



جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID - ELTARF



جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID - ELTARF

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف

Université Chadli Bendjedid - d'El-Tarf
كلية علوم الطبيعة و الحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم: العلوم الزراعية
Département des Sciences Agronomiques

THESE

Présentée en vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat *es* Sciences
en Sciences Agronomiques

THEME

**LES ASTERACEAE DANS LE PARC NATIONAL D'EL KALA:
ETAT DES LIEUX, CARACTERISATION PALYNO-SYSTEMATIQUE
ET ETUDE ETHNOBOTANIQUE**

Présentée par :

Mme KLECH Amel

Devant l'honorable jury composé de :

M ^f TELAILIA Salah	Président	Professeur	Université Chadli Bendjedid El Tarf
M ^{mc} HENOUNI Nacéra	Examinatrice	MCA	Université Chadli Bendjedid El Tarf
M ^f HAMEL Tarek	Examineur	Professeur	Université Badji Mokhtar Annaba
M ^{mc} BENNADJA Salima	Examinatrice	Professeur	Université Badji Mokhtar Annaba
M ^f CHEFROUR Azzedine	Directeur de thèse	Professeur	Université MCM Souk Ahras
M ^{mc} BOUTABIA Lamia	Co-Directrice de thèse	Professeur	Université Chadli Bendjedid El Tarf

Année universitaire: 2023/2024

Dédicace

Louanges à Dieu Le Tout Puissant qui m'a toujours soutenu

Je dédie cette thèse à mes parents dont le rêve était toujours de me voir réussir. Qu'ils sachent que leur place, dans mon cœur et ma pensée, reste et demeure immense.

A l'âme de mon Père.

A celui qui m'a indiqué la bonne voie Pour son amour, sa patience et ses considérables sacrifices pour me faire parvenir à ce niveau. Merci papa

A ma Mère.

A celle qui a attendu avec impatience les fruits de sa bonne éducation, Pour son grand amour, ses sacrifices et toute son affection, qu'elle m'a toujours offerte. Merci maman

A mon marie

*Qui m'a encouragé dans les moments les plus difficiles.
Merci Slimen*

A mes yeux Ritedj et Kossai Abdelghafour

A mes frères Mohamed, walid, Zakaria, Yazid et ses enfants Lokmen et Youcef et ma sœurs : Mofida et mes tantes.

A tous mes amis, et mes cousines.

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie « ALLAH », le tout puissant, de m'avoir donné la volonté, le courage et la patience de mener ce modeste à terme ce présent travail.

L'expression de mon profond respect est adressée à mon directeur de thèse Monsieur **CHEFROUR Azzedine**, Professeur à l'université Chérif Messaadia Souk ahras qu'il trouve ici l'expression de mes profondes reconnaissances pour leurs encouragements, leurs orientations, leurs remarques pertinentes et leurs qualités humaines innombrables.

Je remercie ma Co-directrice de thèse Madame **BOUTABIA Lamia**, Professeur à l'université Chadli Bendjedid El tarf, qu'elle trouve ici l'expression de mes profondes reconnaissances pour leurs aides, leurs encouragements, leurs bienveillantes et leurs conseils durant toute la période de réalisation de ce travail.

Mes vifs remerciements vont aussi à Monsieur **TELAÏLIA Salah** Professeur à l'université Chadli Bendjedid El Tarf, pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury de ma soutenance.

Toute ma gratitude et tous mes remerciements à Madame **HENNOUNI Nacéra**, Maître de conférences à l'université Chadli Bendjedid El Tarf, de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner mon travail, qu'elle trouve ici, l'expression de mon profond respect.

J'adresse mes sincères remerciements à Madame **BENNAAJA Salima**, Professeur à l'université Badji Mokhtar Annaba, pour m'avoir fait l'honneur d'être membre au jury de soutenance en qualité d'examinatrice.

J'adresse également mes sincères remerciements à Monsieur **HAMEL Tarek**, Professeur à l'Université Badji Mokhtar Annaba, pour avoir bien voulu examiner ma thèse.

Mes vifs remerciements vont aussi à Monsieur **SAMAR Mohamed Faouzi**, Maître de conférences pour la réalisation des analyses statistiques et pour avoir accepté de m'accueillir au niveau du son laboratoire.

Une pensée également particulière va à mon mari **FRIK Slimen**, pour m'avoir accompagné lors de mes sorties d'échantillonnage dans la zone d'étude. Je lui adresse mes sincères remerciements.

ملخص

أجريت هذه الدراسة على مستوى الحظيرة الوطنية في القالة (PNEK) ، أكبر منطقة محمية في شمال الجزائر، والتي يسودها مناخ شبه رطب في شمال شرق الجزائر. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة يتضمن تقييم التركيب النباتي للعائلة المركبة من خلال تحديد مؤشرات التنوع الحيوي التي تم استخدامها لتثمين التنوع البيولوجي في سبعة أنواع مختلفة من التشكيلات النباتية، والمتمثلة في الأراضي المنخفضة، والغابات الصنوبرية، والبحيرات، والغابات الكثيفة، والمناطق الحرجية، والمروج، والشواطئ. تم إجراء المسح النباتي باستخدام أساليب عينات عشوائية وموضوعية في الحظيرة الوطنية للقالة (PNEK) كما سعت الدراسة إلى إيجاد علاقات الارتباط بين العوامل البيئية مثل النشاط البشري، ونوع التربة، والارتفاع، والميل، وشدة الإشعاع الشمسي، وتوزع نباتات العائلة المركبة. ولتحقيق هذا الهدف، استخدمنا منهج تحليلي متعدد التخصصات، حيث جمعت هذه النهج العديد من التقنيات، بما في ذلك تحليل البيانات المختلطة (AFDM) ، وتحليل التحققات المتعددة (ACM) ، وتحليل المكونات الرئيسية (ACP) ، والتجميع الهرمي على المكونات الرئيسية (HCPC). سمحت لنا هذه الطرق التحليلية بفك رموز تعقيد التفاعلات بين العوامل البيئية وتوزيع نباتات العائلة المركبة في الحظيرة الوطنية في القالة (PNEK) . بالإضافة إلى ذلك، شملت الدراسة استكشافاً للنباتات الطبية الطبيعية التي تنتمي إلى العائلة المركبة الموجودة في الحظيرة الوطنية في القالة (PNEK)، بالإضافة إلى توصيف أنواع حبوب الطلع لأنواع المستخدمة. أدى البحث والمتمثل في حصر وتصنيف النباتات العائلة المركبة الذي تم إجراؤه في جميع المحطات إلى الحصول على قائمة نباتية تضم 98 نوعاً موزعة على 67 جنساً مختلفاً. عند فحص التنوع البيولوجي لهذه الأنواع، فإنه من الملاحظ أن النباتات البذرية تسيطر بواقع 48 نوعاً، تليها النباتات النصف المظمورة 41 نوعاً. من الناحية الجغرافية الحيوية، فإن النباتات ذات الأصل المتوسطي تسيطر بنسبة 62.37%، في حين تساهم العناصر الشمالية بنسبة 15.84%، أما العناصر الأخرى فهي أقل تمثيلاً. فيما يتعلق بمعالجة التنوع النباتي للمحطات المستكشفة، أظهرت نتائج هذه القياسات أن مؤشر شانون-ويفر أنه يتراوح بين 2.7 بتسجيل أدنى في محطة الشواطئ و 4.13 بتسجيل أعلى في المناطق الحرجية. كما أظهر التعداد النوعي أيضاً تبايناً، حيث تتراوح الأنواع بين 22 و 77 نوعاً في المحطات المختلفة. بالإضافة إلى ذلك، تتراوح قيم التماثل بين 0.22 و 0.29 لجميع المحطات السبع التي تمت دراستها. وفيما يتعلق بفهم السيادة، فإن مؤشرات سيمبسون تتراوح بين 0.9 و 0.98 لجميع المحطات المتوجودة في مناطق الدراسة. أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى أن التباين في وفرة نباتات العائلة المركبة يتأثر بشكل رئيسي بخصائص التربة. على النقيض من ذلك، يرتبط توزع نباتات العائلة المركبة بشكل رئيسي بمدى تدخل العامل البشري ، الذي يعتبر أنه العامل الأكثر تأثيراً بالمقارنة مع العوامل البيئية الفيزيائية مثل نوعية تربة ، بالإضافة إلى عوامل التضاريس مثل الارتفاع، والانحدار، وشدة الإشعاع الشمسي. في الجزء الثاني من دراستنا، قمنا بالتنقيب بشكل عميق في الموارد للحظيرة الوطنية في القالة (PNEK) ، والتي تعد خزناً قيماً للنباتات الطبية الطبيعية. لقد سمحت أبحاثنا المستفيضة مع السكان المحليين بتحديد وتصنيف 18 نوعاً نباتياً من العائلة المركبة يستخدم بشكل شائع في العلاج النباتي التقليدي. ومن بين هذه الأنواع تبرز *Matricaria chamomilla* L. و *Cynara*

، *Lactuca sativa* L. و *Artemisia arborescens* L. و *Cynara scolymus* L. و *cardunculus* L.

و *Atractylis gummifera* L.

كشفت نتائجنا أن الأوراق هي الجزء الأكثر استخدامًا من طرف السكان المحليين، حيث تمثل 29.33% من الأجزاء الأخرى للنبات، وقد لوحظ أن طريقة الغلي هي الأكثر استخدامًا، بنسبة 27.03%. فيما يتعلق بالأمراض المعالجة، فإن الاضطرابات الهضمية هي الأكثر ذكرًا من طرف السكان المحليين، حيث تم ذكرها بنسبة 27.27% من الإجابات، تليها أمراض المسالك البولية التناسلية والالتهابات الجلدية، التي تُكرت بنسبة 18.18% و 13.64% على التوالي. بالإضافة إلى ذلك، كشفت الدراسة المعمقة من تحديد الصفات المميزة لحبوب الطلع المتنوعة لدى نباتات العائلة المركبة، حيث لاحظنا تنوعًا مميزًا في الأشكال بين الأنواع المختلفة التي تم دراستها. لوحظ وجود مجموعة متنوعة من الأشكال، بدءًا من الكروية إلى مثلثة الشكل، وحتى الأشكال القطبية المتميزة. ويجدر بالذكر أيضًا أن حجم حبوب اللقاح يتفاوت بشكل كبير من نوع إلى آخر. أظهرت الدراسة الطلعية المجهرية أن حبوب طلع لمعظم النباتات المدروسة تختوي على فتحات *tricolporé* وهو النوع الأكثر شيوعًا داخل العائلة المركبة. بالإضافة إلى ذلك، تظهر حبوب اللقاح صفات متنوعة، بما في ذلك تواجد أشواك وتزيينات شبكية في غلافها الخارجي، مع تباينات في الحجم وعدد فتحات الإنبات. وبالإضافة إلى ذلك، فإن وجود أعمدة بين الغشاء الخارجي والغشاء الداخلي في بعض الأنواع يمنح استقرارًا ملحوظًا لحبوب اللقاح، في حين تحتوي الأنواع الأخرى على فتحات على شكل شبائيك تسهل التبادل الخلوي لبعض المواد والماء.

