République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Elchahid Chikh Laarbi Tébessi -Tébessa
Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie

Département: Des êtres vivants

Mémoire Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Biotechnologie végétale

Thème:

Etude pollinique comparative entre les asteraceae et les poaceae

Présenté par:

- LATRECHE Malak

- DJABERI Nour El Houda

Devant le jury :

Hioun Soraya	**MAA**	**Université Tébessa**	**encadreur**
Mahlaine Souad	**MCA**	**Université Tébessa**	**président**
Benharoune Souad	**MAA**	**Université Tébessa**	**examinateur**

Date de soutenance :
10/06/2025

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى مقارنة الخصائص المورفولوجية والتوزيع الإيكولوجي لحبوب اللقاح بين نباتات عائلتي النجيليات (Poaceae) والمركبات (Asteraceae) في ولاية تبسة، ضمن بيئة تتدرج من شبه رطبة إلى جافة. تم إجراء جرد نباتي خلال الفترة الممتدة من أبريل إلى مايو 2020 عبر تسع دوائر محمية تمثل تدرجات مناخية مختلفة. وقد أظهرت النتائج أن كلا العائلتين تلعبان دورًا بيئيًا محوريًا في هذه المنطقة، حيث تميزت Poaceae بقدرتها العالية على التكيف مع الظروف القاحلة من خلال تكوين حبوب لقاح بسيطة وأحادية المسام، في حين عرضت Asteraceae تنوعًا كبيرًا في الشكل والزخرفة الخارجية لحبوب اللقاح، ما يعكس آليات تلقيح متخصصة، خاصة الحشرية منها. تبرز الدراسة أهمية الصفات الباليونولوجية (اللقاحية) في التمييز بين الأنواع وفي فهم ديناميكية الغطاء النباتي في البيئات شبه الجافة.

الكلمات المفتاحية: تبسة، باليونولوجيا، Poaceae، Asteraceae، المناخ شبه الجاف، التصنيف النباتي.

Abstract:

This study aims to compare the palynological morphology and ecological distribution of the Poaceae and Asteraceae families in the Tébessa region, across a bioclimatic gradient from sub-humid north to arid south. A floristic survey was conducted during the peak flowering season of 2025 in nine selected localities. The Poaceae family displayed simple, homogeneous pollen morphology, adapted to wind pollination, whereas the Asteraceae family showed a diverse and ornamented pollen structure, indicative of insect pollination. The findings highlight the ecological importance of these families and the taxonomic value of pollen traits in understanding plant biodiversity in semi-arid environments.

Keywords: Tébessa, palynology, Poaceae, Asteraceae, semi-arid climate, plant taxonomy.

Résume

Cette étude vise à comparer la morphologie pollinique et la répartition écologique des familles Poaceae et Asteraceae dans la région de Tébessa, à travers un gradient bioclimatique allant du nord semi-humide au sud aride. Une prospection floristique a été réalisée durant les mois d'avril et mai où la floraison est maximale en 2025, couvrant neuf sites représentatifs. Les Poaceae montrent une structure pollinique homogène, adaptée à la pollinisation anémophile, tandis que les Asteraceae révèlent une grande diversité morphologique, souvent associée à la pollinisation entomophile. Les résultats mettent en évidence la complémentarité écologique de ces deux familles et la valeur taxonomique des caractères polliniques pour l'étude de la biodiversité végétale dans les zones semi-arides.

Mots-clés: Tébessa, palynologie, Poaceae, Asteraceae, bioclimat semi-aride, classification botanique.

Remerciements

Louange à Dieu Tout-Puissant qui nous a accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à Mme Hioun Soraya de l'Université de Tébessa, pour ses conseils tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nos remerciements vont aux membres de jury Dr. Mahlaine Souad et Dr. Benharoune Souad de l'Université de Tébessa, d'avoir accepté d'évaluer notre travail.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, nous adressons nos plus vifs remerciements

Table des matiéres

Résume ..... **i**

Remerciements ..... **II**

Table des matiéres ..... **III**

Liste des figures ..... **V**

Liste des Tableaux ..... **VI**

Introduction **8**

Chapitre 1 : Etude Bibliographique

1. Les zones semi-arides **4**

2. Situation géographique de la région de Tébessa **6**

3. La palynologie **7**

3.1. Morphologie et structure des grains de pollen 8

3.2. Morphologie externe des grains de pollen 9

4. Caractéristiques spécifiques des familles étudiées **10**

4.1. Asteraceae 10

4.2 Poaceae 11

Chapitre 2. Matériel et Méthodes

1. Localisation et description des sites d'étude selon les communes **14**

1.1. Daïra de Negrine 14

1.1.1 Negrine 14

1.1.2. Ferkane 14

1.2. Daïra de Bir El Ater 14

1.3. Daïra de Oum Ali 14

1.4. Daïra de El Ma Labiodh 15

1.5. Daïra de El Kouif 15

1.6. Daïra de Ouenza 15

1.7. Daïra de Boukhadra 15

1.8. Daïra de El Aouinet (Oued Mellegue) 16

1.9. Daïra de Hammamet 16

2. Données climatiques de la région **16**

3. Méthodologie floristique **17**

4. Identification botanique **18**

5. Etude pollinique **18**

5.1. Préparation des échantillons 18
5.2. Paramètres mesurés 18

Chapitre 3. Résultats et discussion

1. Familles des astéracées 21
1.1. Inventaire floristique **21**
1.2. Répartition des espèces selon les étages bioclimatiques **21**
1.3. Nombre d'espèces par étage bioclimatique **22**
1.4. Caractéristiques générales des espèces **23**
1.5. Caractéristiques polliniques des astéracées **28**
2. Famille des poaceae 30
2.1 Répartition des espèces selon les étages bioclimatiques **30**
2.2. Nombre d'espèces par étage bioclimatique **31**
2.3. Caractéristiques morphologiques des espèces de poaceaes **33**
2.4. Caractéristiques polliniques des poaceae **36**
3. Relation abondance spécifique et pollen 37
Discussion générale 40
Conclusion 42
Conclusion 43
Références bibliographiques 44

Liste des figures

Figure 1 : Carte des zones bioclimatiques dans le monde 5
Figure 2 : Carte du decoupage administratif de la wilaya de tebessa.....7
Figure 3 : une illustration detaillee de la structure d'un grain de pollen avec une identification claire des couches et des tissus.....9
Figure 4 : Principaux types d'ornementation de la paroi pollinique.....10
Figure 5: Figure botanique representant les asteracees ligules, tubules et mixtes.....11
Figure 6 : Figure botanique des poacee.....12
Figure 7 : Localisation des sites d'etude 17
Figure 8: Diagramme ombrothermique de la wilaya de tebessa 17
Figure 9: Les differentes formes de grain de pollen.....19
Figure 10: Les differentes formes de grain de pollen, *stipa parviflora* desf. *(plante et grain de pollen)* 26/04/2025 a ouanza 38
Figure 11 : Les differentes formes de grain de pollen**:** *stipa tenacissima* l.(plante et grain de pollen) 03/05/2025 a boukhadhra.....38
Figure 12 : Les differentes formes de grain de pollen, *anacyclus clavatus (*desf.) Pers. (plante et grain de pollen) 20/04/2025 a oum ali.....38
Figure 13 : Les differentes formes de grain de pollen, *artemisia herba-alba* asso. (plante et grain de pollen) 20/04/2025 a oum ali.....39
Figure 14 : Les differentes formes de grain de pollen, *calendula arvensis* l. (plante et grain de pollen) 03/05/2025 el hamamte.....39

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Classification climatique des zones semi-arides selon l'indice d'aridité …… …… ……..…**5**

Tableau 2 : Dimension des grains de pollen par rapport aux axes polaire (AP) et équatoriale (AE) … …….…..…**19**

Tableau 3 : Inventaire et nombre d'espèces des asteraceae dans les daïras d'étude de la Wilaya de Tébessa……..…**23**

Tableau 4 : Cycle de vie et type chorologique et illustration de l'espèce et son grain de pollen……**24**

Tableau 5 : Description des grains de pollen des asteraceae échantillonnés et mesures des axes polaire (AP) et équatorial (AE) et du Tectum……..…**29**

Tableau 6 : Inventaire et nombre d'espèces des poaceae dans les daïras d'étude de la Wilaya de Tébessa…….…..…**32**

Tableau 7 : Cycle de vie et type chorologique et illustration de l'espèce et son grain de pollen……**33**

Tableau 8 : Description des grains de pollen des poaceaes échantillonnés et mesures des axes polaire (AP) et équatorial (AE) et du Tectum……. **36**

Introduction

Introduction

La wilaya de Tébessa dans le nord-est de l'Algérie, au climat méditerranéen à tendance semi-aride, marquée par des étés chauds et secs, et des hivers doux, abritent une flore adaptée aux conditions climatiques de la région. La diversité du relief, dominé par les plateaux et les chaînes montagneuses des monts des Aurès, combinée à une grande variété de sols (calcaires, sablonneux, argileux), contribue à la richesse floristique locale. Parmi les familles végétales les plus abondantes figurent les poacées (graminées) et les astéracées (composées), qui occupent une place écologique majeure dans la région.

Ces deux familles sont largement distribuées dans les zones méditerranéennes et jouent un rôle clé dans le fonctionnement des écosystèmes (Benhouhou *et al*., 2018 ; Haddad *et al*., 2020). Leur prépondérance à Tébessa, confirmée par les observations de terrain, témoigne de leur capacité à structurer les communautés végétales et à résister aux conditions climatiques rigoureuses (Macheroume *et al*., 2020).

Les Poacées dominent de nombreux écosystèmes terrestres et comprennent des espèces d'intérêt agroéconomique majeur, contribuant à la sécurité alimentaire mondiale (Kellogg, 2015), tout en jouant un rôle dans la stabilisation des sols et la pérennité des formations herbacées naturelles (Clayton & Renvoize, 1986). Les Astéracées, quant à elles, sont reconnues pour leurs interactions avec les pollinisateurs et pour leurs propriétés médicinales, utilisées en pharmacopée traditionnelle et moderne (Funk *et al*., 2009).

Dans la région de Tébessa, ces familles témoignent d'une remarquable capacité d'adaptation aux périodes prolongées de sécheresse et sont souvent dominantes dans les communautés végétales locales. Cependant, peu d'études ont exploré les aspects de leur morphologie pollinique ou leurs stratégies de pollinisation dans ce contexte bioclimatique.

L'inventaire floristique réalisé dans le cadre de cette étude, le long d'un transect traversant un gradient bioclimatique allant du nord au sud de la wilaya, vise à mieux cerner la répartition spécifique des taxons en lien avec les variations de précipitations et de températures. Ce gradient, dans le contexte algérien, est fortement modulé par des microclimats locaux induits par l'altitude et l'exposition, constituant ainsi un véritable laboratoire naturel pour l'étude des mécanismes d'adaptation végétale (Meddad-Hamza *et al*., 2017).

Par ailleurs, la morphologie pollinique, outil clé en paléoécologie et en systématique, pourrait refléter les contraintes abiotiques auxquelles sont soumises les espèces. Selon Jardine *et al*. (2022), les Astéracées présentent une grande diversité de formes polliniques, tandis que les Poacées possèdent des grains de pollen plus homogènes, adaptés à une dispersion anémophile, particulièrement efficace en milieux ouverts et semi-arides. Des études récentes suggèrent que des caractéristiques telles que la taille, la sculpture ou encore la porosité des grains de pollen pourraient être influencées par les conditions microclimatiques (Fatmi *et al*., 2020 ; Joosten *et al*., 2021).

L'objectif principal de ce travail est de recenser la diversité, la répartition floristique et la morphologie pollinique des Poacées et des Astéracées du nord au sud de la wilaya de Tébessa.

Chapitre 1 :

Etude Bibliographique

1. Les zones semi-arides

Les zones semi-arides constituent des espaces de transition écologique entre les régions arides et les zones subhumides sèches (Fig. 1). Elles couvrent environ 15 % de la surface terrestre mondiale (UNEP, 2007). Leur spécificité écologique réside dans la conjugaison de faibles précipitations annuelles (généralement comprises entre 250 mm et 600 mm), d'une forte évapotranspiration potentielle et d'une variabilité climatique marquée, tant à l'échelle saisonnière qu'interannuelle (Nicholson, 2011).

