvensis* montre une différence à la fois des types stomatiques et de densité stomatique et les type des cellules épidermiques. Les résultats ont révélé :

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

Que les cinq échantillons présentent une variété de forme cellulaires (polygonales, rectangulaires) et une disposition irrégulière des cellules épidermiques, cela pourrait être liée à l'adaptation de la plante aux conditions environnementales spécifiques de la région sub-humide.

Les stomates sont de type anomocytique de taille moyenne. Ces stomates pourraient indiquer une adaptation différente de la plante pour maximiser l'échange de gaz (comme la photosynthèse et la respiration) tout en minimisant la perte d'eau (**Brodrribb et McAdam, 2017**).

1.1.3. Palynologie

L'observation microscopique des grains de pollen de *Calendula arvensis L.* à révélé des caractéristiques morphologiques spécifiques et cohérentes :

Les grains de pollen sont de taille moyenne, d'une forme sphérique ou légèrement Triangulaire .Cette morphologie est caractéristique des grains de pollen des Astéracées, facilitant l'identification taxonomique (**Rolnik & Olas, 2021**).

La couleur est généralement jaune.

Le nombre d'ouvertures (apertures) est de trois, correspondant au type tricolpé (avec pores) sont typiques des Angiospermes et en particulier des Astéracées (**Halbritter et al., 2018**).

La texture de surface échinée signifie que l'exine est recouverte de petites épines. Cette caractéristique est commune dans les pollens des Astéracées et peut avoir des rôles dans la protection contre les prédateurs, l'adhésion aux pollinisateurs, ou l'aérodynamisme pour la dispersion par le vent (**Halbritter et al., 2018**).

1.2. Le pissenlit (*Taraxacum officinale*)

1.2.1. Histologie

a) Au niveau de la racine

L'analyse des sections transversales des racines montre que l'épiderme des racines de *Taraxacum officinale* est composé de deux à trois rangées de petites cellules compactes, sans espaces intercellulaires. Cette structure réduit la perte d'eau par transpiration, ce qui est essentiel dans des environnements où l'eau est limitée. Cela indique une adaptation pour résister aux stress hydriques et aux conditions environnementales difficiles (**Wirngo et al., 2022**).

Le cortex racinaire occupe la majeure partie de la racine et présente des variations significatives : les échantillons 1, 2 et 3 ont environ 15 à 17 rangées de cellules parenchymateuses,

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

tandis que les échantillons 4 et 5 en contiennent 25 à 29. Cette différence peut refléter des adaptations aux différents types de sols ou aux niveaux de nutriments disponibles.

Un cortex racinaire plus développé peut augmenter la capacité d'absorption des nutriments, ce qui est important dans des environnements avec des ressources limitées.

Un endoderme distingué est présent. Cette structure est importante pour contrôler le mouvement des nutriments et des solutés entre le cortex et le cylindre central, régulant ainsi l'absorption sélective et protégeant la plante contre les pathogènes du sol (**Strzyz, 2016**).

Le cylindre central est constitué de tissus conducteurs, notamment du xylème et du phloème, entourant la moelle. La présence de xylème entouré de quelques couches de phloème dans tous les échantillons indique une capacité adaptative pour maintenir une distribution optimale des ressources dans des environnements variables (**Jain, 2000**).

b) Au niveau de la tige

Lors de notre examen de la section transversale de la tige, nous avons observé une seule couche de cellules épidermiques recouverte d'une cuticule, accompagnée de poils épidermiques détectés exclusivement dans les échantillons 4 et 5. Cette caractéristique pourrait être une adaptation pour améliorer l'absorption d'eau ou limiter la perte d'eau, particulièrement importante dans une région sub-humide où l'humidité peut varier (**Simon et Reynier, 2016**).

Le cortex dans tous les échantillons est similaire, mais on observe une légère variation dans l'organisation des cellules. Cette différence pourrait être liée à des adaptations locales ou des conditions environnementales particulières.

Les échantillons 1, 2, 3 présentent de 15-16 faisceaux, relativement grands. Cependant l'échantillon 4 et 5 présence de 17-18 faisceaux, plus petits. Ces variations peuvent influencer la capacité de transport des nutriments et de l'eau, et peuvent être une réponse adaptative aux conditions de croissance (**Cochard, 2002**).