الكلمات المفتاحية: عائلة النباتات المركبة، الحظيرة الوطنية في القالة، دراسة النباتات الطبية، حبوب اللقاح.

Résumé

Cette étude porte sur le Parc National d'El-Kala (PNEK), la plus grande aire protégée du nord de l'Algérie, située dans l'étage bioclimatique subhumide de l'extrême Nord-Est algérien.

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer la composition floristique des Asteraceae (Astéracées) à travers la détermination des indices de biodiversité ont été utilisés pour évaluer la biodiversité dans sept types de formations végétales différentes, à savoir les zénaies, la pinède, les lacs, les maquis, les subéraies, les pelouses et les plages. Ces relevés ont été réalisés grâce à des méthodes d'échantillonnage aléatoire et subjectif dans le Parc National d'El-Kala (PNEK). L'étude cherchait également à établir des liens entre les facteurs environnementaux tels que l'action anthropique, le type de sol, l'altitude, la pente et le gradient d'ensoleillement, et la répartition des Asteraceae. Pour atteindre cet objectif, nous avons employé une approche analytique multidisciplinaire. Cette méthodologie combinait plusieurs techniques, y compris l'Analyse Factorielle des Données Mixtes (AFDM), l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM), l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et le Hierarchical Clustering on Principal Components (HCPC). Ces outils analytiques nous ont permis de déchiffrer la complexité des interactions entre les facteurs environnementaux et la répartition des Asteraceae dans le Parc National d'El-Kala (PNEK).

De plus, l'étude a impliqué une exploration ethnobotanique des plantes médicinales spontanées de la famille Asteraceae présentes dans le PNEK, ainsi qu'une caractérisation palyno-systématique des espèces recensées.

L'inventaire floristique effectué dans toutes les stations a abouti à une liste floristique comprenant 98 espèces réparties dans 67 genres différents. En examinant le spectre biologique de ces espèces, il est notable que les thérophytes dominent avec 48 espèces, suivis des Hémicryptophytes avec également 41 espèces. Sur le plan biogéographique, les éléments méditerranéens sont prédominants, représentant 62,37% des espèces, tandis que les éléments nordiques contribuent à hauteur de 15,84%, les autres éléments étant moins représentés.

Pour le traitement numérique de la diversité floristique des stations explorées, Les résultats de ces mesures ont montré que l'indice de Shannon-Weaver fluctue entre 2,7 bits (au minimum, observé dans la station des plages) et 4,13 bits (au maximum, observé dans les subéraies). La richesse spécifique présente également des variations, s'étendant de 22 à 77 espèces dans les différentes stations. Par ailleurs, les valeurs d'équitabilité varient entre 0,22 et 0,29 pour l'ensemble des sept stations d'étude. En outre, les indices de dominance de Simpson oscillent entre 0,9 et 0,98 pour l'ensemble des stations des sept sites étudiés.

Les résultats de notre approche analytique multidisciplinaire indiquent que la variation de l'abondance des Asteraceae est principalement influencée par la texture du sol. En revanche, la distribution des Asteraceae est principalement associée au gradient anthropique, qui se révèle être le facteur le plus discriminant par rapport aux facteurs environnementaux physiques tels que la texture du sol, ainsi qu'aux facteurs topographiques tels que l'altitude, la pente et l'ensoleillement.

Dans la seconde partie de notre étude, nous avons exploré en profondeur les ressources ethnobotaniques du Parc National d'El Kala (PNEK), qui constitue un précieux réservoir de plantes médicinales spontanées. Notre recherche approfondie auprès de la population locale nous a permis d'identifier et de classer 18 plantes appartenant à la famille des Astéracées, fréquemment utilisées dans la phytothérapie traditionnelle. Parmi ces espèces, *Matricaria chamomilla* L., *Cynara cardunculus* L., *Cynara scolymus* L., *Artemisia arborescens* L., *Lactuca sativa* L. et *Atractylis gummifera* L. se démarquent comme étant les plus prédominantes.

Nos résultats ont révélé que les feuilles sont la partie préférée des utilisateurs locaux, représentant 29,33% de leurs préférences. De même, la décoction est la forme la plus couramment utilisée, avec un taux de 27,03%. En ce qui concerne les affections traitées, les troubles digestifs sont les plus fréquemment mentionnés, cités par 27,27% des répondants, suivis des problèmes urogénitaux et des infections cutanées, mentionnés respectivement par 18,18% et 13,64% des utilisateurs.

De plus, notre étude approfondie des caractéristiques polliniques au sein de la famille des Asteraceae a révélé une diversité morphologique remarquable parmi les différentes espèces examinées. Nous avons observé une variété de formes, allant de sphériques à triangulaires, et même à des formes polaires distinctes. Il est également important de noter que la taille des grains de pollen varie significativement d'une espèce à l'autre. L'analyse pollinique a mis en évidence que le tricolporé est l'aperture la plus courante au sein de la famille des Asteraceae. Par ailleurs, les grains de pollen présentent diverses caractéristiques, notamment des échinures et des réticulations, avec des variations notables dans la taille et le nombre de colpus. De plus, la présence de collumelles dans certaines espèces confère une stabilité remarquable aux grains de pollen, tandis que d'autres espèces présentent des fenestrations facilitant les échanges de matière et d'eau.

Mots clés : Asteraceae, ethnobotanique, palyno-systématique, PNEK.

Abstract

This study focuses on the El-Kala National Park (EKNP), the largest protected area in northern Algeria, located in the sub-humid bioclimatic zone of the extreme northeastern region of Algeria. The main objective of this study was to evaluate the floristic composition of Asteraceae through the determination of biodiversity indices, assessed across seven different vegetation types: zenaies, pine forests, lakes, maquis, cork oak forests, grasslands, and beaches. These surveys were conducted using random and subjective sampling methods within the El-Kala National Park (EKNP). The study aimed to establish relationships between environmental factors such as human impact, soil type, altitude, slope, and sunlight gradient, and the distribution of Asteraceae. To achieve this goal, a multidisciplinary analytical approach was employed, combining several techniques including Mixed Data Analysis (MDA), Multiple Correspondence Analysis (MCA), Principal Component Analysis (PCA), and Hierarchical Clustering on Principal Components (HCPC). These analytical tools enabled us to decipher the complexity of interactions between environmental factors and the distribution of Asteraceae within the El-Kala National Park (EKNP).

Furthermore, the study involved an ethnobotanical exploration of spontaneous medicinal plants belonging to the Asteraceae family within the EKNP, along with a palyno-systematic characterization of the identified species.

The floristic inventory conducted in all stations resulted in a species list comprising 98 species distributed across 67 different genera. Examining the biological spectrum of these species, it is noteworthy that Therophytes dominate with 48 species, followed by Hemicryptophytes, also with 41 species. Biogeographically, Mediterranean elements are predominant, representing 62.37% of the species, while Nordic elements contribute to 15.84%, with other elements being less represented.

For the numerical analysis of the floristic diversity in the explored stations, the results indicated that the Shannon-Wiener index fluctuated between 2.7 bits (minimum, observed in the beach station) and 4.13 bits (maximum, observed in the cork oak forests). Specific richness also showed variations, ranging from 22 to 77 species in different stations. Additionally, evenness values varied between 0.22 and 0.29 for all seven study stations. Moreover, Simpson's dominance indices ranged from 0.9 to 0.98 for all stations across the seven sites studied.

The results of our multidisciplinary analytical approach indicate that the variation in Asteraceae abundance is primarily influenced by soil texture. In contrast, Asteraceae distribution is mainly associated with the anthropic gradient, proving to be the most discriminating factor compared to physical environmental factors such as soil texture, as well as topographic factors such as altitude, slope, and sunlight exposure.

In the second part of our study, we conducted an in-depth exploration of ethnobotanical resources within the El Kala National Park (EKNP), a valuable reservoir of spontaneous medicinal plants. Our in-depth research among the local population allowed us to identify and classify 18 plants belonging to the Asteraceae family, commonly used in traditional phytotherapy. Among these species, *Matricaria chamomilla* L., *Cynara cardunculus* L., *Cynara scolymus* L., *Artemisia arborescens* L., *Lactuca sativa* L. and *Atractylis gummifera* L. stand out as the most predominant.

Our findings revealed that leaves are the preferred part among local users, representing 29.33% of their preferences. Similarly, decoction is the most commonly used form, with a rate of 27.03%. Regarding the treated ailments, digestive disorders are the most frequently mentioned, cited by 27.27% of the respondents, followed by urogenital problems and skin infections, mentioned respectively by 18.18% and 13.64% of users.

Furthermore, our in-depth study of pollen characteristics within the Asteraceae family revealed remarkable morphological diversity among the examined species. We observed a variety of shapes, ranging from spherical to triangular, and even distinct polar forms. It is also important to note that pollen grain size varies significantly from one species to another. Pollen analysis highlighted tricolporate as the most common aperture within the Asteraceae family. Additionally, pollen grains exhibit various features, including spines and reticulations, with notable variations in size and colpus number. Moreover, the presence of columellae in some species confers remarkable stability to pollen grains, while other species exhibit fenestrations facilitating material and water exchanges.

Keywords: Asteraceae, ethnobotany, palynosystematics, EKNP.