D'un point de vue pédologique, les sols des zones semi-arides sont généralement pauvres en matière organique, faiblement structurés, et souvent sujets à la compaction, à la salinisation et à la désertification. L'activité biologique y est réduite et les cycles de nutriments sont perturbés par l'exploitation intensive et les conditions climatiques extrêmes. Parmi les types de sols fréquents dans ces régions figurent les sols ferrugineux tropicaux, les sols calcimagnésiques et les sols gypsiques, qui présentent une faible capacité de rétention d'eau, limitant ainsi leur potentiel agricole sans l'appui de techniques de gestion adaptées (FAO, 2020).

Sur le plan écologique, ces milieux abritent une biodiversité spécifique mais vulnérable, dominée par des espèces végétales xérophiles et des formations végétales clairsemées, telles que les steppes et les savanes sèches (Le Houérou, 1995).

La pression anthropique par défrichement, le surpâturage et l'extension agricole non planifiée, fragilise ces écosystèmes en perturbant leur équilibre fonctionnel. La fragmentation des habitats, la disparition d'espèces endémiques et l'érosion génétique constituent autant de menaces amplifiées par les effets du changement climatique (MEA, 2005).

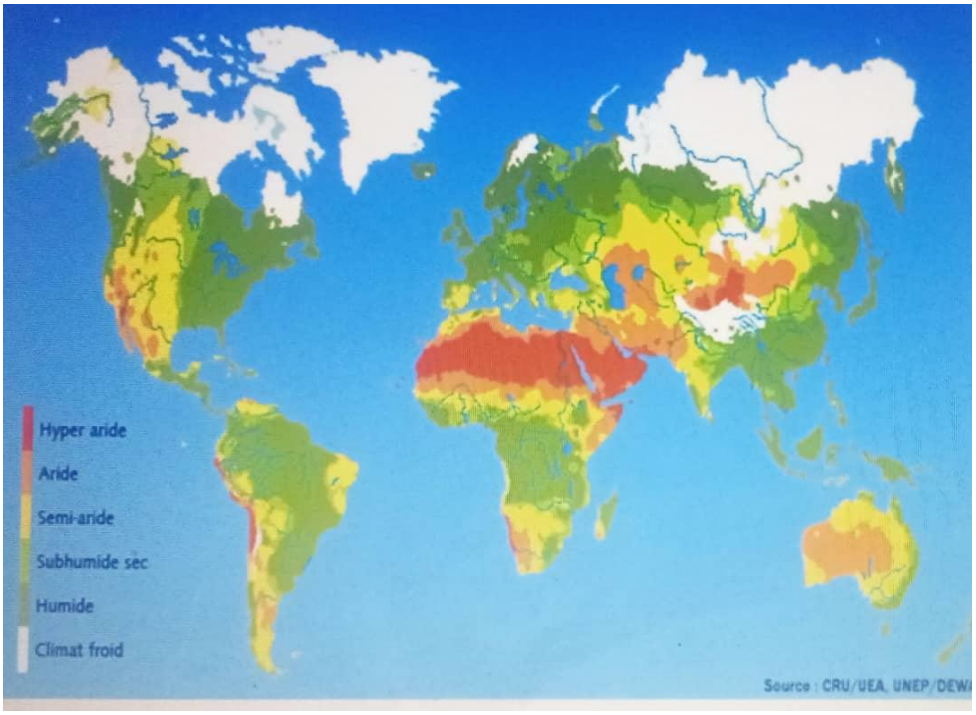


Figure 1 : Carte des zones bioclimatiques dans le monde (UNEP, 2007)

La classification climatique des zones arides et semi-arides repose principalement sur l'indice d'aridité (IA), défini comme le rapport entre les précipitations annuelles (P) et l'évapotranspiration potentielle (ETP). Plus cet indice est bas, plus la région est sèche (Tableau 1) **(IA = P/ETP). (**FAO,2020).

Tableau 1 : Classification climatique des zones semi-arides selon l'indice d'aridité (IA = P/ETP).

Type de zone	Indice d'aridité (IA = P / ETP)	Pluviométrie annuelle (mm)	Végétation dominante
Zone hyperaride	IA < 0,03	< 100 mm	Absence quasi-totale de végétation
Zone aride	0,03 ≤ IA < 0,20	100 – 250 mm	Végétation très clairsemée (érémophytes)
Zone semi-aride	0,20 ≤ IA < 0,50	250 – 500 mm	Steppe, buissons xérophytes
Zone subhumide sèche	0,50 ≤ IA < 0,65	500 – 700 mm	Maquis, forêts claires

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) utilisent ce système de classification pour évaluer la vulnérabilité des terres à la désertification).

Les zones semi-arides sont marquées par :

- Une forte variabilité interannuelle des précipitations ;
- Un stress hydrique chronique ;
- Une végétation adaptée à la sécheresse (plantes xérophytes) ;
- Une sensibilité accrue à la dégradation des sols (érosion, salinisation, appauvrissement en matière organique).

Ces caractéristiques font des zones semi-arides des milieux fragiles, dont la gestion durable est cruciale pour limiter les risques de désertification.

2. Situation géographique de la région de Tébessa

La wilaya de Tébessa est située à l'extrême est de l'Algérie, à la frontière avec la Tunisie. Elle couvre une superficie d'environ 13 878 km², comprise entre les latitudes 34°20′ et 35°30′ Nord et les longitudes 7°20′ et 8°30′ Est (Direction des Services Agricoles de Tébessa, 2020). Cette position géographique la place dans une zone de transition écologique et biogéographique, entre les chaînes telliennes au nord et les structures sahariennes au sud, conférant à la région un intérêt particulier en matière de diversité écologique. La **Figure 2** présente le découpage administratif de la wilaya de Tébessa (INCT, 2020).

Le relief de la région est caractérisé par une grande variété de formations topographiques, notamment les monts de Nememcha, les hauts plateaux steppiques ainsi que des plaines alluviales. Ces caractéristiques influencent non seulement la répartition des habitats naturels, mais également les modes d'occupation du sol et les systèmes agricoles locaux (Institut National de Cartographie et de Télédétection [INCT], 2019).

Sur le plan hydrographique, Tébessa est traversée par plusieurs oueds temporaires, tels que l'Oued El-Kébir, l'Oued Charef et l'Oued Messida. Ces cours d'eau présentent un régime irrégulier, fortement conditionné par les précipitations saisonnières, ce qui impacte la disponibilité en ressources hydriques pour l'agriculture et l'écosystème (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques [ANRH], 2018).

Grâce à cette configuration géographique et climatique, la région constitue un écosystème charnière où coexistent des espèces végétales d'origines méditerranéennes, steppiques et sahariennes. Cette richesse floristique est cependant soumise à des pressions

anthropiques croissantes telles que le surpâturage, la mise en culture excessive ou encore l'urbanisation, compromettant ainsi l'équilibre écologique local (CNDRB], 2021).

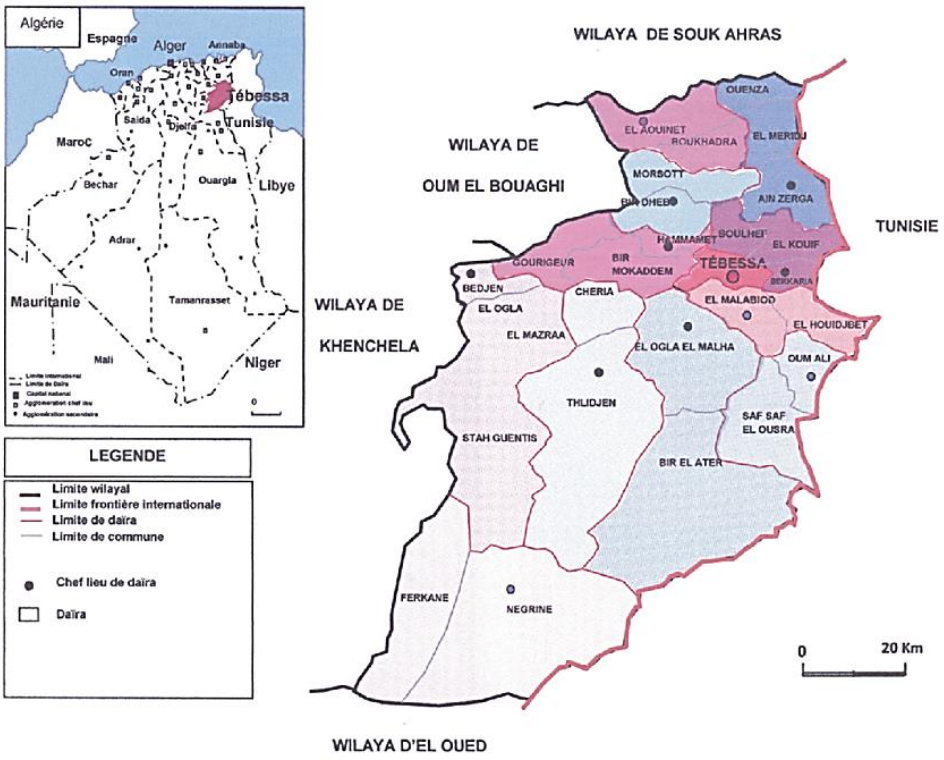


Figure 2 : Carte du découpage administratif de la wilaya de Tébessa (INCT, 2020).

3. La palynologie

La palynologie est l'étude des grains de pollen et des spores, qu'ils soient fossiles ou actuels. Cette discipline interdisciplinaire joue un rôle essentiel en paléoécologie, en

Systématique végétale, en archéologie et en biogéographie. Elle permet de reconstituer les paysages végétaux anciens, de suivre les variations climatiques et environnementales, et d'appuyer la taxonomie grâce à l'analyse morphologique des grains (Erdtman, 1969 ; Faegri & Iversen, 1989 ; Moore et al., 1991 ; Beug, 2004).

Grâce à la résistance remarquable de la sporopollénine, constituant principal de l'exine pollinique, les grains peuvent se conserver sur de longues périodes dans des environnements variés (Hesse et al., 2009 ; Punt et al., 2007). En systématique, la palynologie permet d'établir des critères diagnostiques fiables entre familles et genres végétaux, notamment par l'étude des formes, tailles, types d'apertures, ornementations, et structures internes (Salavert, 2011 ; Halbritter *et al*., 2018).

Les avancées technologiques telles que la microscopie électronique à balayage (MEB) ou l'imagerie numérique couplée à l'analyse morphométrique automatisée ont révolutionné la précision des observations palynologiques (Severova et al., 2024).

3.1. Morphologie et structure des grains de pollen

Les grains de pollen constituent les unités reproductrices mâles des plantes à fleurs (angiospermes) et des gymnospermes. Leur étude morphologique et leur structure permettent non seulement l'identification taxonomique, mais aussi l'interprétation de stratégies évolutives en réponse à des contraintes environnementales (Erdtman, 1969 ; Faegri & Iversen, 1989 ; Moore *et al.*, 1991).

• **Forme générale** : Les grains peuvent être sphériques, ellipsoïdes, oblongues, prolatés ou subprolatés, selon les espèces. Leur symétrie est souvent radiale (isopolaire) ou bilatérale (hétéropolaire) (Punt et al., 2007 ; Hesse et al., 2009~~).~~

• **Taille** : Généralement comprise entre 10 et 100 µm. Elle est utilisée pour classer les grains en micropollens (< 10 µm), mésopollens (10–50 µm) et macropollens (> 50 µm) (Halbritter et al., 2018).

• **Apertures** : Ce sont des zones plus fines de l'exine par lesquelles le tube pollinique émerge. On distingue les pores (porus), les sillons (colpus), et les formes mixtes (colporés). Leur nombre et disposition ont une forte valeur diagnostique (Faegri & Iversen, 1989 ; Punt *et al.*, 2007).