La moelle est uniforme dans tous les échantillons, constituée de cellules grandes avec des méats (espaces intercellulaires) qui facilitent le stockage et le transport des substances.

1.2.2. Observation des stomates

Les résultats de l'étude sur les stomates des feuilles de *Taraxacum officinale* ont mis en évidence des différences à la fois dans les types de stomates, leur densité, ainsi que dans les types de cellules épidermiques.

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

Pour les cinq échantillons les cellules épidermiques de forme rectangulaire et irrégulière, et les stomates sont de type anomocytique, ce type est ne présente pas de caractéristiques spécifiques à l'adaptation écologique (**Hetherington et Woodward, 2003**).

Les échantillons 1 et 2 montrent des stomates de petite taille et une densité moyenne. Cette caractéristique pourrait être une adaptation pour limiter la perte d'eau par transpiration, particulièrement efficace dans des environnements sub-humides sujets à des périodes prolongées de sécheresse. En revanche, les échantillons 3, 4 et 5 présentent des stomates de taille moyenne. (**Metcalfe et Chalk 1957**).

1.2.3. Palynologie

Les résultats de notre étude de présentent des caractéristiques similaires en termes de taille, de forme, de texture de surface et de nombre d'ouvertures. Spécifiquement:

La taille des grains de pollen est moyenne. Cette caractéristique influence leur dispersion par le vent ou les insectes (**Gastaldi et al., 2020**).

La forme est sphérique, cette forme est souvent associée à des plantes dont le pollen est transporté par le vent (anémophile) et /ou par les insectes (entomophile).

La couleur est généralement jaune.

Le nombre d'ouvertures (apertures) est de trois, correspondant au type tricolpé (avec pores) (**Gastaldi et al., 2022**).

La texture de surface est lisse à faiblement réticulée, avec un réticulum peu développé (**Gastaldi, 2020**).

Ces caractéristiques indiquent que le pollen décrit est probablement d'une plante dicotylédone, potentiellement entomophile (pollinisée par les insectes) ou anémophile (pollinisée par le vent).

1.3. La pâquerette (*Bellis annua*)

1.3.1. Histologie

a) Au niveau de la racine

Les résultats de notre étude révélée des caractéristiques spécifiques :

Les cellules allongées disposées en rangées observées correspondent aux trachéides du xylème, cela indique que cette espèce a une adaptation efficace pour le transport de l'eau, ce qui

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

est important pour sa survie, surtout dans des régions sub-humides où les variations d'humidité du sol peuvent être significatives (**Sperry et al., 2002**).

La présence d'un épiderme mince a été notée, ce qui faciliterai une absorption efficace de l'eau et des nutriments pendant les périodes où l'humidité du sol est optimale, tout en facilitant la pénétration des racines dans le sol (**Sperry et al., 2002**).

b) Au niveau de la tige

L'examen de la section transversale de la tige de *Bellis annua* a révélé une organisation symétrique autour d'un axe central, avec une seule couche de cellules et une absence de cuticule visible. Cette caractéristique écologique est une adaptation qui favorise leur survie dans divers environnements. (**Salha, 2018**).

Un parenchyme cortical à méats peu développé, formé de cellules arrondies séparées par des vides qui permet une circulation efficace des substances à l'intérieur des cellules et dans la paroi, ce qui facilite les échanges avec l'environnement et permet aux végétaux de s'adapter aux conditions environnementales(**Meguelliati et al., 2022**), puis un cycle unique de faisceaux libéro-ligneux contiennent 14 à 22 faisceaux, distribués dans un parenchyme médullaire constitué de cellules qui augmentent de taille vers l'intérieur, ces résultat corroborent avec ceux d'une étude similaire réalise par **Krahan Faruk** en 2020 .

En l'absence d'endoderme et de péricycle bien individualisé, le cylindre central ne se forme pas correctement et apparaît avec un centre creux contenant une grande lacune, cette anomalie peut s'expliquer par les conditions écologiques, climatiques et biotiques spécifiques de la région sub-humide où la plante a été récoltée (**Bouchibane et al., 2021**), Toutefois, ces observations sont en désaccord avec celles de **Karahan en 2020**, qui avait observé un endoderme clairement distinct entre le cortex et le tissu vasculaire.