Liste des tableaux

Tableau 1: Position taxonomique de la famille des Asteraceae selon Cronquist (1988).	25
Tableau 2: Position taxonomique de la famille des asteraceae selon APG III (2009).	26
Tableau 3: Les douze sous-familles de la famille des Asteraceae d'après APweb (source :« Angiosperm Phylogeny Website », 2014).	26
Tableau 4: Répartition mensuelle des températures moyennes durant la période (2000-2020) C°	56
Tableau 5: Répartition mensuelle moyenne des précipitations durant la période (2000-2020) (mm)	56
Tableau 6: liste des Astercaee inventoriées dans le PNEK.	79
Tableau 7 : Indices de diversité des différentes stations.	87
Tableau 8: Coefficients de similitude entre les différentes stations.	89
Tableau 9: Contribution des axes factorielle d'AFMD.	89
Tableau 10 : Liste des Asteraceae à usages thérapeutiques présente dans le PNEK.	106
Tableau 11: Richesse totale quantifiées en catégorie médicinale.	106

Liste des figures

Figure 1- Différentes parties de l'inflorescence des Asteraceae	30
Figure 2- Le capitule des Asteraceae	30
Figure 3 - (a) Présente une coupe transversale d'une anthère, et un dessin schématique de l'anthère avant et après maturité. (b) Présente les différentes étapes de la formation des grains de pollen à partir d'une cellule mère.	44
Figure 4- Forme des grains de pollen	45
Figure 5- Forme des grains de pollen.....	46
Figure 6- Grain de pollen	46
Figure 7- Détails de la paroi du grain de pollen	47
Figure 8- Ornementations du pollen	48
Figure 9- Localisation du parc national d'El Kala dans la wilaya d'El Tarf.....	55
Figure 10- Diagramme Ombrothermique (2000-2020).....	57
Figure 11- Climagramme Pluviothermique d'Emberger.....	58
Figure 12- Carte Géologique du PNEK	59
Figure 13- Réseau Hydrographique du PNEK	60
Figure 14- Carte Des Unites Ecologiques Du PNEK.....	65
Figure 15- Localisation des stations de la zone d'étude.....	69
Figure 16- Nombre des principaux genres	78
Figure 17- Contribution des principaux genres	78
Figure 18- Spectre chorologique	83
Figure 19- Contribution des types biologiques par nombre d'espèces	84
Figure 20- Distribution les espèces en pourcentage	85
Figure 21- Abondance dans les sept stations étudiées	86
Figure 22- Plan Dim1xDim2 de L'ACM illustre la projection des modalités des variables qualitatives sur les habitats.....	90
Figure 23- Cercle de corrélation des variables quantitatives (diversité, altitude et pente)	93
Figure 24- Plan Dim1xDim2 projection des variables qualitatives et quantitatives	95
Figure 25- Classification Hiérarchique sur les Composantes Principales.....	96
Figure 26- Classification Hiérarchique sur les Composantes Principales.....	97
Figure 27- Plan Dim1xDim2 projection des groupes d'individus (Cluster).	97

Figure 28- Les Asteraceae à intérêt thérapeutique utilisées par la population rurale du Parc National d'El Kala	107
Figure 29- Utilisation des plantes médicinales selon le sexe.	108
Figure 30- Utilisation des plantes médicinales par la population rurale selon l'âge.....	109
Figure 31- Utilisation des plantes médicinales par la population rurale selon le niveau d'étude.	110
Figure 32- Origine de l'information	110
Figure 33- Fréquences d'utilisation des différentes parties des plantes médicinales par la population du PNEK.	111
Figure 34- Fréquences des modes de préparations par la population rurale du PNEK.	112
Figure 35- Fréquences des maladies traitées par les Asteraceae dans la région d'étude.	113
Figure 36- 1. <i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn., 2. <i>Achillea maritima</i> (L.) Ehrend. & Y.-P. Guo, 3. <i>Artemisia herba-alba</i> Asso., 4. <i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertn., 5. <i>Pallenis spinosa</i> (L.) cass., 6. <i>Centaurea solstitialis</i> L., 7. <i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten., 8. <i>Galactites tomentosa</i>	119
Figure 37: 9. <i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers, 10. <i>Sonchus oleraceus</i> L., 11. <i>Urospermum dalechampii</i> (L.) F.W.Schmidt., 12. <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill subsp. <i>Asper.</i> , 13. <i>Senecio leucanthemifolius</i> Poiret subsp. <i>Leucanthemifolius.</i> , 14. <i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn., 15. <i>Carlina racemosa</i> L, 16. <i>Matricaria chamomilla</i> L.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 37: 17. <i>Cirsium scabrum</i> (Poiret) Bonnet., 18. <i>Scolymus grandiflorus</i> Desf., 19. <i>Chrysanthemum myconis.</i> , 20. <i>Andryala integrifolia</i> L., 21. <i>Atractylis gummifera</i> L., 22. <i>Bellis prennis</i> L., 23. <i>Bidens tripartita</i> L., 24. <i>Hypochoeris achyrophorus</i> L.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 37: 25. <i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten., 26. <i>Bellis annua</i> L., 27. <i>Echinops spinosus</i> subsp. <i>bovei</i> (Boiss.) Maire., 28. <i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L., 29. <i>Cichorium intybus</i> L., 30. <i>Cladanthus mixtus</i> (L.) Chevall., 31. <i>Centaurea solstitialis</i> L, 32. <i>Cyanus segetum</i> J. Hill.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 37: 33. <i>Cynara scolymus</i> , 34. <i>Filago pygmaea</i> L., 35. <i>Lactuca muralis</i> (L.) Gaertner., 36. <i>Limbarda crithmoides</i> (L.) Dumort., 37. <i>Glebionis segetum</i> (L.), 38. <i>Senecio vulgaris</i> L., 39. <i>Guizotia abyssinica</i> (L.f.) Cass., 40. <i>Helianthus annuus</i> L.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 37: 41. <i>Chondrilla juncea</i> L., 42. <i>Xanthium strumarium</i> L., 43. <i>Helminthotheca echioides</i> (L.) J. Holub., 44. <i>Leontodon tuberosus</i> L., 45. <i>Centaurea napifolia</i> L.	Erreur ! Signet non défini.

Liste Des Abréviations

PNEK Parc National d'El Kala

TYPES BIOLOGIQUES

Ch Chamaéphyte

Hé Hémicryptophyte

Ph Phanérophyte

Th Thérophyte

TYPES CHOROLOGIQUES

Ibéro.-Maur	Ibéro-mauritanienne
Circum-méd.	Circumméditerranéenne
Eury-méd	Toute la Méditerranée
Ibér.N.A.	Ibéro Nord-Africain
Eur-Med.	Euro-méditerranéenne
Subméd.	Sub-méditerranéenne
Méd.	Méditerranéenne
Méd-Sah-Sind.	Méditerranéo saharo sindienne
Euras.	Eurasiatique
Méd.-atl.	méditerranéen-atlantique
Méd.- occ.	méditerranéen occidental
End Alg.tun.mar	Endémique Algéro-Tunisienne-marocaine
Euro.-Sib.	Eurosibérienne
End.Alg	Endémique Algérienne
End.N.Af.	Endémique Nord-Africaine
End. Alg.-Tun.	Endémique Algéro-Tunisienne
sub-end A-N	sub-endémique
Eur.	Européenne
Eurs .	Eurasiatique
Eur.-mer.	Européen méridional
Eurs . et A.N.	Eurasie et d'Afrique du Nord
Asie.- occ.	Espagne, des Canaries à l'Egypte, Asie occidentale
Cosm.	Cosmopolite
Sub-Cosmop	Sub-cosmopolite

Table des matières

REMERCIEMENTS	
<i>Dédicace</i>	
ملخص.....	
Résumé	
Abstract	
<i>Liste des tableaux</i>	
<i>Liste des figures</i>	
<i>Liste des abreviations</i>	
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I	4
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	4
I. LA DIVERSITE FLORISTIQUE	5
I.1 DEFINITION DE LA DIVERSITE FLORISTIQUE	5
I.2. LES DIFFERENTS TYPES DE LA DIVERSITE	5
I.2.1. Diversité génétique	5
I.2.2. Diversité spécifique	6
I.2.3. Diversité des écosystèmes ou écologique	6
I.2.4. La diversité fonctionnelle	6
I.3 LES TYPES DE VEGETATIONS (FORMATIONS VEGETALES)	7
I.3.1. Forêt	7
I.3.2. Matorral ou maquis	7
I.3.3. Pelouses	8
I.3.4. Prairies	8
I.3.5. Steppes	8
I.4. FACTEURS D'EVOLUTION DE LA FLORE	8
I.4.1. Facteurs Climatiques	8
I.4.1.1. La température	8
I.4.1.2. Le zéro de végétation	9
I.4.1.3. L'intensité lumineuse	9
I.4.2. Facteurs Edaphiques	10
I.4.2. 1. L'eau	10

I.4.2. 2.Le pH.....	10
I.4.2. 3.Élément de la fertilisation	10
I.4.3. Facteurs biotiques	11
I.4.4.Action des animaux.....	11
I.4.4.1.Le piétinement.....	11
I.4.4.2.La dispersion des graines	11
I.4.4.3.Les déjections	12
I.4.4.4.La défoliation sélective	12
I.4.5. Système d'exploitation.....	12
I.5.LA BASE DES CLASSIFICATIONS DES PLANTES PRAIRIALES	12
I.6. L'ASSOCIATION VEGETALE	13
I.6.1. Definition	13
I.6.2. Proprietes de l'association vegetale	14
I.6.2. 1. Critère floristique	14
I.6.2.2. Critère statistique	14
I.6.2.3.Critère structural.....	15
I.6.2.4. Critère écologique.....	15
I.6.2.5. Critère dynamique.....	15
I.6.2.6. Critère chorologique.....	15
I.6.2.7. Critère historique.....	16
I.6.3. Les variations de l'association	16
I.6.3.1. Syntaxons de rang inférieur.....	16
I.6.3.2. La sous-association	16
I.6.3.3.Les variantes et sous-variantes	17
I.6.3.4.Les phases	17
I.6.3.5. Les races d'association	17
I.6.3.6.Les faciès.....	17
I.7. LES METHODES D'ANALYSE DE LA FLORE	17
I.7.1 .Etapas analytiques	18
I.7.1.1. Phase de terrain	19
I.7.1.2. Le choix de l'emplacement du releve	19
I.7.1.3. L'homogeneite floristique	20
I.7.1.4 L'aire minimale.....	21