• **Ornementation de l'exine** : L'exine peut être lisse, réticulée, striée, verruqueuse ou épineuse, selon l'espèce et le mode de pollinisation. Ces ornementations sont souvent spécifiques à la famille ou au genre (Moore et al., 1991 ; Hesse et al., 2009).

Le grain de pollen est composé de plusieurs couches distinctes (Fig. 3) :

- Exine : C'est la couche externe robuste, constituée principalement de sporopollénine, une substance très résistante à la dégradation. L'exine est stratifiée, généralement divisée en tectum (surface supérieure), columella (colonnes supportant le tectum) et nexine (couche inférieure) (Erdtman, 1969 ; Faegri & Iversen, 1989).
- Intine : Située sous l'exine, l'intine est une fine couche interne composée de cellulose et de pectines. Elle est plus fragile et joue un rôle fonctionnel lors de la germination en formant le tube pollinique.

- Cytoplasme : Au centre du grain se trouve le contenu cellulaire, comprenant le noyau génératif et végétatif, responsable de la fécondation.

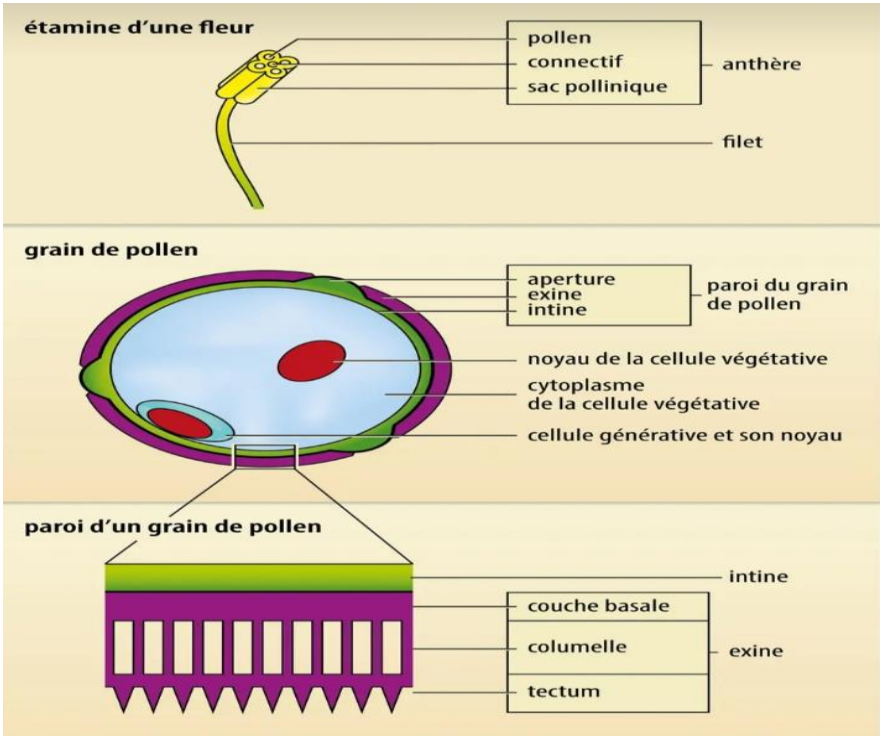


Figure 3 : Une illustration détaillée de la structure d'un grain de pollen avec une identification claire des couches et des tissus (Erdtman, 1969).

3.2. Morphologie externe des grains de pollen

La morphologie externe des grains de pollen se caractérise par plusieurs éléments fondamentaux (Fig. 3 et Fig. 4) :

- **Forme générale** : Les grains de pollen présentent une grande diversité de formes, pouvant être sphériques, ellipsoïdes, oblongs, fusiformes ou plus complexes selon les espèces. La symétrie peut être radiale (isopolaire) ou bilatérale (hétéropolaire) (Erdtman, 1969).

- **Taille** : La taille des grains varie généralement entre 10 et 100 micromètres, ce qui permet de les classer en trois catégories : micropollens (< 10 µm), mésopollens (10–50 µm) et macropollens (> 50 µm) (Faegri & Iversen, 1989).

- **Apertures (ou pores)** : Il s'agit de zones amincies de l'exine, par lesquelles émerge le tube pollinique. Ces structures peuvent être de différents types : pores ronds (monoporés), sillons allongés (colpus), ou combinaisons de sillons et de pores

(colporés). Le nombre, la forme et la disposition des apertures sont des critères taxonomiques majeurs (Faegri & Iversen, 1989).

- **Ornementation** : La surface externe de l'exine peut présenter diverses textures, telles que lisse, réticulée, granuleuse, épineuse, striée ou verruqueuse. Ces motifs d'ornementation, illustrés par les principaux types dans la figure 5 (Moore et al., 1991), permettent de distinguer efficacement les familles, genres ou espèces.

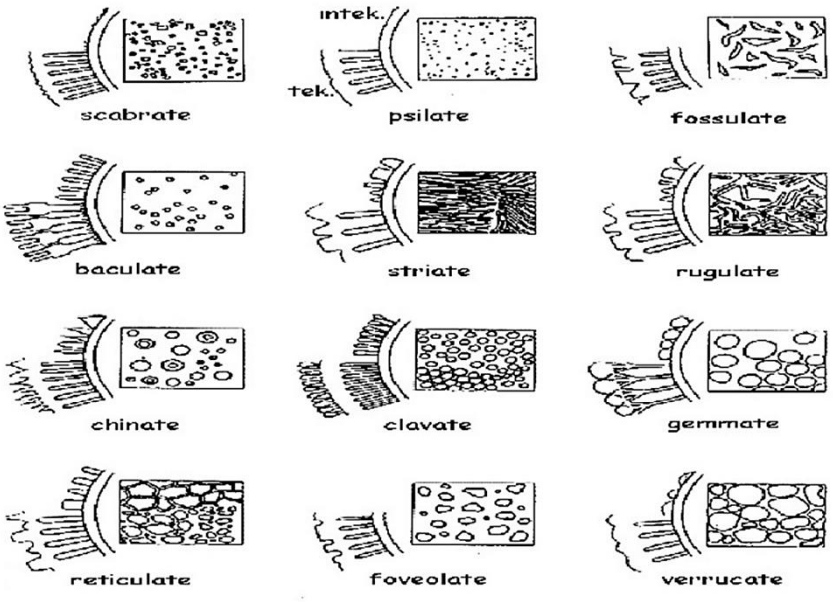


Figure 4 : Principaux types d'ornementation de la paroi pollinique (Moor *et al.*, 1991)

4. Caractéristiques spécifiques des familles étudiées

4.1. Asteraceae

Les Asteraceae, aussi appelées Composées, constituent l'une des familles les plus vastes et diversifiées du règne végétal. Elles se caractérisent par des inflorescences en capitules, formées d'un ensemble de petites fleurs tubulées ou ligulées, donnant l'apparence d'une fleur unique. Cette organisation favorise une pollinisation principalement entomophile, assurée par les insectes (Funk *et al.*, 2009).

Sur le plan palynologique, les grains de pollen des Asteraceae sont tricolporés, c'est-à-dire munis de trois sillons associés à des pores, une caractéristique typique des dicotylédones (Erdtman, 1969). Leur forme est généralement sphérique à légèrement subprolatée, avec une taille variant de 25 à 60 µm, selon les espèces (Moore *et al.*, 1991). L'exine est épaisse, souvent ornementée d'épines ou de structures réticulées, ce qui facilite l'adhésion aux

pollinisateurs (Blackmore & Barnes, 1991 ; Punt *et al*., 2007). Cette ornementation constitue un critère taxonomique clé pour la différenciation des genres au sein de la famille.

L'exine est composée de plusieurs couches distinctes : un tectum souvent perforé ou réticulé, une columelle bien développée, et une base homogène. L'intine, quant à elle, est souple et bien visible, permettant la formation rapide du tube pollinique lors de la germination (Reille, 1992). Ces traits structuraux permettent aux Asteraceae de maintenir une reproduction efficace, tout en assurant une bonne préservation fossile.

Grâce à leur complexité morphologique et leur diversité ornementale, les pollens d'Asteraceae sont précieux en taxonomie palynologique et en paléoécologie, notamment pour la reconstitution de paysages xériques ou steppiques (Beug, 2004). Enfin, certains genres comme *Artemisia* sont utilisés comme bio-indicateurs, en raison de leur abondance et de leur sensibilité aux changements climatiques et anthropiques (Salavert, 2005).

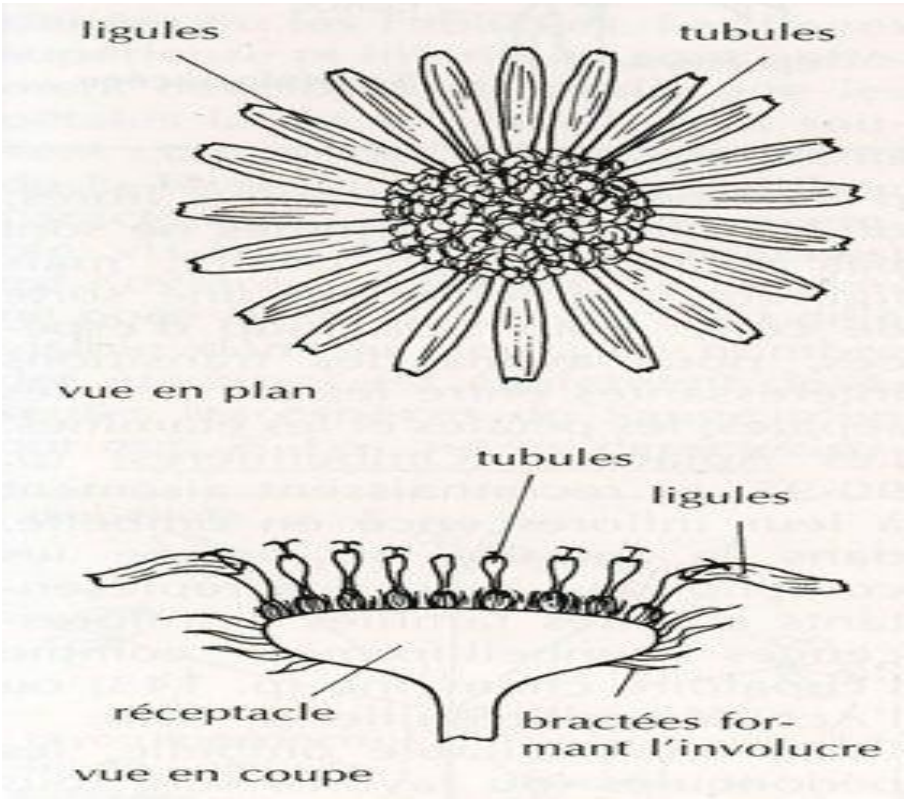


Figure 5: Figure botanique représentant les asteracées ligulés, tubulés et mixtes) Science Direct Topics, s.d.)

4.2 Poaceae

Les grains de pollen des Poaceae présentent des traits morphologiques distinctifs, fortement influencés par leur mode de pollinisation anémophile. Ils sont généralement isopolaires, de forme sphérique à légèrement oblongue, et mesurent entre 20 et 45 µm (Moore

et al., 1991). Une caractéristique diagnostique majeure est la présence d'une seule aperture de type porus, centrée, ce qui les classe parmi les grains monoporés (Punt *et al*., 2007).

L'exine, fine, homogène, non stratifiée et composée principalement de sporopollénine, confère au grain une structure légère, adaptée au transport aérien (Erdtman, 1969). Sa surface est typiquement lisse (psilate), ce qui diminue la résistance à l'air et améliore l'efficacité de dispersion par le vent (Faegri & Iversen, 1989). L'intine est généralement peu développée et reste peu visible en dehors du processus de germination.

Cette morphologie épurée reflète une stratégie reproductive adaptée aux milieux ouverts, souvent semi-arides, où la dispersion massive et aléatoire par le vent est essentielle (Kellogg, 2015). En conséquence, les Poaceae produisent de grandes quantités de pollen, ce qui rend leurs grains très fréquents dans les spectres polliniques modernes et fossiles, et donc utiles en palynologie appliquée à la reconstitution des paysages (Beug, 2004).