1.3.2. Observation des stomates

L'analyse des stomates des feuilles de *Bellis annua* a montré des variations à la fois dans les types et la densité des stomates, ainsi que dans les types de cellules épidermiques.

Les résultats ont mis en évidence :

Que les échantillons 1, 2, 3,4 et 5 présentent une variété de forme cellulaires (polygonales, rectangulaires) et une disposition irrégulière des cellules épidermiques qui pourrait être liée à l'adaptation de la plante aux conditions environnementales spécifiques de la région sub-humide.

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

Cependant les échantillons 1 et 2 montrent principalement des stomates de type anomocytique de petite taille, avec une faible densité. Ce type de stomate est souvent associé à une régulation de la transpiration, ce qui pourrait être une adaptation à des conditions de lumière et d'humidité spécifiques (**Brodrribb et McAdam, 2017**).

En revanche, les échantillons 3, 4 et 5 présentent des stomates de type anomocytique, et de taille moyenne. Ces stomates pourraient indiquer une adaptation différente de la plante pour maximiser l'échange de gaz (comme la photosynthèse et la respiration) tout en minimisant la perte d'eau (**Brodrribb et McAdam, 2017**).

1.3.3. Palynologie

Les analyses que nous avons menées montrent une grande diversité dans les caractéristiques palynologiques de *Bellis annua*. Les grains de pollen sont de taille moyenne qui dépend de plusieurs facteurs, notamment le mode de pollinisation et les caractéristiques de la plante, sa forme est sphérique à légèrement triangulaire en vue polaire.

Le nombre d'ouvertures (apertures) est de trois, ces apertures sont caractéristiques des pollens des plantes entomophiles, ce qui correspond au type tricolpé (**Gastaldi et al., 2022**).

La texture de surface de l'exine est lisse à faiblement réticulée, avec un réticulum peu développé. Les résultats obtenus à partir des études palynologiques sont généralement similaires aux résultats de (**Kavalcioğlu et al., 2010**).

2. Fougère (*Asplenium onopteris*)

2.1. Les spores

Les sporanges de capillaire onoptéris (*Asplenium onopteris*) montrent des similitudes avec celles observées chez d'autres espèces de fougères (*Asplenium scolopendrium*).

Les résultats de notre étude sur les spores d'*Asplenium onopteris* sporangia montrent qu'elles sont caractérisées par une paroi mince et transparente, avec un arc rond de cellules en fer à cheval d'une belle couleur dorée, se terminant par un pédoncule allongé. La partie fragile du sporange se déchire, libérant ses spores, ce qui indique la maturité des sporanges.

Ces observations sont cohérentes avec les résultats de (**ALDEA, 2021**), qui a étudié la structure des sporanges de plusieurs espèces de fougères, *Asplenium scolopendrium*. Ses observations ont montré que les sporanges de fougères étudiés ont une paroi mince et transparente, ainsi qu'un arc de cellules en forme de fer à cheval (**ALDEA, 2021**).

CHAPITRE 3 RESULTATS ET DISCUSSION

La paroi mince et transparente du sporange est une caractéristique commune des sporanges de nombreuses espèces de fougères, permettant une desquamation rapide et efficace du sporange lors de la libération des spores (**ALDEA, 2021**). Cette structure permet une meilleure dispersion des spores, ce qui est essentiel pour la propagation de l'espèce.

L'arc de cellules en fer à cheval de couleur dorée est typique du système d'anneaux d'élastine des sporanges de fougères. Cet anneau, constitué de cellules spécialisées, a pour fonction de briser la spore en se contractant et en provoquant l'ouverture de la spore pour libérer les spores (**ALDEA, 2021**). Cette fonction permet une libération efficace des spores, ce qui est essentiel pour la propagation de l'espèce.

Le pédoncule allongé permet une meilleure dispersion des spores dès l'ouverture de la spore, ce qui est essentiel pour la propagation de l'espèce. La présence de ce pédoncule allongé est une caractéristique spécifique des sporanges *d'Asplenium onopteris*, ce qui peut être une adaptation spécifique à cette espèce.