I.7.2. Les critères analytiques	22
I.8. RELATION ENTRE ESPECES DANS LES ASSOCIATIONS PRAIRIALES	22
I.8.1. Compétition	23
I.8.1.1. Compétition interspécifique	23
I.8.1.2. Compétition intra-spécifique	23
I.8.2. Symbiose	24
II. LES ASTERACEAE	24
II.1. CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES ASTERACEAE	24
II.2. POSITION SYSTÉMATIQUE	25
II.3. CARACTÉRISTIQUES DE PLUS GRANDES SOUS-FAMILLES DES ASTERACEAE	27
II.4. ÉTUDE BOTANIQUE	27
II.4.1. Fleur	27
II.4.2. Inflorescence	28
II.4.3. Le fruit	29
II.4.4. Graines	29
II.5. INTÉRÊT DES ASTERACEAE	30
II.5.1. Intérêt économique des asteraceae	30
II.5.2. Intérêt thérapeutique des asteraceae	32
III. L'ETHNOBOTANIQUE	33
III.1. HISTOIRE DE L'ETHNOBOTANIQUE	33
III.2. DÉFINITION	35
III.3. LES CHAMPS DE RECHERCHE DANS LES ÉTUDES ETHNOBOTANIQUES	35
III.4. DISCIPLINES ALLIÉES DE L'ETHNOBOTANIQUE	36
III.5. ETHNOBOTANIQUE GÉNÉRALE	36
III.5.1 Ethnomycologie: c'est l'étude de champignons utiles en médecine, et la préparation d'alcool par fermentation à partir de levures	36
III.5.2 Ethnopharmacologie	36
III.5.3 Ethnomédecino-botanique	37
III.5.4 Ethnobryologie et pteridologie	37
III.5.6 Ethnotaxonomie	37
III.5.7 Ethnotoxicologie	37
III.5.8 Ethnoagriculture	37

III.5.9 Ethnogynécologie.....	37
III.5.10 Ethnomusicologie.....	37
III.6.SOURCES ET MOYENS DE TRAVAIL	37
III.6.1 Sources bibliographiques.....	37
III.6.2.Documentes archéologique	38
III.6.3.Enquêtes ethnobotaniques	38
III.6.4.Herbiers et autres Collections de référence	39
III.6.5.Collectes de graines, boutures et plants. Constitution de Collections de plantes vivantes.....	39
III.6.6.Relèvement de documents palynologiques	39
III.6.7 Inventaire des jardins, enclos, champs, terroirs, plantations et cimetières	40
III.6.8.Enquêtes sur la cueillette, le ramassage, la préhension, la proto-culture, les jeux d'enfants	40
III.7.PRINCIPALES ETAPES DE L'ENQUETE ETNOBOTANIQUE.....	40
III.7.1 Etape de préparation.....	40
III.7.2 Etape de travail et de recherches sur le terrain.....	41
III.7.3 Etape de classement.....	41
III.7.3.1 Herbiers recueillis.....	41
III.7.3.2 classements renseignements recueillis	42
IV .LA PALYNOLOGIE.....	42
IV.I.LE POLLEN	43
IV.I.1. Définition de Pollen	43
IV.I.2. Morphogénèse du pollen.....	43
IV.I.3.Caractéristiques de pollen	44
IV.II.PALYNOLOGIE	48
IV.II.1. Définition	48
IV.II.2. Historique	48
IV.II.3. Paléopalynologie	49
IV.II.4. Méliissopalynologie.....	49
IV.II.5. Pharmacopalynologie	49
IV.II.6. Biopalynologie	49
IV.II.7. Archéologie	50
IV.II.8. Aéropalynologie	50
CHAPITRE II.....	51

MATERIELS ET METHODES D'ETUDE	51
PRESENTATION DE LA REGION	52
CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES D'ETUDE	52
I.PRESENTATION DE LA REGION	52
I.1 .BREF HISTORIQUE DU PARC NATIONAL D'EL-KALA	52
I.2. LES MISSIONS DU PNEK	52
I.3 .PRESENTATION DE PNEK	53
I.4. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE	54
I.5 . MILIEU PHYSIQUE ET PATRIMOINE GEOLOGIQUE.....	55
I.5.1 Climat.....	55
I.5.1.1 Température et pluviomètre	56
I.5.1.2 Les vents	56
I.6. LES SYNTHESE CLIMATIQUES.....	57
I.7 . GEOLOGIE, GEOMORPHOLOGIE, PEDOLOGIE.....	58
I.8 .HYDROGRAPHIE.....	59
I.9 .LES UNITES ECOLOGIQUES	60
I.9 .1 .La Frange marine	61
I.9 .2 .Les Falaises.....	61
I.9.3 . La Cocciferaie et Juniperaie	61
I.9 .4 .Les Tourbières	61
I.9.5.Les Pelouses, Bocages et Cultures	61
I.9.6.Lacs Et Maraies	62
I.9.7. Maquis non arboré	62
I.9.8.Maquis arboré.....	62
I.9.9. Ripisylves et aulnaies.....	62
I.9.9.1.Les ripisylves	62
I.9.9.2.Les aulnaies	63
I.9.9.3.Pinèdes à Pin maritime	63
I.9.9.4.Eucalyptaie	63
I.9.9.5.Suberaie	63
I.9.9.6.Zeenaie	64
II. METHODOLOGIE	66
II.1.LE RELEVÉ FLORISTIQUE	66

II.2.CHOIX DES STATIONS	66
II.3. EQUIPEMENT DE TERRAIN	67
II.4.REALISATION DES RELEVES FLORISTIQUE.....	67
II.5.IDENTIFICATION DES ESPECES	69
II.6.METHODE D'ANALYSE DE DONNEES FLORISTIQUES.....	70
II.6.1.Composition floristique	70
II.6.2.Richesse spécifique	70
II.6.3.La fréquence relative	70
II.6.4.La diversité des taxons.....	70
II.6.5.L'abondance dominance.....	71
II.7. TRAITEMENTS STATISTIQUES DES DONNEES.....	71
II.7.1. Codage des données.....	71
II.7.2. Méthode d'analyse factorielle des données mixtes (AFDM)	71
II.7.3. Classification Hiérarchique sur les Composantes Principale (HCPC)	72
III .PRELEVEMENTS DES POLLENS.....	73
III.1 MATERIEL VEGETAL	73
III.2 TRAITEMENT DU POLLEN.....	73
III.2.1. Méthode utilisée pour réaliser des lames de référence et de détermination	74
IV .ETUDE ETHNOBOTANIQUE.....	74
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	77
I.ETUDE FLORISTIQUE.....	77
I .1.ETUDE FLORISTIQUES.....	77
I .2.CARACTERISATION PHYTOGEOGRAPHIQUE	82
I.3. ANALYSES DES TYPES BIOLOGIQUES.....	83
II. TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNEES FLORISTIQUES	85
II. 1.ABONDANCE	85
II.2. EVALUATION DES INDICES DE DIVERSITE.....	86
II.3. SIMILARITE ENTRE LES STATIONS.....	88
II.4. IDENTIFICATION DES GROUPEMENTS VEGETAUX.....	89
II.4.1.Interprétation Axe 1.....	91
II.4.2.Interprétation Axe 2.....	91
II.5.ANALYSE EN COMPOSANT PRINCIPALE (ACP)	92
II.6.ANALYSE DES CORRESPONDANCES MULTIPLES (ACM) DE LA REPARTITION DES ESPECES.....	94

II.7.DETERMINATION DES GRADIENTS ENVIRONNEMENTAUX DE LA REPARTITION DES ASTERACEAE.....	95
II.7.1.Interprétation Axe 1.....	98
II.7.2.Interprétation de l'Axe 2	103
III.ETUDE EHNObOTANIQUE DES ASTERCAEE	105
III.1. LES ASTERACEAE A USAGES THERAPEUTIQUES PRESENTES DANS LE PNEK.....	105
III.2. LES PLANTES MEDICINALES LES PLUS UTILISEES PAR LA POPULATION	106
III.3. FREQUENCE D'UTILISATION DES ASTERACEAE A INTERET THERAPEUTIQUES.....	107
III.3.1. Selon le sexe	107
III.3.2. La tranche d'âge	108
III.3.3. Niveau d'étude	109
III.3.4. Distribution des enquêtés selon la source de l'information	110
III.3.5. Selon la partie utilisée de la plante.....	111
III.3.6. Mode d'emploi	111
III.3.7. Maladies Traitées.....	112
IV.PALYNO-SYSTEMATIQUE	114
IV.1.MORPHOLOGIE DES POLLENS	114
IV.2.FORME ET TAILLE	116
IV.3. TYPE D'APERTURE.....	117
IV.4. ORNEMENTATION DE L'EXINE.....	117
Conclusion.....	125
Références bibliographiques	129
Annexes.....	146

INTRODUCTION

L'Algérie, comme l'ensemble des pays du pourtour méditerranéen, s'est engagé depuis longtemps dans la politique de préservation et de conservation de la biodiversité par la création de plusieurs parcs nationaux (Loukkas, 2006). Actuellement, l'Algérie compte huit parcs nationaux qui englobent l'ensemble des paysages originaux et où se situent les principaux points chauds « Hot Spot » de biodiversité végétale du territoire national (Véla et Benhouhou, 2007).

Parallèlement, plusieurs travaux de recherches axés essentiellement sur l'inventaire et la cartographie de la biodiversité végétale ont été réalisés dans ces «hot spot». Parmi ces travaux nous citons ceux de (Belhadid et *al.*, 2013 ; Yahia et Marniche, 2019) dans le parc national de Chréa, (de Bélair, 1990; Kadid et *al.*, 2013 ; Belouahem et *al.*, 2009 ; Boutabia et *al.*, 2016, Boutabia et *al.*, 2019) dans le parc national d'El Kala, (Yahi et *al.*, 2007; Letreuch-Belarouci et *al.*, 2009) dans le parc national de Tlemcen. L'ensemble de ces travaux ont souligné l'importance d'un tel inventaire dans la gestion rationnelle de ces écosystèmes naturels. En effet, plusieurs auteurs ont évoqué que la conservation et la mise en valeur d'un écosystème naturel passe par une bonne connaissance de sa biodiversité (Médail et Quezel, 1997 ; Véla et Benhouhou, 2007). Plusieurs de ces travaux réalisés dans ces écosystèmes ont souligné la grande richesse floristique de ces milieux et ont mis en évidence une panoplie d'espèces endémiques ou/et rares qui doivent être placés dans les priorités de conservation.

Dans notre étude nous nous intéressons à l'une des aires protégées les plus originales sur le plan biogéographique et écologique du secteur Nord-Est Algérien. Il s'agit du parc national d'El Kala (PNEK) appartenant à la wilaya d'El Tarf. Avec une superficie de 76 438 ha, cette réserve de biosphère est hautement boisée sur plus de 69% de son territoire et s'étend sur une bande côtière de 40Km (Bessah, 2005).