Cependant, cette uniformité morphologique pose un défi pour la discrimination spécifique, car les critères distinctifs entre genres ou espèces sont souvent subtils, limités à des variations de taille, d'épaisseur de l'exine ou de diamètre du porus (Salavert, 2011).

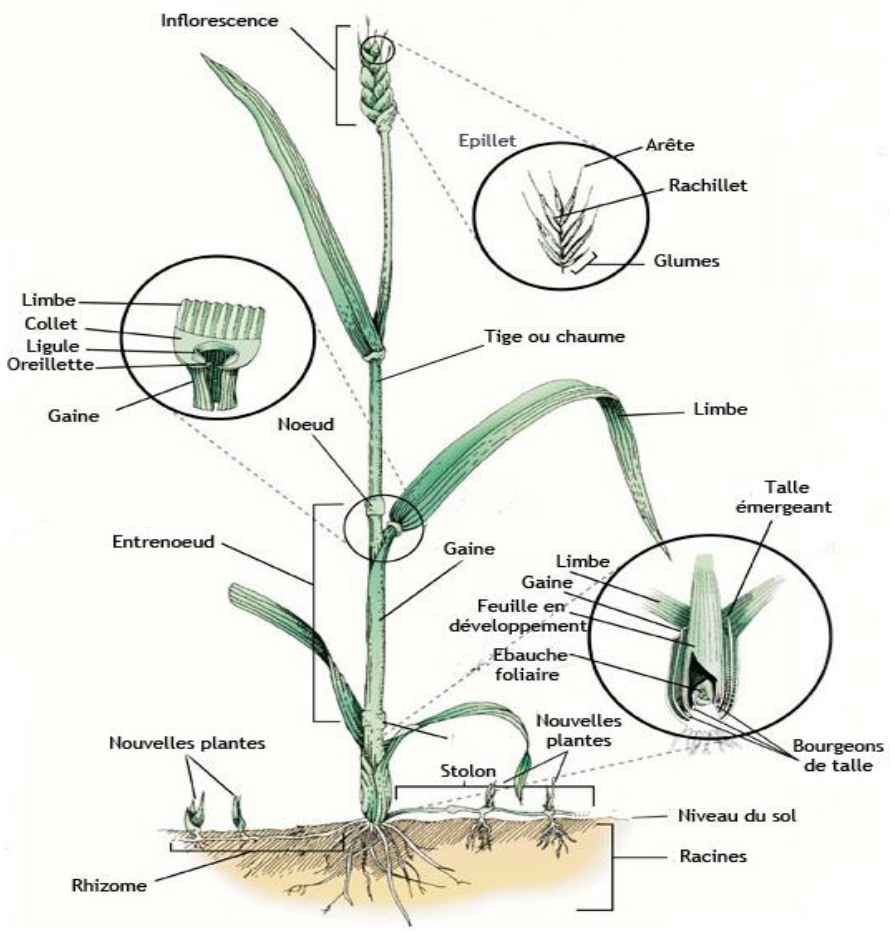


Figure 6 : figure botanique des poacée (Botarela, s.d.)

Chapitre 2.

Matériel et Méthodes

1. Localisation et description des sites d'étude selon les communes

1.1. Daïra de Negrine

1.1.1 Negrine

Située à l'extrême sud de la wilaya, à la latitude 34°31′55.25″ N et longitude 7°25′28.42″ E, avec une altitude moyenne de 316 m. Le climat est aride, avec une pluviométrie moyenne annuelle d'environ 250 mm et une température moyenne annuelle de 22 °C. Cette commune appartient à l'étage bioclimatique aride inférieur. Les sols y sont calcaires et faiblement riches en matière organique, favorisant une végétation steppique clairsemée. On y trouve principalement des Poaceae annuelles et des Asteraceae adaptées à la xérophilie.

1.1.2. Ferkane

Voisine de Negrine, elle présente un environnement écologique similaire avec un climat aride et des caractéristiques pédologiques comparables. La végétation est dominée par les Poaceae et Asteraceae dans les espaces ouverts, en raison de conditions de sol et climat similaires.

1.2. Daïra de Bir El Ater

Localisée à 34°35′46.74″ N, 7°45′21.50″ E, avec une altitude corrigée à 885 m. La pluviométrie moyenne est de 270 mm/an, avec une température moyenne annuelle de 21 °C. Le climat est semi-aride à aride inférieur. Le relief se compose de collines et plaines caillouteuses. La végétation est variée, avec une forte présence de Poaceae dans les zones ouvertes, tandis que les Asteraceae colonisent les terrains perturbés et les abords des oueds.

Point d'inventaire :

34°35′46.74″ N, 7°45′21.50″ E, 885 m

1.3. Daïra de Oum Ali

Située à 35°15′56.42″ N, 8°16′53.54″ E, altitude 1 032 m. Pluviométrie moyenne annuelle de 400 mm et température moyenne annuelle de 18 °C. L'étage bioclimatique est semi-aride supérieur. Les sols varient entre calcaires et légèrement plus humides. La végétation spontanée est dominée par des herbacées, notamment Poaceae et Asteraceae, présentes sur terrains en jachère et bordures de routes.

Point d'inventaire :

35°15′56.42″ N, 8°16′53.54″ E, 1 032 m

1.4. Daïra de El Ma Labiodh

À 35°18′32.96″ N, 8°16′34.54″ E, altitude 953 m. La pluviométrie moyenne est de 410 mm/an avec une température annuelle moyenne de 18.5 °C. Cette région est caractérisée par des plaines agricoles et des prairies naturelles, où les Poaceae s'épanouissent comme graminées fourragères et les Asteraceae sont fréquentes dans les zones cultivées ou abandonnées.

Point de d'inventaire :

35°18′32.96″ N, 8°16′34.54″ E, 953 m

1.5. Daïra de El Kouif

Positionnée à 35°20′41.57″ N, 8°14′36.10″ E, altitude 1 084 m. La pluviométrie moyenne annuelle est de 420 mm, la température moyenne de 18 °C, correspondant à l'étage semi-aride supérieur. Le relief semi-montagneux favorise une végétation printanière dense, avec des touffes serrées de Poaceae sur les pentes et des Asteraceae occupant les zones ouvertes et les bords de chemins.

Point d'inventaire :

35°20′41.57″ N, 8°14′36.10″ E, 1 084 m

1.6. Daïra de Ouenza

Localisée à 35°51′20.02″ N, 7°48′38.19″ E, altitude 575 m. Pluviométrie moyenne annuelle de 450 mm et température moyenne annuelle de 17 °C. Malgré une activité industrielle importante, cette commune possède des friches végétales riches en Poaceae et Asteraceae, adaptées aux sols perturbés et souvent pauvres.

Point d'inventaire :

35°51′20.02″ N, 7°48′38.19″ E, 575 m

1.7. Daïra de Boukhadra

À 35°45′59.70″ N, 8°42′09.12″ E, altitude corrigée à 705 m. La pluviométrie moyenne est de 430 mm, avec une température annuelle moyenne de 17.5 °C. Elle présente une flore

dominée par des espèces pionnières, en particulier des Asteraceae associées à des Poaceae tolérantes à la sécheresse.

Point d'inventaire :

35°45′59.70″ N, 8°42′09.12″ E, 705 m

1.8. Daïra de El Aouinet (Oued Mellegue)

Située à 35°49′31.27″ N, 7°51′54.07″ E, altitude 739 m. La pluviométrie moyenne annuelle est de 410 mm, la température moyenne de 18.2 °C. Le site est caractérisé par un lit d'oued temporaire et une plaine limitrophe, créant un microclimat favorable à une flore herbacée dense, riche en Poaceae et Asteraceae.

Point d'inventaire :

35°49′31.27″ N, 7°51′54.07″ E, 739 m

1.9. Daïra de Hammamet

À 35°25′03.12″ N, 7°57′47.03″ E, altitude 1 054 m. Cette zone, reconnue pour ses sources thermales, bénéficie d'un environnement verdoyant avec une biodiversité floristique élevée. Les prairies dominées par les Poaceae sont fréquentes, tandis que les Asteraceae colonisent les talus rocailleux et les terrains anthropisés. La pluviométrie annuelle est de 420 mm et la température moyenne de 18 °C.

Point d'inventaire :

35°25′03.12″ N, 7°57′47.03″ E, 1 054 m

2. Données climatiques de la région

Vu les étages climatiques de la wilaya de Tébessa, chaque étage a des températures et des précipitations spécifiques, par manque de données par daïra nous illustrant ce paramètre par les données climatiques moyennes de la wilaya (Fig. 8). Les données climatiques de janvier à octobre 2024 ont été enregistrées du site tutiempo.net.

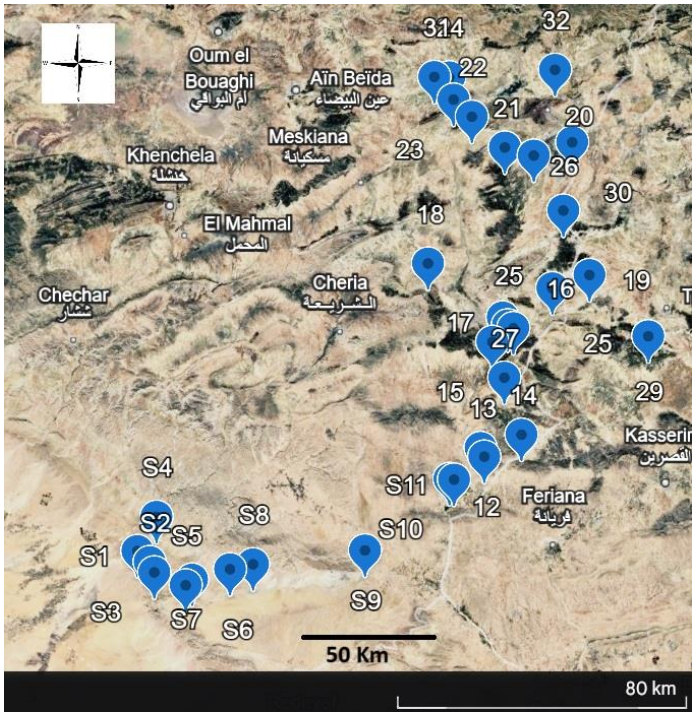


Figure 7 : Localisation des sites d'étude (Google Earth, 2025)

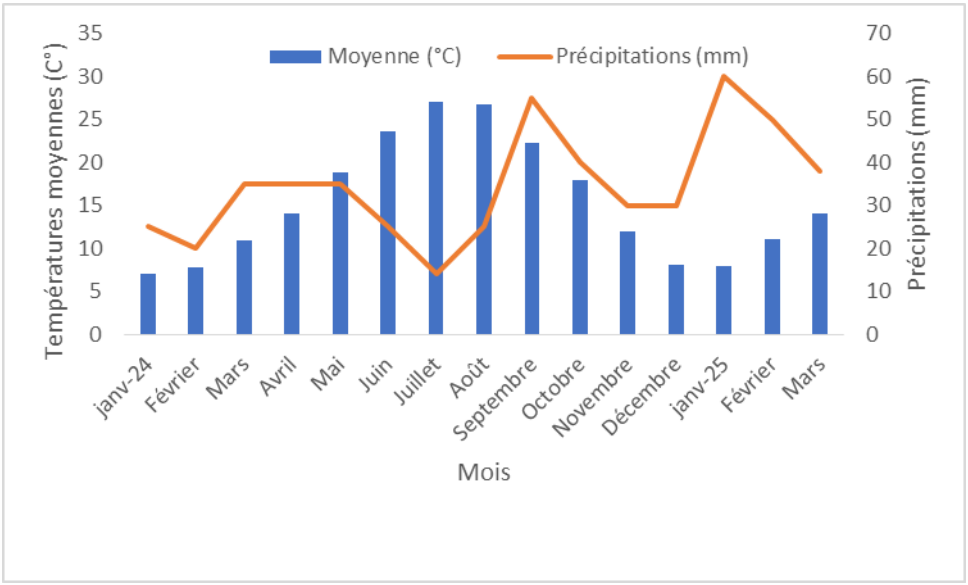


Figure 8: Diagramme ombrothermique de la wilaya de Tébessa (nov. 2024 – avr. 2025)

3. Méthodologie floristique

Les prospections de terrain ont été réalisées entre le 19 avril et le 9 mai 2025, période correspondant à la floraison maximale des espèces herbacées. Les spécimens collectés été en pleine floraison. Chaque échantillon comprenait les différentes parties du végétal. Les coordonnées GPS, altitude, date et nom de la station ont été systématiquement notés.