La partie fragile de la spore indique que la spore observée est mature et prête à libérer ses spores. Cette phagocytose spontanée du sporange mature est un processus naturel qui permet la propagation des spores (**ALDEA, 2021**).

CONCLUSION

Conclusion

La dégradation de la biodiversité végétale dans les forêts primaires de la wilaya de Mila est un problème majeur qui nécessite une attention immédiate. Ces forêts sont des écosystèmes riches et complexes qui abritent une grande variété de plantes, mais qui sont malheureusement menacés par la dégradation de cette biodiversité, avec des conséquences graves pour l'écosystème et les communautés qui y vivent. Cette étude a été menée pour mieux comprendre les facteurs influençant la biodiversité végétale dans ces forêts primaires et identifier les mesures à prendre pour la préserver. Les résultats ont mis en évidence une grande diversité au niveau tissulaire, pollinique et stomatique chez trois espèces d'Astéracée, ainsi qu'une étude sur les spores de fougères.

Bien que ces résultats soient encourageants, l'étude comporte des limites et il est nécessaire de poursuivre les recherches pour mieux comprendre les facteurs influençant la biodiversité végétale. Les perspectives de recherche futures incluent une étude approfondie de ces facteurs et une analyse de leurs implications pour la conservation et la gestion durable des forêts primaires. Il est également important d'étudier les impacts des changements climatiques sur la biodiversité végétale dans ces écosystèmes.

Ces résultats soulèvent en effet des questions essentielles sur la conservation et la gestion durable de ces forêts. Les résultats montrent que les forêts primaires de la wilaya de Mila abritent encore des écosystèmes riches et complexes, et il est essentiel de poursuivre les recherches pour répondre aux questions soulevées et garantir la conservation de ces précieux écosystèmes. Cette étude soulève des enjeux importants qui nécessitent des recherches approfondies pour assurer la préservation à long terme de ces forêts primaires.

Les Références

Les Références

1. Aldea F, 2021. EX situ conservation of some species of pteridophytes from Romania which have conservative and biotechnological interest. ROMANIAN ACADEMY BUCHAREST INSTITUTE OF BIOLOGY, page 25, 30.
2. Aquaportail. Forêt primaire (en ligne), page consulté le 09/04/2020 <https://www.aquaportail.com/dictionnaire/definition/9828/foret-primaire>
3. Belattar Hakima. Diversité dans la végétation cultivée de la région de Mila (Algérie). Lavoisier, juin 2017. ISBN 978-2-7430-2263-1.
4. Belkessa R., Ouahrani A., Baha M. Biodiversité des lombriciens dans la wilaya de Mila. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Mohamed Boudiaf - M'sila, Algérie, 2016.
5. Benlakssira B . (2022). Anatomie végétale .27page .
6. Biodiversité . Encyclopédie de Larousse.
<https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/biodiversite%C3%A9/27064>
7. Bouchibane, M., Zemouri, M., & Toumi, R. (2021). Contribution à l'étude de la végétation de certains massifs montagneux de la Kabylie des Babors (Nord-Est algérien). Bulletin de La Société Royale Des Sciences de Liège, 213, 317–360. <https://doi.org/10.25518/0037-9565.10696>Calatayud, P.-A., Garrec, J.-P., & Nicole, M. (2019). Chapitre 14. Adaptation des plantes aux stress environnementaux. Interactions Insectes-Plantes, 229–245. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.22422>
8. Bouterfas K (2021). cours de biodiversité végétal. Type de document : biologie et physiologie végétal. Sidi Bel Abbes : université Djilali Liabes , P 4-5-6-8.
9. Bouzid S .(2024). Les différents types des tissus végétaux .94 page.
10. Brodribb, T. J., &McAdam, S. A. M. (2017). Evolution of the Stomatal Regulation of Plant Water Content. Plant physiology, 174(2), 639–649. <https://doi.org/10.1104/pp.17.00078>
11. Bureau National des Etudes Forestières (BNEF), (1994). Etude d'aménagement Forestier Chêne Liège et du Chêne zeen de la Wilaya de Mila. Phase II: Etude du Milieu. Ministère de l'Agriculture, 88p.
12. CNRS, 2015 Sagascience [en ligne] (Consulté le 13/03/2015) <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/>
13. DGF(2018). Direction Générale des Forêts, fiche signalétique de la forêt domaniale de Zouagha
14. Direction du Commerce et de la Promotion des Exportations de la Wilaya de MILA(2013). <https://www.dcwmla.dz/fr/index.php/wil43?showall=1>