Le PNEK abrite un nombre important d'espèces végétales représentée par les deux grands groupes du règne végétal qui sont les Cryptogames et les Phanérogames. Le premier groupe est représenté par 27 espèces de Ptéridophytes (Hamel et *al.*, 2018), 304 espèces de champignons (Djelloul, 2014) et 175 espèces lichéniques (Boutabia, 2016), le deuxième

groupe est représenté par environ 840 espèces soit le tiers de la flore algérienne et se caractérise par un taux élevé d'espèces endémiques, rares et très rares (de Bélair, 1990).

La famille des Asteraceae, présente dans la plupart des écosystèmes terrestres, est la seconde famille de plantes à fleurs en termes de nombre d'espèces. Comprenant plus de 1600 genres et 23000 espèces, elle représente plus de 10% de la diversité des eudicotylédones (Anderberg et al. 2007; Belem, 1988). Avec plus de 1210 genres et 17000 espèces, la sous-famille des Asteroïdeae constitue à la fois le clade le plus diversifié et le plus dérivé des Asteraceae (Anderberg et al., 2007 ; Stevens, 2012).

Les inflorescences des Asteraceae produisent de larges quantités de pollen et de nectar sur une vaste période de temps, ce qui devrait en faire des hôtes privilégiés pour la collecte de pollen pour les abeilles (Tchuenguem Fohouo et al., 2004; Minckley et Roulston, 2006; Chefrou, 2008; Müller et Kuhlmann, 2008; Aouar-Sadli et al., 2012; Belrhazi, 2015; Bouaka, 2016; Hamel et Boulemtafes, 2017).

Les grains de pollen spécifiques à l'espèce, ont plusieurs caractères morphologiques sur l'exine, qui sont d'importance diagnostique (Edeoga et al., 1998; Edeoga et Ikem, 2002; Mbagwu et Edeoga, 2006; Mbagwu et al., 2008). Les pollens sont donc utilisés pour identifier les plantes sources lors de l'analyse d'échantillons palynologiques dans des domaines tels que la biostratigraphie, la climatologie, l'allègement de la pollinose, les études médico-légales, la méliissopalynologie, l'évolution des plantes, la taxonomie et la restauration environnementale (Bryant et al., 1990; Agwu et Uwakwe, 1992; Bayer et Kubitzki, 2003; Perveen et al., 2004; Palazzesi et al., 2007; Adeonipekun et Ige, 2007; Chefrou, 2008 ; Ige, 2009 ; Boutabia et al., 2016 ; Laouar, 2017).

En plus de leurs intérêts en monde de palynologie, les Asteraceae jouent un rôle primordial et important dans le domaine de la phytothérapie. En effet, divers travaux ont été publiés depuis les dernières décennies sur le savoir ethnobotanique des Asteraceae, parmi lesquels on peut citer (Saidi et al., 2015; Harkati, 2011; Bammou et al., 2015; Benahmed et al., 2011; Boulacel et al., 2015; Aboubakar et al., 2016; Yapi et al., 2015 ; Klech et al., 2022).

L'objectif de notre travail de thèse consiste à l'inventaire des taxa appartenant à la famille des Asteraceae au niveau du parc national d'El Kala (wilaya d'El Tarf – extrême Nord-Est Algérien); détermination des espèces à usage médicinal (enquête ethnobotanique) et réalisation d'une palynothèque des espèces recensées.

Ce travail sera présenté comme suit :

- Le premier chapitre présente l'état de la connaissance floristique descriptive de la famille des Asteraceae et un aperçu sur la palynologie et l'ethnobotanique,
- Le deuxième chapitre sera réservé à la présentation de la région d'étude,
- Le troisième chapitre sera consacré à la méthodologie du travail de terrain et les étapes suivies au laboratoire,
- La présentation, l'interprétation et la discussion des résultats obtenus seront détaillées dans le quatrième chapitre.
- Enfin, une conclusion générale qui portera sur une lecture attentive des différents résultats obtenus.

CHAPITRE I
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I. LA DIVERSITE FLORISTIQUE

I.1. DEFINITION DE LA DIVERSITE FLORISTIQUE

La diversité floristique se compose de la flore du fond prairial « qui correspond à l'ensemble des espèces végétales qui sont présentes habituellement dans la prairie », et de la flore associée aux éléments paysagers (arbres, fossés, rochers...). Les espèces végétales sont caractérisées par leur nature, leur nombre ou encore leur abondance (Orth et Balay, 2010).

Selon Brumont (2008), c'est la structure herbacée ou arbustive du peuplement végétal représentant un état physique et écologique qui évolue naturellement ou sous l'influence sélective des actions humaines selon un rythme variable, ainsi les modalités d'exploitation pour créer et entretenir la prairie par le fauchage ou le pacage, le rythmes d'interventions, la mise en œuvre de travaux préparatoire, de fumures, de semis, etc.

Alors que Jeanmonod et *al.* (2001), énonce que la diversité floristique est toute la quantité d'unités distinctes de végétaux que l'on pourra compter dans un territoire, essentiellement :

- a) le nombre d'espèces ;
- b) le nombre d'habitats ou d'unités de végétation (notamment d'associations végétales).

Alors que ces 2 types unités sont loin d'être suffisants pour définir la diversité végétale, il est donc nécessaire de considérer d'autres paramètres de mesure de la diversité, notamment :

- c) le taux d'endémicité des taxons et des syntaxons ;
- d) les degrés de rareté des taxons ;
- e) le particularisme génétique ;
- f) la présence d'espèces hautement informatives (stations isolées d'espèces, stations limites, stations indicatrices de certains types de végétation ou de certains climats présents ou passés, etc.).

I.2. LES DIFFERENTS TYPES DE LA DIVERSITE

Il existe plusieurs niveaux de la diversité :

- **Diversité génétique** : c'est la diversité des gènes au sein d'une même espèce.
- **Diversité spécifique** : c'est le nombre et la diversité d'espèces vivantes dans un milieu.
- **Diversité des écosystèmes** : c'est la diversité entre et au sein des écosystèmes. Au sein d'un écosystème donné, elle englobe les deux niveaux précédents.

I.2.1. Diversité génétique

Les généticiens s'intéressent :

- Aux variations génétiques au sein d'une population et entre populations,

- A la manière dont les gènes s'échangent entre différentes populations,
- A l'évolution des fréquences des allèles (variantes d'un même gène) au sein d'une population,

Plus une espèce est génétiquement diversifiée, plus elle est susceptible de s'adapter à une large gamme de milieux ou aux éventuelles modifications du milieu. Si cette diversité diminue, les individus auront tendance à s'uniformiser génétiquement, rendant l'espèce plus sensible (Kremer, 2000).

I.2.2. Diversité spécifique

Les critères taxonomiques définis par la communauté scientifique permettent de classer les espèces par entités différentes identifiables selon les milieux. Les biologistes analysent la biodiversité pour connaître les mécanismes qui permettent à certaines espèces d'apparaître et de s'adapter ou au contraire de disparaître d'un milieu. Ils analysent aussi leur impact sur l'écosystème, leur influence sur la colonisation du milieu, leur stratégie reproductive ou leur organisation phytosociologique et les règles d'assemblage dans un milieu donné (Mcneely et *al.*, 1990).

I.2.3. Diversité des écosystèmes ou écologique

Les écologistes étudient la structure, le fonctionnement et l'évolution des écosystèmes. S'il est évidemment difficile de relever toutes les espèces d'un écosystème et de comprendre l'impact de l'environnement sur chacune d'elles, On peut définir les espèces les plus susceptibles de régresser sous différentes conditions environnementales ou pratiques agricoles. On peut alors déterminer la meilleure façon de les préserver ou de restaurer la diversité (par exemple, réintroduction d'espèces disparues) (Blondel, 2012).

Une diversité écologique qui rend compte des relations entre la composition en espèces et les variables de milieu ou les modes d'exploitation. Elle concerne la réponse des espèces aux conditions situationnelles (amplitude d'habitat des espèces le long d'un gradient écologique par exemple) (Noss, 1990).

I.2.4. La diversité fonctionnelle

Rend compte des caractéristiques morphologiques, physiologiques, écologiques des espèces présentes, autant d'informations que l'on regroupe aujourd'hui sous le terme de traits de vie (Grace, 1990). Ces caractéristiques sont propres aux espèces et indépendantes des conditions de milieu (Balent et *al.*, 1999).

I.3 LES TYPES DE VEGETATIONS (FORMATIONS VEGETALES)

Sur le plan physiologique diverses définitions sont admises pour déterminer les types de végétation. Selon (Trochain 1955 *In* Ionesco et Sauvage, 1962), les types de végétation sont «de grands ensembles végétaux qui impriment en paysage une physiologie particulière, parce qu'ils résultent de l'accumulation d'espèces végétales spécifiquement variées mais appartenant, en grande majorité à une même forme biologique qui est ainsi dominante».

Les principaux types de végétation et leur classification ont fait l'objet de plusieurs études. Pour décrire les types de végétation observée, nous nous sommes inspirés des classifications établies par Ionesco et Sauvage (1962) et Le Houerou et *al.* (1977), cette classification est basée sur des critères tels que la répartition horizontale, verticale et la densité des individus.

I.3.1. Forêt

C'est une formation végétale arborescente dont la hauteur est de sept mètres au minimum, avec une densité des arbres d'au moins cent arbres à l'hectare. Selon la structure horizontale et en fonction de la densité des arbres, on distingue ; forêt dense (recouvrement > 75%), forêt claire (recouvrement entre 50 et 75%) et forêt trouée (recouvrement entre 25 et 50%). Cependant, selon la nature des espèces arborescentes dominantes, on distingue dans la région méditerranéenne ; forêts de conifères, forêts caducifoliées, forêts sclérophylles et les forêts hygrophiles (Quezel, 1976).

I.3.2. Matorral ou maquis

Selon Le houerou et *al.* (1977), le matorral « est une formation à végétaux ligneux n'excédant pas sept mètres de hauteur et dérivant toujours directement ou indirectement d'une forêt climatique par dégradation anthropozoogène ». Ces auteurs distinguent :

- Selon la hauteur (H) :- matorral élevé ($H > 2$ m jusqu'à 6 m) ;
- matorral moyen ($0.66 < H < 2$ m) ;
- matorral bas ($H < 0.6$ m) ;
- Selon le recouvrement (R) : - matorral dense ($R > 75\%$) ;
- matorral troué ($50\% < R < 75\%$) ;
- matorral clair ($25\% < R < 50\%$) ;

La structure permet aussi de distinguer quelques cas particuliers de matorral (Ionesco et Sauvage, 1962), le matorral arbore, matorral a xérophytes épineux.