Les plantes ont été mises sous presse immédiatement après la collecte, entre des feuilles de papier journal et séchées à température ambiante, dans un espace bien aéré à l'abri du soleil. Une fois séchés, les échantillons ont été étiquetés puis conservés dans des armoires métalliques au laboratoire. Aucun agent chimique n'a été utilisé pour la conservation.

4. Identification botanique

L'identification a été réalisée à l'aide de la flore régionale (Quézel & Santa, 1962–1963) et des bases de données botaniques (Tela Botanica et Flore du Maghreb).

5. Etude pollinique

5.1. Préparation des échantillons

Les anthères des fleurs matures ont été prélevées avec une pince fine. Les grains de pollen ont été déposés sur des lames propres, puis traités avec une goutte d'acide sulfurique concentré pour améliorer la visibilité de l'exine. Les lames ont été recouvertes de lamelles couvre-objet. Aucune fixation permanente n'a été réalisée.

5.2. Paramètres mesurés

L'observation au microscope optique a permis d'analyser :

La forme générale (Fig. 11)

La taille (axe polaire et équatorial) (Tableau 05)

Le type et nombre d'apertures

L'ornementation et l'épaisseur de l'exine

Les mesures ont été faites avec un micromètre oculaire calibré (µm). Chaque caractéristique a été consignée dans un cahier de laboratoire.

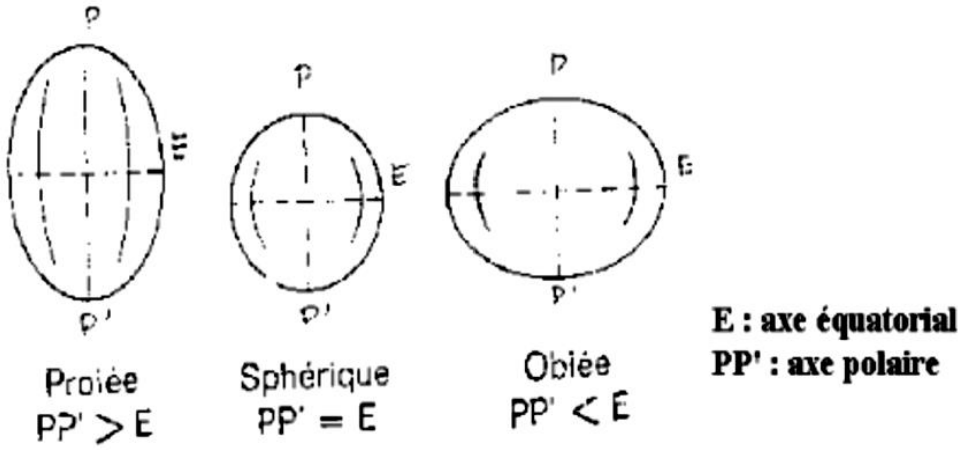


Figure 9: Les différentes formes de grain de Pollen (Guerin et Cour, 1993)

Tableau 2: Dimension des grains de pollen par rapport aux axes polaire (AP) et équatoriale (AE) (Erdtman, 1952).

Classes des pollen	AP / AE	100 × PA / AE
Peroblate	< 4/8	< 50
Oblate	4/8–6/8	50–75
Suboblate	6/8–7/8	75–88
Oblate spheroidal	7/8–8/8	88–100
Prolate spheroidal	8/8–8/7	100–114
Subprolate	8/7–8/6	114–133
Prolate	8/6–8/4	133–200
Perprolate	> 8/4 >	200

Chapitre 3.

Résultats et discussion

1. Familles des astéracées

Après la collecte des plantes dans la wilaya de Tébessa dans les différentes daïras qui sont au nombre de huit (Negrine, Bir El Ater, Oum Ali, El Ma Labiodh, El Kouif, Bir Mokkadem, El Aouinet et Ouenza), et la constitution d'un herbier, nous avons classé les individus identifiés par familles, genres, et espèces.

1.1. Inventaire floristique

Le tableau 03 indique la présence (+) ou l'absence (-) des espèces dans les stations étudiées, permettant d'évaluer leur répartition spatiale au sein des régions.

Nous avons recensé 26 espèces de la famille des astéracées appartenant à 22 genres, dont la répartition varie par rapport au transect sud-nord. La daïra de Negrine est représentée par 15 espèces suivit de Bir El Ater et Oum Ali par respectivement 18 et 19 espèces. En revanche, les daïras comme El kouif, Bir Mokkadem, El Aouinet et Ouenza présentent une diversité floristique plus riche allant de 22 à 23 espèces. Ce paragraphe concerne les Astéracée

1.2. Répartition des espèces selon les étages bioclimatiques

Selon le tableau 3 les espèces sont réparties différemment selon les étages bioclimatiques. Un groupe d'espèces est présent dans tous les étages bioclimatiques telles que :

- *Anacyclus clavatus*
- *Anacyclus radiatus*
- *Calendula arvensis*
- *Calendula suffruticosa*
- *Centaurea acaulis*
- *Scorzonera undulata*
- *Senecio* sp
- *Silybum marianum*

Nous avons des espèces, qui sont présentes dans tous les étages à l'exception de l'étage désertique :

- *Centaurea solstitialis*
- *Echinops spinosus*
- *Reichardia tingitana*

- *Santolina chamaecyparissus*
- *Taraxacum Officinale*

Des espèces sont absentes du désertique jusqu'au thermoméditerranéen accentué :

- *Bombycilaena sp*
- *Artemisia herba alba*
- *Cichorium intybus*
- *Hertia cheirifolia*
- *Scolymus hispanicus*
- *Urospermum dalechampii*

Inversement au cas précédent des espèces sont absentes du mésomeditérranéen accentué au thermoméditérranéen atténué à l'accentué :

- *Cirsium vulgare*
- *Galactites tomentosa*

1.3. Nombre d'espèces par étage bioclimatique

Allant du sud au nord les cinq étages bioclimatiques ont montré la richesse floristique suivante :

- L'étage désertique englobe 15 espèces
- L'étage subdésertique montre 19 espèces
- L'étage thermoméditerranéen accentuée montre 23 espèces en regroupant les différents sites de cet étage bioclimatique.
- L'étage thermoméditerranéen atténuée présente 24 espèces en regroupant les différents sites de cet étage bioclimatique.
- L'étage mésoméditérranéen accentué montre 22 espèces en regroupant les différents sites de cet étage bioclimatique.

Tableau 3 : Inventaire et nombre d'espèces des Asteraceae dans les daïras d'étude de la Wilaya de Tébessa.

Espèces / Sites	Negrine Désertique	Bir el Ater Subdésertique	Oum Ali Thermoméditerranéen accentuée	El Ma Labiad Thermoméditerranéen accentuée	El kouif Thermoméditerranéen atténuée	Bir mokkadem Thermoméditerranéen atténué	El Aouinet Mésoméditérranéen accentué	Ounza Mésoméditérranéen accentué	**Nombre de présence par site**
Anacyclus clavatus (desf.) pers.	+	+	+	+	+	+	+	+	8
Anacyclus radiatus Loisel.	+	+	+	+	+	+	+	+	8

Artemisia herba alba Asso.	-	-	-	-	+	+	+	+	4
Bombycilaena discolor (Pers) Lainz.	-	-	-	+	+	+	+	+	5
Bombycilaena sp (Pers.) Lainz	-	+	-	-	+	+	+	+	5
Calendula arvensis L.	+	+	+	+	+	+	+	+	8
Calendula suffruticosa Vahl	+	+	+	+	+	+	+	+	8
Carduus nutans L.	+	+	+	+	+	+	-	-	6
Carthamus lanatus L.	+	+	+	+	+	+	-	-	6
Centaurea acaulis L.	+	+	+	+	+	+	+	+	8
Centaurea solstitialis L.	-	+	+	+	+	+	+	+	7
Cichorium intybus L.	-	-	-	+	+	+	+	+	5
Cirsium vulgare (Savi)Ten	+	+	+	+	+	-	-	-	5
Echinops spinosus L.	+	+	+	+	-	+	+	+	7
Galactites tomentosa moench	+	+	+	-	-	-	-	-	3
Hertia cheirifolia (L.) kuntze	-	-	-	+	+	+	+	+	5
Mantisalca sp cass. Schrank	+	+	+	+	-	-	+	+	6
Pallenis spinosa L. cass.	-	-	+	+	+	+	+	+	6
Reichardia tingitana (L.) Roth	-	+	+	+	+	+	+	+	7
Santolina chamaecyparissus L.	+	+	-	+	+	+	+	+	7
Scolymus hispanicus L.	-	-	-	-	+	+	+	+	4
Scorzonera undulata vahl	+	+	+	+	+	+	+	+	8
Senecio sp L.	+	+	+	+	+	+	+	+	8
Silybum marianum (L.) Gaertn.	+	+	+	+	+	+	+	+	8
Taraxacum Officinale F.H.Wigg	-	+	+	+	+	+	+	+	7
Urospermum dalechampii (L.) scop Ex. F.W.schmidt	-	-	-	+	+	+	+	+	5
Total des espèces par daïra	15	19	18	22	23	23	22	22	

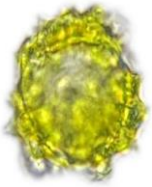
1.4. Caractéristiques générales des espèces

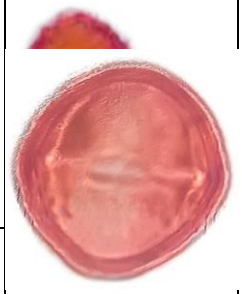
Les espèces identifiées au cours de nos sorties, printemps 2025 ont des caractéristiques communes et spécifiques aux astéracées avec, des inflorescence en capitule, feuilles simples, fruit en akène, sexualité hermaphrodite, pollinisation entomogame et dissémination anémochore. Les caractéristiques spécifiques de chaque espèce sont mentionnées au niveau du tableau 4, telles que le cycle de vie, la chorologie, quelques informations botaniques et la photographie de la plante prise in situ.

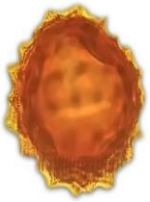
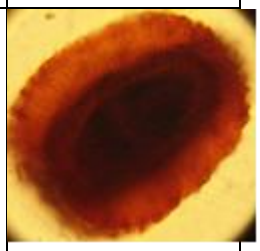
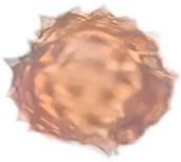
Le cycle de vie des espèces échantillonnées montre 13 espèces annuelles, 11 espèces vivaces et 2 espèces bisannuelles.

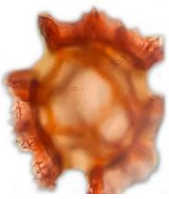
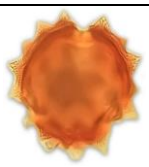
Pour le type chorologique la plupart des espèces sont méditerranéennes avec 19 échantillons suivi par eurasiatique avec 3 espèces et les cosmopolites avec 2 espèces. L'endémique et circumméditerranéen avec une espèce chacun.