15. Filleul, E. (2019). Les Astéracées : description botanique, biologique et étude de plantes médicinales et toxiques.
16. Garnier E. & Navas M.L (2013). Diversité fonctionnelle des plantes. Traits des organismes, structure des communautés, propriétés des écosystèmes. Cours Master et Doctorat en Sciences de la Vie et de la Terre. Edition De Boeck. 64 p.
17. Gastaldi, C., Mai, B. T., Girard, M., Gastaldi, C., Mai, B. T., & Girard, M. (2022). Structure et morphologie d'un grain de pollen . Quatrième partie To cite this version
18. Gastaldi, C., Thi Mai, B., & Girard, M. (2020). Notions de base en palynogénèse et morphologie du pollen. Abeilles et Cie, 199, 25–26.
<https://anses.hal.science/anses03540779%0Ahttps://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/https://anses.hal.science/anses-03540779/document>
19. Gastaldi, L. E. S. (2020). F I C H E P A L Y N O. 25–27.
20. Gratton R. (2011). Livret d'autoformation BPREA : Les tissus végétaux. 17 page.
21. Graziati G (2023) . Forêts primaire : Définition , caractéristiques , flore et faune .
<https://www.projetecolo.com/forets-primaires-definition-caracteristiques-flore-et-faune-1300.html>
22. Guillebon , M . 2022 . les trois niveaux de la biodiversité . Ecotree de l'encyclopédie .
<https://ecotree.green/blog/quels-sont-les-trois-niveaux-de-la-biodiversite>
23. Halbritter, H., Ulrich, S., Grímsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., Buchner, R., Svojtka, M., & Frosch-Radivo, A. (2018). Illustrated Pollen Terminology. In Illustrated Pollen Terminology. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71365-6>
24. Hetherington AM, Woodward FI. The role of stomata in sensing and driving environmental change. Nature. 2003 Aug;424(6951):901-908. DOI: 10.1038/nature01843. PMID: 12931178
25. Hetherington, A. M., & Woodward, F. I. (2003). The role of stomata in sensing and driving environmental change. Nature, 424(6951), 901–908. <https://doi.org/10.1038/nature01843>
26. Jain, V. K. "Fundamentals of Plant Physiology"
27. Jardin de France, Les fougères : des végétaux originaux par leur appareil végétatif et leur reproduction, <https://www.jardinsdefrance.org/fougères-vegetaux-originaux-appareil-vegetatif-reproduction/>
28. Kavalcioğlu, N., Açık, L., & Pinar, M. (2010). Comparative RAPD analysis and pollen structure studies of *Bellis perennis* L. Turkish Journal of Botany, 34(6), 479–484. <https://doi.org/10.3906/bot-0912-4>
29. Khalil, A., & Margaux, B. (2017). Les Stomates. Université de Montréal , 20 page.