I.3.3. Pelouses

Ce sont, en général, des « formations basses inférieures à 0.30 m dominées par les hémicryptophytes, les chaméphytes herbacées et les géophytes et dont le rythme de production saisonnier est d'autant plus marqué que la sécheresse édaphique est plus longue » (Le Houerou et *al.*, 1977).

I.3.4. Prairies

Ce sont des formations herbacées, à recouvrement proche de 100%, à base d'hémicryptophytes et des géophytes mésophile et hygrophiles (en particulier de graminées et de cypéracées (Ionesco et Sauvage, 1962 ; Le Houerou et *al.*, 1977).

I.3.5. Steppes

Selon Ionesco et Sauvage (1962), la steppe y représente « une formation naturelle herbacée très ouverte et très irrégulière ». Cette appellation globale est donc souvent complétée par le nom de l'espèce dominante, tantôt Poacées (steppe à *Stipa tenacissima*), tantôt chaméphytique (steppe à *Artemisia herba-alba*), parfois également par une référence aux conditions climatiques et édaphiques locales (steppe aride ou saharienne, steppe psammophile à *Aristida pungens* ou halophile à Salsolacées) (Kaabeche, 1990).

I.4.FACTEURS D'EVOLUTION DE LA FLORE

I.4.1 .Facteurs Climatiques

On sait que les conditions climatiques interdisent certaines espèces en favorisant d'autres. Un hiver froid, normal en zones montagneuses, réduit la compétition des plantes les plus sensibles et peut amener la mort de certaines d'entre-elles. La sécheresse est surtout une succession d'années sèches, éliminant un grand nombre de plantes. Donc le climat favorise quelques formes dans une espèce donnée et exerce une sélection permettant la constitution d'écotypes locaux mieux adaptés (Léger et *al.*, 2000).

Par exemple le ray-grass anglais caractérise la prairie normande, il disparaît en altitude alors qu'apparaissent un certain nombre d'espèces typiquement montagnards : Fléole des alpes, pâturin (Lapeyronie, 1982).

I.4.1.1. La température

La température va agir directement sur l'activité métabolique des plantes, donc sur l'intensité de synthèses de matière organique des plantes, soit en la freinant, soit en la stimulant. Les freins interviennent aux deux extrémités d'une plage de variations acceptables. Les plantes ne

développent leur activité photosynthétique qu'à partir d'une température seuil ou température «critique»: elle varie selon les espèces de 4 à 6°C. Le volume des synthèses sera proportionnel aux différences positives des températures diurnes et nocturnes par rapport à la température «critique» (Vignau-loustau et Huyghe, 2008).

I.4.1.2. Le zéro de végétation

Selon Baya (1998), en dessous d'une certaine température la croissance d'un végétal se ralentit considérablement et s'arrête. Cette limite très approximative, le zéro de végétation, il se différencie selon les espèces :

b) Température maximale : les températures élevées entraînent également un arrêt de végétation. Chacune des espèces s'y adaptant différemment (Lelievre et al., 1993).

c) Température optimales :

Entre ces deux limites la croissance des graminées est variable et connaît un maximum dans une zone de température optimale située le plus souvent entre 15°C et 25°C (Duru et Langlet, 1986).

I.4.1.3. L'intensité lumineuse

La lumière est aussi un facteur déterminant de la production végétale, elle intervient déjà par son intensité sur le niveau de la photosynthèse, et aussi susceptible de modifier les phénomènes de composition entre espèces prairiales (Bellon, 1992).

L'entrée en phase de reproduction pour les graminées nécessite un allongement de la durée d'éclairement supérieur à un certain seuil (photopériode critique) variable selon les espèces et les variétés (de 8 heures à 16 heures) ; ainsi l'ombrage diminue le nombre de tige au m², le poids des tiges (g/m²), le poids total de matière sèche (g/m²), (Peeters et al., 1991 in Mansouria, 2001).

La prairie peut renfermer des Héliophytes strictes exigeant la pleine lumière et des héliophytes tolérantes supportant un certain ombrage. En particulier toutes les légumineuses prairiales sont des espèces de lumière (Ballais, 1971).

Selon Delpech (1966):

-plantes d'ombres : Brome mur, molinie blanc

-plantes ne supportant qu'un ombrage modéré : Lotier corniculé, trèfle violet, ray grass anglais, fétuque des prés.

-plantes indifférentes à l'ombrage : Avoine des prés, trèfle blanc, fétuque rouge.

I.4.2. Facteurs Edaphiques

Les caractères physicochimiques du sol (Texture, perméabilité, teneur en chlorures ou en sulfate ect...) ces facteurs expliquent 15% la structure de la flore prairiale car ils exercent un rôle sélectif important dans la distribution des espèces, éliminant rapidement les moins bien adaptées, mais les facteurs les plus contraignants sont la pente et l'hydromorphie qui constituent dans les cas extrêmes des contraintes difficilement contournées par des pratiques d'intensification. Une forte pente supérieure à 10% favorise les espèces de friche et la végétation naturelle qui conduisent à un stade de dégradation non réversible (Mandret, 2000).

I.4.2.1. L'eau

En dehors de son rôle évident sur la pousse de l'herbe, le régime des eaux dans le sol a une influence considérable sur la flore dans la mesure où il est extrême : sol très humide ou même soumis à une submersion périodique ou au contraire excessivement sec (Bellon, 1992).

En terrain inondé, les meilleures espèces de graminées et légumineuses disparaissent et sont remplacées par des jonchées par du carex, du cerfeuil, de l'angélique et du lotier caractérisant plantes indicatrices disparaissent (Plancquaert, 1972).

Selon Mandret (2000), l'hydromorphie du sol est également responsable de la présence d'espèces indicatrices de la dégradation des prairies des zones humides comme les cypéracées et les Joncacées.

I.4.2. 2. Le ph

Villax (1963) décèle que la réaction du ph d'un sol détermine dans certaines mesures la composition de la flore.

Les plantes des prairies ont été classées en calcicoles et calcifuges et l'on a voulu donner une importance excessive au pH. Bien souvent, le ph a un effet sélectif indirect car l'absence d'un élément fertilisant peut coïncider avec un ph extrême qui entraîne la disparition des plantes, aussi en sol très acide, les légumineuses ont tendance à régresser. Certaines plantes cependant sont caractéristiques de terrain calcaire (alcalin), le sainfoin par exemple et d'autres de terrain acide tel que l'agrostide. La présence de rumex signale également un ph faible (Bellon, 1992).

I.4.2. 3. Élément de la fertilisation

Dans un milieu où les nutriments ne sont pas limitants, l'augmentation du niveau d'intrants a généralement un impact négatif sur les communautés végétales en induisant une homogénéisation de la végétation et une dominance d'espèces eutrophes.

Par le phénomène de compétition interspécifique, les espèces à forte croissance et à forte capacité de capture des nutriments, comme le ray-grass anglais (*Lolium perenne* L.), vont envahir le milieu, alors que des graminées à croissance plus lente, telles que l'agrostis (*Agrostis capillaris* L.) et la brize (*Briza media* L.), disparaîtront progressivement (Tilman, 1982). Un faible approvisionnement détermine une lente croissance des plantes et réduit également la concentration des éléments dans la biomasse (Aerts et Chapin, 2000).

I.4.3. Facteurs biotiques

Il s'agit de l'action de compétition des plantes entre elles, du rôle des parasites qui limitent ou éliminent certaines espèces, mais surtout du mode d'exploitation. C'est un facteur essentiel dont l'influence est primordiale sur l'évolution de la flore et qui peut conduire à des associations différentes dans les mêmes conditions de sol et de climat (Lapeyronie, 1982).

I.4.4. Action des animaux

Les herbivores ont un impact sur la végétation selon quatre mécanismes (Rook et Tallwin, 2003).

I.4.4.1. Le piétinement

Fischer et *al.* (1996), trouvent que le piétinement structure les communautés végétales en créant des ouvertures dans le couvert qui peuvent être colonisées par de nouvelles espèces, le piétinement des animaux affecte également de manière importante les tissus végétaux, entraînant souvent la mort de la plante concernée ou de la partie située au-dessus du point endommagé (Crawley, 1997).

I.4.4.2. La dispersion des graines

Les herbivores domestiques peuvent introduire des propagules de nouvelles espèces végétales par endozoochorie et exozoochorie (Olf et Ritchie, 1998).

Les grands herbivores favorisent également la dispersion des graines à l'échelle paysagère (Marriott et *al.*, 2004) via le transport des graines sur leur fourrure (Fischer et *al.*, 1996) ou le dépôt de leurs fèces (Malo et Suarez, 1995). Ils peuvent enfin accroître le recrutement des plantules grâce à la création de trouées au sein du couvert. Celles-ci sont des sites de germination privilégiés puisque les jeunes plantules y sont à l'abri de la compétition avec les plantes adultes (Burke et Grime, 1996 *in* Fleurance et *al.*, 2011).

I.4.4.3. Les déjections

La dissémination par consommation puis dispersion dans les déjections c'est l'endozoochorie : l'action des sucs digestifs lors du transit intestinal a pour effet d'attaquer les enveloppes protectrices des semences, et peut favoriser leur germination dans le cas des espèces à graines dures, comme par exemple la plupart des espèces d'Acacia (Carrière et Toutain, 1995).

I.4.4.4. La défoliation sélective

L'action du pâturage des herbivores sur la structure et la biodiversité des couverts prairiaux est majoritairement liée à leur prélèvement. En sélectionnant les espèces les plus appétibles, les animaux exercent une pression de défoliation différente sur les espèces présentes, ce qui peut menacer la pérennité de certaines d'entre elles dans le couvert. En revanche, ils limitent aussi le développement d'espèces très compétitives pour la lumière et les nutriments et permettent ainsi la coexistence d'un plus grand nombre d'espèces dans le milieu (Dumont, 2007).

I.4.5. Système d'exploitation

Le mode d'utilisation des prairies (pâturage, fauche) a également un impact sur leur richesse spécifique. Dans une étude réalisée dans trois exploitations en système herbagé allaitant sur un total de trente-sept parcelles, (Farruggia et *al.*, 2006) constatent que le nombre d'espèces est plus élevé dans les parcelles pâturées que dans les parcelles fauchées.

Le suivi de trente-quatre prairies exploitées de manière identique (déprimage suivi d'une fauche unique) révèle une diminution du nombre d'espèces de l'ordre de dix par parcelle lorsque leur indice de nutrition (moyenne des indices N et P) augmente de 65 à 86 (Ansquer et *al.*, 2004; Scohier, 2011), a remarqué que la fauche exerce une défoliation homogène dont les conséquences sur les communautés végétales vont dépendre essentiellement de la date des coupes et de leur fréquence.