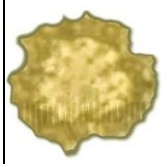
Tableau 4: Cycle de vie et type chorologique et illustration de l'espèce et son grain de pollen

Espèce	Tribu	Nom Français	Cycle de vie	Type chorologique	Plante	Pollen
Anacyclus clavatus (desf.) pers.	Anthemideae	Anacycle tomenteux	Annuelle	Circumméditerranéen		
Anacyclus radiatus Loisel.	Anthemideae	Anacycle radié	Annuelle	Méditerranéen		
Artemisia herba alba Asso.	Anthemideae	Armoise blanche	Vivace	Méditerranéen		
Bombycilaena discolor (Pers) Lainz.	Gnaphalieae	Cotonniére discolore	Annuelle	Méditerranéen		
Bombycilaena sp (Pers.) Lainz	Gnaphalieae	Cotonniére	Annuelle	Méditerranéen		

Calendula arvensis L.	Calenduleae	Souci des champs	Annuelle	Méditerranéen		
Calendula suffruticosa Vahl	Calenduleae	Calendule ligneuse	Vivace	Méditerranéen		
Carduus nutans L.	Cardueae	Chardon penché	Bisanuelle	Eurasiatique		
Carthamus lanatus L.	Cardueae	Carthame laineux	Annuelle	Méditerranéen		
Centaurea acaulis L.	Cynareae	Centaurea acaule	Vivace	Méditerranéen		
Centaurea solstitialis L.	Cardueae	Centaurea du solstice	Annuelle	Méditerranéen		
Cichorium intybus L.	Cichorieae	Chicorée sauvage	Vivace	Eeurasiatique		

Cirsium vulgare (Savi)Ten	Cardueae	cirse commun	Bisanuelle	Eurasiatique		
Echinops spinosus L.	Cardueae	Chardon boule épineux	Vivace	Méditerranéen oriental		
Galactites tomentosa Moench	Cardueae	Galactite tomenteux	Annuelle	Méditerranéen		
Hertia cheirifolia (L.) Kuntze	Senecioneae	Queue de castor	Vivace	Endémique		
Mantisalca sp cass. Schrank	Cardueae	Mantisalque de salamanque	Annuelle	Méditerranéen		
Pallenis spinosa L. cass.	Inuleae	étoile épineuse	Annuelle	Méditerranéen		

Reichardia tingitana (L.) Roth	Cichorieae	Reichardie de tingitane	Annuelle	Méditerranéen		
Santolina chamaecyparissus L.	Anthemideae	Santoline faux cyprés	Vivace	Méditerranéen		
Scolymus hispanicus L.	Cichorieae	Scolyme d'espagne	Vivace	Méditerranéen		
Scorzonera undulata vahl	Cichorieae	Scorsonére ondulée	Vivace	Méditerranéen		
Senecio sp L.	Senecioneae	Sénecon commun	Annuelle	Cosmopolite		
Silybum marianum (L.) Gaertn.	Cardueae	Chardon-marie	Annuelle	Méditerranéen		

Taraxacum Officinal E F.H.Wigg	Cichorieae	Pissenlit commun	Vivace	Cosmopolite		
Urospermum dalechampii (L.) scop Ex. F.W.schmidt	Cichorieae	Urosperme de dalechamp	Vivace	Méditerranéen		

1.5. Caractéristiques polliniques des astéracées

Les observations au microscope photonique des grains de pollen des 26 espèces d'astéracées ont montées que tous les grains possèdent des apertures de type colporé (Tableau 4). Les mesures du diamètre de l'axe polaire et de l'axe équatorial sont de de 25 à 51 µm, avec un rapport AP/AE allant de 112 à 98 donnant une forme prolate sphéroïdal ce qui est en générale une forme sphéroïdale à subprolatée (Tableau 5). Les grains de pollen sont entre petits et moyens, avec 25 espèces entre 25 et 39 µm de diamètre, et seulement une espèce avec 51 µm qui est *Scorzonera undulata*. La hauteur du tectum qui est la couche externe de l'exine varient entre 1,4 et 4,76 µm composée en générale d'épines de différentes formes selon l'espèce. L'ornementation de l'exine montre 4 formes réparties comme suit : en épineuse pour 12 espèces, en réticulée pour 11 espèces, en échinée pour 2 espèces et une espèce fenestrée.

La forme des grains de pollen avec ses ornementations ne semble pas être liées à un étage bioclimatique spécifique, les 4 formes se retrouvent dans les différents étages.

Tableau 5: Description des grains de pollen des Aéchantillonnés et mesures des axes polaire (AP) et équatorial (AE) et du Tectum.

Espèce	AP (µm)	AE (µm)	Forme du pollen	Hauteur du Tectum(µm)	Tectum
Anacyclus clavatus (desf.) pers.	25,67	25,67	Prolate spheroidal	2,1	Réticulé
Anacyclus radiatus Loisel.	26,00	26,00	Prolate spheroidal	2,0	Réticulé
Artemisia herba alba Asso.	32,00	32,00	Prolate spheroidal	2,3	Réticulé
Bombycilaena discolor (Pers) Lainz.	25,20	25,20	Prolate spheroidal	1,93	Échiné
Bombycilaena sp (Pers.) Lainz	25,20	25,20	Prolate spheroidal	1,93	Échiné
Calendula arvensis L.	26,50	26,50	Prolate spheroidal	2,4	Réticulé
Calendula suffruticosa Vahl	29,00	29,00	Prolate spheroidal	2,5	Réticulé
Carduus nutans L.	35,00	35,00	Prolate spheroidal	3,7	Épineux
Carthamus lanatus L.	33,00	33,00	Prolate spheroidal	3,5	Épineux
Centaurea acaulis L.	32,20	28,70	Prolate spheroidal	1,4	Épineux
Centaurea solstitialis L.	34,00	34,00	Prolate spheroidal	3,6	Épineux
Cichorium intybus L.	28,00	28,00	Prolate spheroidal	2,6	Réticulé
Cirsium vulgare (Savi)Ten	36,00	36,00	Prolate spheroidal	3,8	Épineux
Echinops spinosus L.	40,00	60,00	Perprolate	3,0	Épineux
Galactites tomentosa moench	30,00	30,00	Prolate spheroidal	3,1	Épineux
Hertia cheirifolia (L.) kuntze	30,98	30,98	Prolate spheroidal	2,7	Réticulé
Mantisalca sp cass. Schrank	30,00	30,00	Prolate spheroidal	2,9	Épineux
Pallenis spinosa L. cass.	28,00	27,30	Prolate spheroidal	3,43	Épineux
Reichardia tingitana (L.) Roth	27,50	27,50	Prolate spheroidal	2,4	Réticulé
Santolina chamaecyparissus L.	31,00	31,00	Prolate spheroidal	2,8	Réticulé
Scolymus hispanicus L.	39,20	37,80	Prolate spheroidal	1,82	Épineux
Scorzonera undulata vahl	51,24	51,24	Prolate spheroidal	4,76	Épineux
Senecio sp L.	29,50	29,50	Prolate spheroidal	2,6	Réticulé
Silybum marianum (L.) Gaertn.	38,00	38,00	Prolate spheroidal	4,0	Épineux
Taraxacum Officinale F.H.Wigg	30,00	30,00	Prolate spheroidal	2,5	Réticulé
Urospermum dalechampii (L.) scop Ex. F.W.schmidt	34,30	35,00	Oblate spheroidal	3,43	Fenéstré

2. Famille des poaceae

L'analyse floristique réalisée dans les différentes stations de la région de Tébessa a permis d'identifier 18 genres et 22 espèces répartis sur plusieurs zones bioclimatiques, de l'étage désertique au mésoméditerranéen accentué.

2.1 Répartition des espèces selon les étages bioclimatiques

L'analyse de la répartition des espèces de la famille des Poaceae à travers les différents étages bioclimatiques de la wilaya de Tébessa révèle une structuration floristique fortement influencée par les conditions climatiques et édaphiques propres à chaque zone. En croisant les données du tableau d'inventaire, il est possible de regrouper les espèces selon leur amplitude écologique de la manière suivante :

Les espèces présentes dans tous les étages bioclimatiques étudiés :

Ce groupe regroupe des espèces communes, allant de l'étage désertique au mésoméditerranéen accentué. Il inclut notamment :

- *Cynodon dactylon*
- *Hordeum murinum*
- *Stipa parviflora*

D'autres espèces peuvent etre considérés comme omniprésentes telles que *Piptatherum sp* et *Schismus sp.*

Les espèces absentes de l'étage désertique à l'étage thermoméditerranéen accentué :

Ce groupe inclut des espèces plus exigeantes sur le plan climatique, absentes des zones arides et semi-arides, mais observées dans des conditions plus tempérées. C'est le cas, par exemple :

- *Aegilops ovata*
- *Ampelodesmos mauritanicus*
- *Avena fatua*
- *Bromus sp.*
- *Cenchrus sp.*
- *Cynodon dactylon*
- *Dactylis sp.*
- *Lolium perenne*

- *Lygeum spartum.*

Inversement, des espèces absentes des étages thermoméditerranéen à l'étage mésoméditerranéen :

Ces espèces se concentrent plutôt dans les étages inférieurs, notamment désertiques et subdésertiques, traduisant une spécialisation à des milieux extrêmes. Les espèces suivantes illustrent ce comportement, avec une présence exclusive dans les stations méridionales comme Negrine et Bir El Ater :

- *Imperata sp*
- *Stipa sp*

Cette classification met en évidence la diversité des stratégies adaptatives des Poaceae dans un contexte bioclimatique contrasté, et souligne leur rôle essentiel dans la structuration des écosystèmes régionaux.

2.2. Nombre d'espèces par étage bioclimatique

Allant du sud au nord, les cinq étages bioclimatiques de la wilaya de Tébessa ont montré la richesse floristique suivante pour la famille des Poaceae :

- L'étage désertique englobe 12 espèces
- L'étage subdésertique montre 7 espèces
- L'étage thermoméditerranéen accentué montre 13 espèces en regroupant les différents sites de cet étage bioclimatique
- L'étage thermoméditerranéen atténué présente 17 espèces en regroupant les différents sites de cet étage bioclimatique
- L'étage mésoméditerranéen accentué montre 17 espèces en regroupant les différents sites de cet étage bioclimatique

Tableau 6 : Inventaire et nombre d'espèces des poaceae dans les daïras d'étude de la Wilaya de Tébessa.

Espèces / Sites	Negrine Désertique	Bir el Ater Subdésertique	Oum Ali Thermom éditerranéen accentuée	El Ma Labiad Thermom éditerranéen accentuée	El kouif Thermom éditerranéen atténuée	Bir mokkadem Thermoméditerrnéen atténué	El Aouinet Mésoméditérrann accentué	Ounza Mésoméditérraneén accentué	Nombre de présence par site
Aegilops ovate Trab.	-	-	-	+	+	+	+	+	5
Ampelodesmos mauritanicus (Poir.) T.Durand & Schinz	-	-	-	-	+	+	+	+	4
Avena fatua L.	-	-	+	+	+	+	+	+	6
Bromus sp Roth	-	-	-	+	+	+	+	+	5
Cenchus sp L.	-	-	-	-	+	+	-	+	3
Cynodon dactylon L. *Pers.*	+	+	+	+	+	+	+	+	8
Dactylis sp L.	-	-	-	-	+	+	-	+	3
Hordeum murinum L.	+	+	+	+	+	+	+	+	8
Hordeum rubens L.	+	-	-	+	+	+	-	-	4
Imperata sp cirillo	+	+	-	-	-	-	-	-	2
Lolium perenne L.	-	-	-	+	+	+	+	+	5
Lygeum spartum Loefl.ex L.	-	-	-	+	+	-	-	+	3
Molinia sp L.	-	-	-	-	+	-	-	+	2
Panicum turgidum Forssk.	+	+	-	-	-	-	-	-	2
Phalaris paradoxa L.	+	-	-	-	-	-	-	-	1
Piptatherum sp L.	+	-	+	+	+	+	+	+	7
Piptatherum sp P.Beauv.	+	+	-	+	+	+	+	+	7
Polypogon sp(L.)Desf.	-	-	-	-	-	-	-	+	1
Schismus sp(Loefl. Ex L.*) Thell.*	+	+	+	+	+	+	-	+	7
Stipa parviflora Desf.	+	+	+	+	+	+	+	+	8
Stipa sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	1
Stipa tenacissima L.	+	-	+	-	-	+	+	+	5
Total des espèces par daïra	12	7	7	12	16	14	11	17	

2.3. Caractéristiques morphologiques des espèces de poaceaes

Les espèces de la famille des Poaceae identifiées dans la région de Tébessa présentent un ensemble de traits morphologiques. Elles se distinguent par des feuilles linéaires à nervation parallèle, insérées de manière alterne sur des chaumes cylindriques creux, et une inflorescence en épillets regroupés en panicules, épis ou racèmes, typique du groupe. Ces espèces présentent une sexualité hermaphrodite, favorisant leur capacité reproductive, et une pollinisation majoritairement anémophile. La dissémination des graines se fait principalement par anémochorie.