30. Klorane Botanical Foundation (2024) . Qu'est-ce qu'une forêt primaire ? .
<https://www.kloranebotanical.foundation/quest-ce-quune-foret-primaire>
31. Laberche., J.(2001). Biologie végétale. Dunod 3Ed, Paris, 305p
32. Laberche., J.(2010).Biologie végétale , 3e Ed, CAMPUS, Belgique,p305.
33. Lévêque, Christian et Mounolou, Jean-Claude. (2008). Biodiversité : dynamique biologique et conservation. 2e édition. Dunod, Paris.
34. Marcon E. (2015). Mesures de la Biodiversité. Master. Kourou, France. 268 p.
35. Médail F. et Quézel P.,1999 Biodiversity Hotspots in the Mediterranean Basin: Setting Global Conservation Priorities. Conservation Biology, Volume 13, 6: 1510–1513.
36. Meguellati, H., Ouafi, S., Saad, S., Harchaoui, L., & Djemouai, N. (2022). Etude morphologique et histo-anatomique de la plante médicinale *Teucrium polium* L. subsp. *geyrii* Maire (Tamanrasset, Algérie). International Journal of Natural Resources and Environment, 4(2), 1–11.
37. Metcalfe C R and Chalk L. (1950). Anatomy of the Dicotyledons: Leaves, Stem and Wood in Relation to Taxonomy with Notes on Economic Uses. 2v. Claredon Press, Oxford. 1500p.
38. Metcalfe, C.R.,Chalk. (1957): Anatomg of the dicotyledones. Clarendonpress, Oxford.T.letII (2eéd.1957).
39. Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables.
<https://www.me.gov.dz/fr/biodiversite/>
40. Myers N., 1990 The Biodiversity Challenge: Expanded Hot-Spots Analysis. The Environmentalist, Volume 10, 4: 243-256.
41. Nabors M.(2008).biologie végétale (structure, fonctionnement, écologie etbiotechnologies).Ed. Pearson éducation France. p 614.
42. Office français de la biodiversité OFB (2019) . <https://www.ofb.gouv.fr/quest-ce-que-la-biodiversite>
43. Pascaline Sia K,(27 Dec. 2023),“Etude De La Fougère.” *MAGOÉ EDUCATION*, magoe.fr/chapitre2-1030 page .
44. potentialité de la wilaya de Mila 2012 .
https://interieur.gov.dz/Monographie/detail_axe.php?type=potentialite&wilaya=43
45. Quézel P. et al. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 1926-2015.Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique. Paris. 1962-1963.
46. Reece,U,Wasserman,Minorsky, Jackson.(2102).Campbell biologie, 9e édition, Canada, p 1455.

47. Rolnik, A., & Olas, B. (2021). The plants of the asteraceae family as agents in the protection of human health. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(6), 1–10. <https://doi.org/10.3390/ijms22063009>.
48. Saugier, B., & Prioul, J. (2002). Pour obtenir une Habilitation à Diriger des Recherches. *Plant, Cell and Environment*, 1–44.
49. Simon, M., Reynier, M .,(2016) : La structure et la fonction des cellules épidermiques et leur adaptation aux conditions environnementales
50. Slimani N., Chehma A., Bouras S. (2013), Caractérisation épidermique des principales plantes spontanées broutées par le dromadaire dans le Sahara septentrional algérien. *Revue des Bio Ressources Vol 3 N 1*. p: 22-31
51. Speranza A.,Calzoni G.L..2005-Atlas de la structure des plantes,guide de l'anatomie microscopique des plantes vasculaires en 285 photos Ed-Belin.Paris 06,206p.
52. Sperry, J. S., Hacke, U. G., Oren, R., &Comstock, J. P. (2002). Water deficits and hydrauliclimits to leaf water supply. *Plant, Cell&Environment*, 25(2), 251-263.
53. Spichiger R E, Savolainen V V, Figeat M, Jeanmonod D. (2004). Botanique Systématique des plantes à fleurs. 3ème édition, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne, Suisse. pp. 348-349.
54. Strzyz, P. (2016). Root endodermis adapts to nutrient availability. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 17(3), 135–135. <https://doi.org/10.1038/nrm.2016.21>.
55. Toulet L (2023) . Forêt primaire : définition et caractéristique / ecotree . <https://ecotree.green/entreprises/blog/qu-est-ce-qui-caracterise-une-foret-primaire>
56. William G.,Hopkin S.(2003).Physiologie Végétale, Ed- De Boeck, université RUE DES MINIMES 39,B-1000 Bruxelles, p:17.
57. Wirngo, F. E., Lambert, M. N., &Jeppesen, P. B. (2016). The PhysiologicalEffects of Dandelion (*Taraxacum Officinale*) in Type 2 Diabetes. *The review of diabeticstudies : RDS*, 13(2-3), 113–131. https://doi.org/10.1900/RDS.2016.13.113*.
58. Yves T ., MICHEL B.,MAX H., CATHERINE T . (2005) . Le monde desvégétaux, organisation, physiologie et génomique, Ed, Dunod ,Paris 2003,p 80
59. Zouaidia H., (2006). Bilan des incendies de forêts dans l'Est Algerian : Cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk-Ahras. En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Ecologie et Environnement : Université de Mentouri, Constantine (Algérie).