I.5. LA BASE DES CLASSIFICATIONS DES PLANTES PRAIRIALES

Selon Poisson (1983), la flore prairiale est complexe, les espèces qui la composent se classent selon plusieurs critères :

➤ **D'après leurs caractéristiques botaniques :**

- Plantes dont la taxonomie systématique (graminées, légumineuses, plantes divers).
- Caractères morphologiques, ayant une valeur agronomique (port, type des systèmes racinaire, aspect ligneux.....).

- **D'après leurs caractéristiques écologiques** : fonctionnement selon les besoins en lumière, en eau (plante palustre, hygrophile, xérophile, mésophile), en température ; leur réponse à la réaction du sol (plante acidophile, basiphile...ect), résistance au piétinement à titre d'exemple le trèfle blanc résiste bien au piétinement.

- **D'après leurs valeurs d'utilisation : (productivité, qualité fourragère)**

Une classification agronomique simple, associant ces divers critères, conduit dès lors à répartir les plantes des prairies en 5 groupes de valeurs d'utilisation, chacun d'eux comportant des graminées, des légumineuses et des espèces diverses (Bustarret, 1971).

Des travaux récents décrivent aussi la diversité floristique d'une prairie à partir de critères fonctionnels et écologiques (Balent et *al.*, 1999). D'autres approches s'affranchissent des inventaires et utilisent des éléments supposés être en lien avec la diversité floristique. Ainsi, (Amiaud et *al.*, 2005) élaborent un outil basé sur les pratiques agricoles et le milieu pour déduire le nombre d'espèces théoriquement présent dans une prairie. Ces approches reposent soit sur des inventaires floristiques que l'on "traduit" en diversité fonctionnelle et écologique, soit sur des mesures de traits d'espèces qui devraient à terme permettre d'élaborer un diagnostic de la diversité fonctionnelle sans avoir recours à la reconnaissance botanique. Pour cette raison (Orth et *al.*, 2004), ont élaboré une clé de diagnostic basée sur la physionomie globale de la végétation en utilisant les inflorescences, la morphologie des espèces et la structure du couvert végétal.

I.6. L'ASSOCIATION VEGETALE

I.6.1. Définition

Guinochet (1973), définit la notion intuitive d'association végétale comme résultant de l'observation suivante : « Pour quelqu'un qui connaît suffisamment les plantes dans la nature, le simple rappel du nom de l'une d'elles évoque instantanément dans son esprit, non seulement son image, mais encore celle d'un certain nombre d'autres que l'on trouve ordinairement dans les mêmes conditions qu'elle ».

Le concept d'association végétale est en fait la véritable clé de voûte de la phytosociologie sigmatiste. Nous en retiendrons deux définitions :

- La première fait intervenir essentiellement le critère floristico-statistique : l'association végétale est définie par « une combinaison répétitive originale d'espèces,

dont certaines dites caractéristiques lui sont particulièrement liées, les autres étant qualifiées de compagnes » un ensemble spécifique normal (Guinochet, 1973) ou une combinaison spécifique originale (Foucault, 1981). Cette combinaison floristique des espèces végétales est le fondement même du système phytosociologique (Gehu, 1992)

- La seconde préconise en plus des données floristiques la prise en compte de certaines propriétés de l'association végétale, celle-ci étant un «concept abstrait qui se dégage d'un ensemble d'individus d'association (seul objet concret) possédant en commun à peu près les mêmes caractères floristiques (aux fluctuations aléatoires près), structuraux, statistiques, écologiques, dynamiques, chorologiques et historiques» (Gehu, 1980; Rivas-martinez, 1981).

Indiquons, par ailleurs, que l'expression groupement végétal désigne une catégorie phytosociologique de rang indéterminé et que communauté végétale est considérée, en général, comme équivalente (Guinochet, 1973).

I.6.2. Propriétés de l'association végétale

A la suite de Guinochet (1973), on s'accorde à reconnaître en l'association végétale une catégorie polythétique, i.e. une catégorie définie par un certain nombre de critères conjoints (Rivas-martinez, 1981; Gehu, 1992), dont « la possession de la totalité n'est pas nécessaire ni celle d'un seul suffisante pour décider si un objet en fait ou non partie » (Dupouey, 1988).

I.6.2. 1. Critère floristique

Le critère floristique est le critère de base, primordial pour la phytosociologie et il doit le rester. Comme le souligne Gehu (1996), l'association végétale se dégage d'un ensemble d'individus d'association possédant en commun à peu près les mêmes caractères floristiques (combinaison d'espèces identiques). La qualité essentielle des associations végétales réside dans leurs espèces constitutives parce qu'elles sont porteuses d'informations précises, notamment celles d'ordre écologique et chorologique, qui peuvent être avantageusement utilisées. Les espèces végétales d'une association expriment, d'une façon ou d'une autre, la diversité du patrimoine phytogénétique. Mais, toutes les espèces de la combinaison floristique n'ont pas, de façon formelle ou relative, la même valeur informative.

I.6.2.2. Critère statistique

L'association doit posséder une combinaison statistiquement répétitive des espèces caractéristiques, différentielles et compagnes, de leur ensemble spécifique. La répétitivité de la combinaison d'espèces apporte une aide précieuse à l'appréciation de l'homogénéité structurale et écologique de la communauté végétale, donc à sa délimitation (Delpech et

Gehu, 1988). «La répétitivité est à la phytosociologie, ce qu'est la reproductibilité aux sciences expérimentales» (Gehu, 1987).

I.6.2.3. Critère structural

La répétitivité de la combinaison floristique doit se situer dans une seule et même catégorie structurale (même physionomie, même stratification, même niveau de biomasse), peu importe qu'elle soit selon le type de communauté très simple (synusiale) ou fort complexe (phytocénotique). En outre, pour étudier concrètement une communauté, il faut avoir caractérisé sa structure, car la connaissance des formes est un préalable nécessaire à l'étude des fonctions (Delpech et Gehu, 1988).

I.6.2.4. Critère écologique

L'association doit correspondre à un milieu écologique très homogène, singulier et précis et doit se situer dans un contexte écologique finement défini. Elle possède et contribue à caractériser un biotope particulier. De la qualité de ce critère synécologique dépendra la fiabilité du système phytosociologique en tant que système typologique des milieux ou habitats (Gehu, 2000).

I.6.2.5. Critère dynamique

L'association possède une signification dynamique déterminée à l'intérieur d'une série de végétation, soit climacique, soit spécialisée. Chaque communauté possède une signification évolutive précise à l'intérieur d'une série de végétation climatophile ou édaphophile, allant vers un groupement climatique ou vers un groupement spécialisé (Gehu, 1991). Elle est un stade initial, intermédiaire, final ou déviant (par ex. nitrophile) de la dynamique progressive ou régressive de la végétation. Il peut s'agir, enfin, d'une communauté végétale au sein d'une série dynamique de végétation ou de variations à l'intérieur même d'une communauté (Gehu, 1998).

I.6.2.6. Critère chorologique

Chaque association possède une aire géographique particulière, plus ou moins étendue, qui lui est propre, autrement dit un caractère de territorialité précis (Gehu, 2000). Une association ne peut être considérée comme bien connue et bien délimitée que si l'on connaît exactement ses limites géographiques. Il existe des associations répandues à travers d'immenses territoires et d'autres réduites à une aire confinée. Par exemple, les communautés végétales des parois rocheuses, des pelouses, des arrières-dunes... occupent des territoires bien plus localisés et restreints en général que celles des milieux aquatiques ou fortement anthropisés (Gehu, 1996).

Plus une aire est petite (synendémisme) plus, en général, est originale et précieuse à l'association sur le plan patrimonial.

I.6.2.7. Critère historique

Les groupements sont plus ou moins jeunes ou anciens ; ils appartiennent à des séries actuelles ou correspondent à des vestiges de séries anciennes informant sur l'histoire climatique du peuplement végétal de la région. Les associations relictuelles souvent réfugiées dans des habitats contraignants, parce qu'elles correspondent à des séries climatiques anciennes, présentent souvent un grand intérêt patrimonial et de bio-évaluation des milieux (Gehu, 2000).

Il est extrêmement important pour la compréhension et la sauvegarde du patrimoine biologique de reconnaître ce type de communautés relictuelles, témoins de conditions climatiques passées (Gehu, 2000). L'association végétale (territoriale) est donc caractérisée maintenant, à l'inverse des grandes associations régionales, par une amplitude assez étroite, contrairement au début de la phytosociologie. En plus des critères floristico-statistiques, elle s'inscrit dans un contexte géographique précis, car sa signification est territoriale (Gehu, 1996, 2000), et dans un cadre écologique et dynamique défini et homogène (Rameau, 1987). Cette acception actuelle plus restreinte de l'association lui confère une valeur informative plus grande vis-à-vis des milieux de vie ou biotopes, fondements des écosystèmes et des territoires phytogéographiques (Gehu, 1980).

I.6.3. Les variations de l'association

L'association végétale, unité fondamentale du système, admet plusieurs unités inférieures : sous-associations, variantes et sous-variantes, races, phases, faciès. Une traduction fidèle et claire de la complexité de la végétation exige, pour les milieux forestiers, la prise en compte effective de ces différentes unités (Rameau, 1985). Celles-ci ont été définies précisément par (Rameau, 1987; Gehu, 1996).

I.6.3.1. Syntaxons de rang inférieur

L'association végétale (territoriale) est susceptible de variations internes, qui sont de triple nature: floristico-écologiques, floristico-dynamiques et géographiques.

I.6.3.2. La sous-association

Elle s'écarte du type de l'association par des variations écologiques assez accusées mises en relief par une composition floristique particulière et notamment par l'existence d'un groupe

d'espèces différentielles. Ce sont souvent les contacts avec d'autres associations (d'autres microhabitats) d'un même site qui déterminent ces variations.

I.6.3.3. Les variantes et sous-variantes

Elles correspondent à des variations floristico-écologiques plus légères à l'intérieur des sous associations.

I.6.3.4. Les phases

Ce sont des variations floristiques (présence ou dominance de quelques espèces), liées à la dynamique interne de l'association. Elles traduisent la jeunesse, la maturité ou le vieillissement d'un groupement (phases juvéniles, matures ou vieilles). Même lorsque l'on est en présence d'une forêt climacique, il existe une dynamique interne de la végétation forestière, qui assure l'autonomie et l'équilibre de l'écosystème et qui à la base du cycle sylvigénétique (Gehu, 1991).