L'analyse réalisée (Tableau 7) montre que 59 % des espèces recensées sont annuelles, tandis que 41 % sont vivaces. Sur le plan chorologique (Tableau 7), la majorité des espèces sont de type méditerranéen (68 %), suivies des espèces eurasiatiques (18 %), puis cosmopolites (9 %), et enfin circumméditerranéennes et endémiques (5 %).

Tableau 7: Cycle de vie et type chorologique et illustration de l'espèce et son grain de pollen

Espèce	Tribu	Nom Français	Cycle de vie	Type chorologique	Plante	
Aegilops ovata Trab.	Triticeae	égilope ovale	Annuelle	Méditerranéenne		
Ampelodesmos mauritanicus (Poir.) T.Durand & Schinz	Molinieae	Ampélodesme de mauritane	Vivace	Méditerranéenne		
Avena fatua L.	Aveneae	Folle avoine	Annuelle	Eurasiatique		
Bromus sp Roth	Bromeae	Brome	Annuelle	Eurasiatique		

Cenchrus sp L.	Paniceae	Herbe à aiguillons	Vivace	Saharo-sindienne		
Cynodon dactylon (L.)Pers.	Cynodonteae	Chiendent pied-de-poule	Vivace	Cosmopolite		
Dactylis sp L.	Poeae	Dactyle pelotonné	Vivace	Eurasiatique		
Hordeum murinum L.	Triticeae	Orge des rats	Annuelle	Euryméditerranéenne		
Hordeum rubens L.	Triticeae	Orge rougeâtre	Annuelle	Méditerranéenne		
Imperata sp Cirillo	Andropogoneae	Impérate	Vivace	Tropicale		
Lolium perenne L.	Poeae	Ray-grass anglais	Vivace	Eurasiatique		
Lygeum spartum Loefl.Ex L.	Lygeeae	Lygeum	Vivace	Méditerranéenne		
Molinia sp L.	Molinieae	Molinie bleue	Vivace	Européenne		

Panicum turgidum Forssk.	Paniceae	Panic turgide	Vivace	Saharo-sindienne		
Phalaris paradoxa L.	Aveneae	Phalaris déformé	Annuelle	Méditerranéenne		
Piptatherum sp L.	Stipeae	Piptathére	Vivace	Méditerranéenne		
Piptatherum sp P.Beauv.	Stipeae	Piptathére	Vivace	Méditerranéenne		
Polypogon sp L.	Poeae	Polypogon	Annuelle	Eurasiatique		
Schismus sp (Loefl .Ex L.) Thell	Stipeae	Schisme	Annuelle	Afrique et Eurasie		
Stipa parviflora Desf.	Stipeae	Stipe à petite fleur	Vivace	Méditerranéenne		
Stipa sp L.	Stipeae	Stipe plumeuse	Vivace	Eurasien		
Stipa tenacissima L.	Stipeae	Alfa	Vivace	Méditerranéenne		

2.4. Caractéristiques polliniques des poaceae

Les espèces de Poaceae identifiées dans la région d'étude présentent des caractéristiques polliniques relativement homogènes. Les grains de pollen observés sont généralement de forme sphéroïdale à prolate, avec des dimensions variant de 16 à 55 µm, selon les espèces. Leur surface externe (tectum) est le plus souvent lisse.

Du point de vue de l'ouverture pollinique, les Poaceae sont monoporés, c'est-à-dire dotés d'un seul pore germinatif. La couleur des grains varie généralement du verdâtre au jaunâtre, parfois rosée dans des cas spécifiques comme *Cynodon dactylon*.

Certaines espèces comme *Stipa tenacissima ou Ampelodesmos mauritanicus* présentent des grains plus volumineux, souvent associés à des espèces vivaces, tandis que d'autres comme *Hordeum murinum ou Piptatherum sp*. produisent un pollen plus petit, typique des espèces annuelles ou pionnières.

Tableau 8: Description des grains de pollen des Poaceaes échantillonnés et mesures des axes polaire (AP) et équatorial (AE) et du Tectum.

Espèce	AP (µm)	AE (µm)	AP/AE*100	Forme du pollen	Dim. tectum (µm)
Aegilops ovata Trab.	28,0	26,5	105,7	Prolate spheroidal	2,2
Ampelodesmos mauritanicus (Poir.)	34,0	32,5	104,6	Prolate spheroidal	2,9
Avena fatua L.	31,0	29,0	106,9	Prolate spheroidal	2,3
Bromus sp Roth	32,0	30,5	104,9	Prolate spheroidal	2,8
Cenchrus sp L.	31,0	30,0	103,3	Prolate spheroidal	2,7
Cynodon dactylon (L.) *Pers.*	25,2	25,2	100,0	Prolate spheroidal	2,8
Dactylis sp L	29,0	28,0	103,6	Prolate spheroidal	2,5
Hordeum murinum L.	16,1	15,4	104,5	Prolate spheroidal	1,33
Hordeum rubens L.	16,8	16,3	103,1	Prolate spheroidal	1,35
Imperata sp Cirillo	32,0	30,0	106,7	Prolate spheroidal	2,7
Lolium perenne L.	30,5	30,0	101,7	Prolate spheroidal	2,6
Lygeum spartum Loefl. ex L.	55,76	34,06	163,7	Perprolate	1,4
Molinia sp L.	30,0	30,0	100,0	Prolate spheroidal	2,5
Panicum turgidum Forssk.	42,0	40,6	103,4	Prolate spheroidal	1,4

Phalaris paradoxa L	27,0	26,0	103,8	Prolate spheroidal	2,1
Piptatherum sp L.	28,5	28,5	100,0	Prolate spheroidal	2,0
Piptatherum sp P.Beauv.	14,42	14,42	100,0	Prolate spheroidal	11,2
Polypogon sp (L.) *Desf*	30,0	29,0	103,4	Prolate spheroidal	2,4
Schismus sp (Loefl .Ex L.)	26,0	25,0	104,0	Prolate spheroidal	1,8
Stipa parviflora Desf.	36,4	36,4	100,0	Prolate spheroidal	1,35
Stipa sp L.	35,0	34,0	102,9	Prolate spheroidal	2,9
Stipa tenacissima L.	46,76	42,0	111,3	Prolate spheroidal	3,08

3. Relation abondance spécifique et pollen

Les observations réalisées sur le terrain durant la campagne de prospection 2025, appuyées par des prises de vues in situ, ont permis de constater la présence abondante des Poaceae dans divers étages bioclimatiques, avec une dominance marquée de certaines espèces comme *Stipa tenacissima et Stipa parviflora* dans les zones arides et semi-arides. Ces espèces se rencontrent fréquemment en bordure de pistes, sur les terrains dégradés ou dans les zones pastorales.

Parallèlement, les Astéracées se sont révélées présentes dans l'ensemble des stations étudiées, notamment dans les zones semi-arides et thermoméditerranéennes, avec des espèces comme *Anacyclus clavatus, Silybum marianum et Calendula arvensis* souvent observées en abondance dans les espaces ouverts et les sols légèrement perturbés. L'examen palynologique des échantillons récoltés a mis en évidence une abondance spécifique du pollen des Astéracées, avec une production importante de grains de pollen de forme prolate sphéroïdale, présentant des ornementations variées selon les espèces (épineuses, réticulées ou échinées), ce qui reflète leur capacité de dispersion et leur présence marquée dans les différents sites de la région.





Figure 10: Les différentes formes de grain de Pollen (Guerin et Cour, 1993)*Stipa parviflora*





Figure 11 : Les différentes formes de grain de Pollen (Guerin et Cour, 1993) **:** *Stipa*



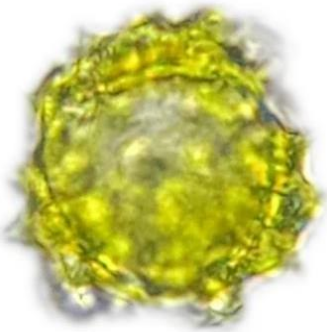


Figure 12 : Les différentes formes de grain de Pollen (Guerin et Cour, 1993)**:** *Anacyclus Clavatus (*Desf.) Pers. (plante et grain de pollen) 20/04/2025 à Oum Ali





Figure 13 : Les différentes formes de grain de Pollen (Guerin et Cour, 1993)*Artemisia herba-*



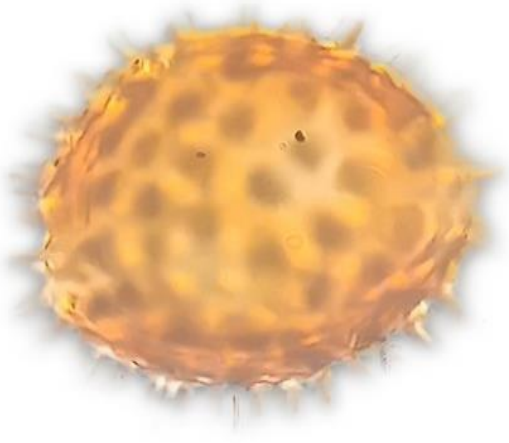


Figure 14 : Les différentes formes de grain de Pollen (Guerin et Cour, 1993)*Calendula*

Discussion générale

L'étude floristique réalisée dans la région de Tébessa a permis de mettre en évidence l'importance écologique des Astéracées et des Poaceae dans les différents étages bioclimatiques, allant de l'étage désertique au mésoméditerranéen accentué. Ces résultats traduisent l'adaptabilité de ces familles aux conditions environnementales locales marquées par l'aridité, la pauvreté des sols et la pression pastorale.

Sur le plan écologique, les Astéracées et les Poaceae ont montré une forte présence dans les zones arides et semi-arides, notamment *Stipa tenacissima, Lygeum spartum et Stipa parviflora* pour les Poaceae, et *Artemisia herba-alba, Anacyclus clavatus et Silybum marianum* pour les Astéracées. Ces résultats sont en accord avec ceux de Bouazza (2018) qui souligne le rôle des Poaceae dans la stabilisation des sols steppiques en Algérie et confirment les observations de Ferhat (2020) sur l'adaptabilité des Astéracées aux zones dégradées par le surpâturage. De plus, les espèces thérophytes dominantes chez les deux familles, avec 59 % pour les Poaceae et 50 % pour les Astéracées, illustrent leur stratégie adaptative en milieu aride, rejoignant les résultats de Meddour (2017) qui indique que le biotope steppique algérien est dominé par les thérophytes pour exploiter les courtes périodes favorables de végétation.

D'un point de vue chorologique, la dominance des éléments méditerranéens (68 % chez les Poaceae, 73 % chez les Astéracées) est en cohérence avec le gradient bioclimatique régional et les données de Benhouhou (2009) sur la flore saharienne et steppique, où la flore méditerranéenne s'adapte à des conditions climatiques semi-arides et arides en Afrique du Nord. La présence d'éléments eurasiatiques et cosmopolites traduit l'ouverture de la flore régionale à des influences biogéographiques variées, confirmant les observations de Quézel et Santa (1962-1963) dans le catalogue de la flore d'Algérie.

Sur le plan morphologique, les caractères relevés sur le terrain confirment les descriptions classiques des deux familles. Les Astéracées se distinguent par des inflorescences en capitules et des akènes, favorisant la dispersion anémochore, comme l'a souligné Pignatti (1982). Les Poaceae, quant à elles, se caractérisent par des feuilles linéaires, des inflorescences en épillets regroupés en panicules ou épis, et une sexualité hermaphrodite, facilitant une pollinisation anémophile efficace, ce qui est en accord avec les travaux de Erdtman (1969) sur les graminées méditerranéennes.

Concernant la palynologie, les observations montrent que les grains de pollen des Astéracées sont de type prolate sphéroïdal, à exine épineuse ou réticulée, caractéristiques

favorisant une pollinisation entomophile et parfois anémophile. Ces résultats rejoignent les analyses de pollen de Moore et Webb (1978), qui décrivent ces caractéristiques comme typiques des Astéracées. Pour les Poaceae, les grains sont de forme sphéroïdale à prolate, monoporés, à exine lisse, confirmant leur capacité à se disperser par le vent, comme démontré par la classification de pollen des Poaceae en zones méditerranéennes de Clauzade et al. (1970).

Les relevés de terrain illustrés par les photographies prises in situ confirment la dominance visuelle des Poaceae dans les paysages steppiques de Tébessa, avec une présence continue dans les bordures de pistes et les espaces pâturés, tandis que les Astéracées assurent une couverture complémentaire dans les espaces dégagés et les zones perturbées, illustrant leur complémentarité fonctionnelle dans les écosystèmes steppiques et sahariens.

Ces résultats confirment ainsi que les Astéracées et les Poaceae jouent un rôle central dans la résilience des paysages végétaux de Tébessa, leur diversité biologique et leur plasticité écologique leur permettant de répondre efficacement aux pressions climatiques et anthropiques, tout en contribuant à la stabilisation et au maintien de la biodiversité régionale.

Conclusion

Conclusion

Ce travail s'inscrit dans une démarche comparative visant à étudier les caractéristiques polliniques des familles Poaceae et Asteraceae, à partir d'échantillons collectés sur plusieurs sites de la région de Tébessa. Les résultats obtenus ont permis d'identifier les différences morphologiques et structurales entre les grains de pollen des deux familles, ainsi que leurs modes de distribution en fonction des conditions environnementales.

Sur le plan morphologique, les grains de pollen des Poaceae se caractérisent généralement par une forme monopore, une taille moyenne à grande, une exine relativement fine et une surface externe lisse. En revanche, ceux des Asteraceae présentent des grains tricolporés, souvent ornés, avec une exine plus épaisse et finement structurée. Ces différences constituent des critères taxonomiques pertinents pour la distinction entre les deux familles.

Sur le plan écologique, les Poaceae dominent dans les milieux ouverts, secs ou perturbés (ex. : Kouif, Boukhadra), tandis que les Asteraceae sont davantage représentées dans les zones à sol plus riche ou à couverture végétale diversifiée (ex. : El Aouinet, Hammamet). Cette répartition témoigne d'exigences écologiques et de stratégies adaptatives spécifiques à chaque famille.

L'analyse pollinique s'est révélée un outil efficace non seulement pour la systématique végétale, mais aussi pour l'étude des dynamiques de la végétation locale et la caractérisation des milieux. Les données recueillies confirment l'intérêt de l'approche pollinique dans l'évaluation de la biodiversité floristique et dans la compréhension des réponses écologiques des espèces aux facteurs abiotiques.

Ainsi, les objectifs de cette étude ont été atteints à travers la description précise des caractéristiques polliniques, la mise en évidence des différences entre les deux familles, et l'interprétation de leur comportement écologique dans la région étudiée.

Pour des perspectives futures, il serait pertinent d'élargir cette étude à d'autres familles végétales ou d'intégrer des outils d'analyse moléculaire, afin d'enrichir les bases de données polliniques locales et d'améliorer la compréhension de la diversité végétale dans les zones semi-arides d'Algérie.

Références bibliographiques

A

- Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH). (2018). *Rapport hydrologique national*. ANRH, Algérie.

B

- Beard, J. B. (1973). *Turfgrass: Science and culture*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- Benabadji, N., Bouazza, M., & Gharzouli, R. (2003). Étude phytoécologique de la steppe dans la région de Naâma (Algérie occidentale). *Sécheresse*, 144, 243–248.
- Benedí, C., Montserrat, P., & Orellana, H. (1997). *Silybum marianum* (L.) Gaertn. In S. Castroviejo (Éd.), *Flora Iberica* (Vol. 4). Madrid : Real Jardín Botánico, CSIC.
- Benhouhou, S., Khelifi, L., & Bouzid, S. (2018). Étude de la flore des zones arides du nord-est algérien. *Revue d'Écologie*, 732, 129–140.
- Beug, H. J. (2004). *Lehrbuch der Palynologie*. München : Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Blackmore, S., & Barnes, S. H. (1991). Pollen morphology and the pollination biology of Asteraceae. *Grana*, 301, 3–15.
- Blackmore, S., & Barnes, S. H. (1995). Pollen morphology and pollination ecology of the Asteraceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 1182, 183–200.
- Boukhatem, Z., Bouazza, M., & Gharzouli, R. (2012). Diversité floristique et analyse des facteurs édaphiques dans les Hautes Plaines de Djelfa (Algérie). *Ecologia Mediterranea*, 382, 5–14.
- Bremer, K. (1994). *Asteraceae: Cladistics and classification*. Portland, OR : Timber Press.

C

- Centre National de Développement des Ressources Biologiques (CNDRB). (2021), *Inventaire de la flore régionale de Tébessa*. Ministère de l'Environnement, Algérie.
- Charpin, D., Calleja, M., & Waisel, Y. (1991). Allergy to pollen of grasses in dry regions. *Clinical and Experimental Allergy*, 215, 681–688.

- Clayton, W. D., & Renvoize, S. A. (1986). *Genera Graminum: Grasses of the World*. London : Royal Botanic Gardens.
- Climate-Data.org. (2024). *Données climatiques pour Tébessa, Algérie*. https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/tebessa/tebessa-1148/

D

- Direction des Services Agricoles de Tébessa (DSA Tébessa). (2020). *Rapport annuel des ressources naturelles*. Tébessa, Algérie.

E

- Erdtman, G. (1969). *Handbook of Palynology*. Copenhagen : Munksgaard.
- Erdtman, G. (1969). *Handbook of Palynology: Morphology, Taxonomy, Ecology*. Copenhagen : Munksgaard.

F

- Faegri, K., & Iversen, J. (1989). *Textbook of Pollen Analysis* (4e éd.). Chichester : John Wiley & Sons.
- FAO. (1993). *Arid Zone Forestry: A Guide for Field Technicians*. Rome : Food and Agriculture Organization.
- FAO. (2017). *Situation hydrique et vulnérabilité climatique en Afrique du Nord*. Rome.
- FAO. (2020). *Rapport sur les zones semi-arides du Maghreb*. Rome.
- Fatmi, Y., Taleb, A., & Zeraibi, A. (2020). Analyse morphométrique des pollens dans les zones arides algériennes. *Bulletin de la Société Botanique*, 1552, 101–110.
- Funk, V. A., Susanna, A., Stuessy, T. F., & Bayer, R. J. (2009). *Systematics, Evolution, and Biogeography of Compositae*. Vienna : IAPT.

G

- Google Earth. (2025). *Vue satellite de la wilaya de Tébessa* [Image satellite]. https://earth.google.com
- Guerin, P., & Cour, P. (1993). *Atlas de pollen des régions arides*. CNRS, Montpellier.

H

- Haddad, M., Bouazza, M., & Talbi, A. (2020). Diversité floristique dans les hautes plaines steppiques. *Ecologia Mediterranea*, 461, 77–85.
- Halbritter, H., Ulrich, S., Grímsson, F., et al. (2018). *Illustrated Pollen Terminology* (2e éd.). Springer.
- Hesse, M., Halbritter, H., Zetter, R., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., & Ulrich, S. (2009). *Pollen Terminology: An Illustrated Handbook*. Vienna : Springer.

I

- Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT). (2019). *Carte morpho-structurale de la wilaya de Tébessa*.
- Institut National de Cartographie et de Télédétection (INCT). (2020). *Carte administrative de la wilaya de Tébessa*.

J

- Jardine, P. E., Lomax, B. H., & Harrington, G. J. (2022). Pollen evolution in arid environments. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 301, 104648.
- Joosten, H., Clarke, D., & Succow, M. (2021). Pollinic indicators of past environmental conditions. *Vegetation History and Archaeobotany*, 304, 369–382.

K

- Kellogg, E. A. (2015). *Flowering Plants. Monocots: Poaceae*. In Kubitzki, K. (Ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants* (Vol. 13). Springer.
- Krahulec, F., & Lepš, J. (1994). Vegetation dynamics of ruderal communities: *Hordeum murinum* grasslands in the Czech Republic. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica*, 293, 281–290.

L

- Le Houérou, H. N. (1995). Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. *Options Méditerranéennes. Série B*, 10, 1–396. Montpellier : CIHEAM.

- Le Houérou, H. N. (1995). *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique*. Montpellier, France : CIHEAM-IAM.

- Le Houérou, H. N. (2001). *Biogeography of the arid steppes of northern Africa*. Berlin: Springer.

M

- Macheroume, D., Saidi, R., & Hamdi, A. (2020). Étude floristique comparative dans les Aurès. *Flore Méditerranéenne*, 303, 211–220.

- Mason, S., Spaner, D., & Beres, B. (2007). Wild oat (*Avena fatua* L.) biology and management in modern agriculture. *Canadian Journal of Plant Science*, 872, 301–317.

- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis*. World Resources Institute.

- Meddad-Hamza, A., Bouazza, M., & Fennane, M. (2017). Variations de la flore le long d'un gradient altitudinal. *Acta Botanica Malacitana*, 42, 103–114.

- Medjahdi, B., Toumi, L., & Nedjraoui, D. (2010). Diversité floristique dans les zones steppiques de Tiaret (Algérie). *Acta Botanica Malacitana*, 35, 171–182.

- Moore, P. D., Webb, J. A., & Collinson, M. E. (1991). *Pollen Analysis* (2e éd.). Oxford : Blackwell.

N

- Nicholson, S. E. (2011). *Dryland Climatology*. Cambridge : Cambridge University Press.

- Noy-Meir, I. (1973). Desert ecosystems: Environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 25–51.

P

- Poncet, J. (2006). Étude climatique de l'Algérie orientale. *Météorologie Maghreb*, 151, 24–31.

- Punt, W., Hoen, P. P., Blackmore, S., Nilsson, S., & Le Thomas, A. (2007). Glossaire de la terminologie des pollens et spores. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143(1–2), 1–81.
- Punt, W., Hoen, P. P., Blackmore, S., Nilsson, S., & Le Thomas, A. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143(1–2), 1–81.

Q

- Quézel, P. (1978). Analyse phytogéographique des éléments floristiques nord-africains. *Candollea*, 332, 567–586.
- Quézel, P., & Santa, S. (1962–1963). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales* (Vols. 1–2). Paris : CNRS.

R

- Reille, M. (1992). *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord*. Marseille : Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie.
- Roche, B. F., Roche, C. T., & Chapman, R. C. (1994). Impacts of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis* L.) on native plant diversity. In : *Proceedings of the Ecology and Management of Annual Rangelands*. USDA Forest Service.

U

- Salavert, A. (2005). Étude palynologique des formations végétales en milieu steppique. *Paléo*, 17, 109–122.
- Salavert, A. (2011). Le pollen d'Artemisia comme indicateur paléoenvironnemental. *Vegetation History and Archaeobotany*, 205, 385–398.
- Schüler, L., & Behling, H. (2011). Pollen dispersal in semi-arid regions. *Palynology*, 352, 193–207.
- Severova, E., Ivanov, D., & Petrova, I. (2024). High-resolution imaging of grass pollen grains. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 310, 104762.

U

- UNEP. (2007). *Global Environment Outlook 4*. Programme des Nations Unies pour l'Environnement.

W

- Wagner, G., Herbst, M., & Strohbach, M. (1999). Ecology of *Schismus* spp. in arid and semi-arid regions. *African Journal of Ecology*, 372, 133–142.
- Watson, L., & Dallwitz, M. J. (1992). *The grass genera of the world: Descriptions, illustrations, identification, and information retrieval*. Wallingford: CAB International.
- Whitehead, D. R. (1969). Wind pollination in the angiosperms: evolutionary and environmental considerations. *Evolution*, 231, 28–35.