I.6.3.5. Les races d'association

Elles ont une signification purement géographique. A l'intérieur d'une unité chronologique particulière, elles se différencient par l'apparition de quelques espèces significatives liées à ce contexte géographique (ou subterritoriales).

I.6.3.6. Les faciès

Ils sont déterminés par le rôle quantitatif élevé d'une ou de plusieurs espèces ; leur identification repose, en analyse numérique, sur le seul critère d'abondance-dominance de quelques taxons (Carriere, 1984). Ils sont de moins en moins utilisés, ne mettant en relief que des variations souvent peu précises.

I.7. LES METHODES D'ANALYSE DE LA FLORE

Selon Bustarret (1971), la flore prairial des prairies peut apporter deux types de renseignements complémentaires :

- Des informations **d'ordre phytosociologique** : la présence, dans la flore analysée, d'espèce considérées comme typiques ou indicatrices de tel milieu lui permet de caractériser l'association au sein des différents types phytosociologiques (alliances, ordres, classes,...ect) et de préciser les facteurs écologiques responsables de sa composition ;

- Des informations **d'ordre directement agronomique** : la fréquence relative des bonnes et des moins bonnes espèces fourragères lui fournit une base d'appréciation des possibilités de production de la prairie (quantité, régularité, qualité)

D'après Soltner (1990), on peut appeler les analyses de la flore : «**inventaire floristique**», et ils deviennent complète lorsque ils s'effectuent selon les trois s'étapes suivantes :

1. Détermination d'une station floristiquement homogène et représentative de la parcelle ou d'une partie seulement quand la parcelle est hétérogène ;
2. Inventaire floristique proprement dit qui a pour objet d'établir la liste exhaustive des espèces présentes sur la station précédemment délimitée, il est recommandé de suivre la méthode de l'aire minimale ;
3. Relevé quantitatif qui a pour objet de mettre en évidence les espèces dominantes.

Fiers (2004) estime que, la diversité floristique d'un milieu naturel s'évalue à partir d'un inventaire des espèces végétales présentes. Il est réalisé en général sur une station, zone de conditions écologiques homogènes qui ne correspond pas forcément à la totalité d'une parcelle. L'inventaire est effectué sur des échantillons (surfaces, points ou lignes) avec combinaison possible de ces échantillons

A partir de l'inventaire des espèces, différents critères peuvent être considérés pour caractériser la diversité floristique au niveau taxonomique : nombre total d'espèces (richesse), nombre d'espèces rares (richesse patrimoniale avec ses diverses acceptions), régularité des abondances des espèces (indice de Shanon, équitabilité...). La méthode de l'aire minimale évalue la richesse en dénombrant la quasi-totalité des espèces sur une surface floristiquement homogène (Guinochet, 1973).

I.7.1. Etapes analytiques

Cette première étape décisive consiste en la prise de relevés de végétation sur le terrain. C'est un travail assez délicat, exigeant quelque pratique et, en tout cas, certaines précautions élémentaires (Guinochet, 1955). Un relevé bien fait doit donner une image aussi fidèle que possible de la communauté telle qu'elle se présente sur le terrain (Delpech, 2006). Cette exigence de qualité des relevés est à la fois d'ordre floristique (exactitude et finesse des

déterminations) et d'ordre synécologique (stricte homogénéité de milieu) (Gehu, 2000). Ce relevé phytosociologique représente un élément fondamental du travail phytosociologique (Foucault, 1987).

I.7.1.1. Phase de terrain

L'élaboration d'un plan d'échantillonnage a pour but de préparer et d'orienter la campagne de terrain. Celui-ci, peut être établi à partir des divers documents et études existant sur la région étudiée (cartes topographiques, géologiques, pédologiques, photographies aériennes, catalogues floristiques...) révélant les principales variations du milieu (topographie, faciès géologiques, types génétiques de sol, etc.). Toutes les informations disponibles peuvent être mises à profit pour la sélection des stations représentant un échantillon aussi complet que possible, en ce qui concerne leur diversité, originalité et représentativité (Gillet, 2000).

I.7.1.2. Le choix de l'emplacement du relevé

Sur terrain, le phytosociologue choisit l'emplacement de ses relevés selon deux niveaux de perception successifs (Gehu, 1980) :

- une première vision à l'échelle paysagère l'amène à choisir les éléments majeurs, significatifs, représentatifs et répétitifs du paysage végétal (formations végétales) qu'il veut étudier ;
- une deuxième vision à l'intérieur de l'élément paysager choisi guidera le choix de l'emplacement du relevé et de ses limites. Les critères fondamentaux de ce choix d'emplacement et de limites du relevé sont : l'homogénéité floristique et l'homogénéité écologique de la station.
- **L'homogénéité floristique** doit être répétitive et il faut avoir constaté la répétitivité de la combinaison floristique. Le critère d'homogénéité floristique, ou invariant, étant une combinaison statistiquement répétitive d'espèces (Rameau, 1985).
- **L'homogénéité écologique** nécessite d'abord, et en règle générale, une homogénéité dans la physionomie et la structure de la végétation.

La station doit être homogène vis-à-vis des contrastes de milieu, telles que l'exposition, la lumière, la microtopographie, l'humidité du sol..., et les observations très fines à ce niveau. A l'intérieur de la surface choisie du relevé, il ne doit pas y avoir de variations significatives de composition floristique ni de milieu (Rol, 1980). En définitive, Gehu (1980) insiste sur le fait

que ce choix est non seulement un droit, mais encore une nécessité dans le travail phytosociologique. Il ajoute que l'affinement de la prise du relevé est plus décisif pour les progrès de la phytosociologie que les améliorations techniques de traitement synthétique des données. Cette première étape du choix de l'emplacement du relevé permet d'avoir une première idée des conditions écologiques stationnelles, en utilisant les connaissances acquises antérieurement et d'élaborer ainsi un diagnostic synécologique (Delpech et Gehu, 1988).

I.7.1.3. L'homogénéité floristique

Nordhagen (1927) *in* Foucault (1979), déclare que «Le problème de l'homogénéité est le problème central de la phytosociologie». Dans la phase analytique, effectivement, au moment de réaliser le relevé, outre le problème de rechercher des discontinuités dans le tapis végétal, se pose le problème de l'homogénéité floristique d'une surface de végétation (Foucault, 1979). Une communauté végétale est dite floristiquement homogène quand les individus de toutes les espèces y sont répartis au hasard, d'une manière purement aléatoire, ou encore lorsque la probabilité de rencontrer un individu est constante, pour chacune des espèces, dans l'ensemble de la communauté étudiée (Daget, 1976). Cependant, Dagnelie (1965) note que l'utilisation de méthodes statistiques précises semble indiquer que, même dans les communautés végétales apparemment les plus homogènes, la répartition des différentes espèces n'est jamais purement aléatoire. D'ailleurs, Bouxin (2008) prouve que les dispersions aléatoires (ou considérées comme telles) sont exceptionnelles.

Dans ces conditions, selon Dagnelie (1965), le problème du phytosociologue n'est pas de trouver, des communautés végétales tout à fait homogènes, mais bien d'identifier des communautés « suffisamment » homogènes. En effet, Guinochet (1973) admet que dans une surface de végétation présentant une homogénéité floristique correspondant à un individu d'association, on y décèle toujours une certaine micro hétérogénéité, liée à la sociabilité des diverses espèces. C'est ainsi que Rameau (1988) reconnaît la nécessité d'un compromis entre une microhétérogénéité négligeable (qui n'enlève rien à l'unité du groupement) et une macrohétérogénéité (Godron, 1971) déterminante. Cette macrohétérogénéité se manifeste toujours entre deux phytocénoses adjacentes, tandis que la microhétérogénéité, qui apparaît à l'intérieur d'une phytocénose, est assez souvent le fait d'une structure en mosaïque (Guinochet, 1973). Enfin, il faut bien admettre que « l'homogénéité est un concept idéal, qui n'a pas de réalité concrète, qui n'est qu'une approximation à une échelle donnée » (Foucault, 1985).

I.7.1.4. L'aire minimale

Il est usuel en phytosociologie de préciser la surface des relevés. Toutefois, l'indication de la surface totale du relevé ne suffit pas pour établir a priori ou a posteriori si l'aire minimale est atteinte ou si l'aire maximale est dépassée (Gillet, 2000). Un relevé ne sera considéré comme représentatif de l'individu d'association étudié que s'il est effectué sur une surface au moins égale à l'aire minimale, ou autrement dit une surface « suffisamment » grande pour contenir la quasi-totalité des espèces présentes sur l'individu d'association (Guinochet, 1973).

En effet, une surface trop petite rendrait le relevé fragmentaire et non représentatif, puisqu'il ne contiendrait qu'une partie limitée du cortège floristique habituel de la communauté considérée. Au contraire, une surface trop grande rendrait le relevé hétérogène, avec le risque de contenir une proportion trop importante d'espèces des individus d'association adjacents (Gillet, 2000). Plus formellement, (Gillet et *al.*, 1991), précisent qu'il s'agit d'une surface minimale à partir de laquelle une aire échantillonnée, peut être considérée comme statistiquement représentative, renferment une proportion suffisante (au moins 80%) des espèces de son ensemble spécifique maximal.

Classiquement, cette aire minimale est définie à l'aide de la courbe aire-espèces, courbe d'accroissement du nombre d'espèces en fonction de la surface (Gounot, 1969 ; Guinochet, 1973) bien que cette technique soit en fait très rarement utilisée (Gillet, 2000). Cette courbe aire-espèce ne nous donne en fait qu'une estimation de la richesse floristique (ou de la diversité si l'on préfère) (Bouxin, 2008). L'ordre de grandeur de l'aire minimale est fonction du type de formation ou communauté végétale et augmente corrélativement avec l'espace vital des végétaux constitutifs (Gillet, 2000).

1) Pour les formations plus au moins étendues spatialement, elle est d'après Gorenflot et Foucault (2005) ainsi que Delpech (2006) :

- **quelques cm²** pour les végétations annuelles de dalles rocheuses, des fissures de rochers ;
- **10 cm²** pour les végétations flottantes de lentilles d'eau ;
- **10 à 25 m²** pour les prairies, les pelouses maigres ou de montagne, les végétations aquatiques, roselières, mégaphorbiaies ;
- **25 à 100 m²** pour les communautés de mauvaises herbes, les végétations rudérales, celles des éboulis, des coupes forestières ;

- **100 à 200 m²** pour les landes ;
- **300 à 800 m²** pour les forêts.

2) Pour les formations à caractère plus ou moins linéaire (Delpech, 2006) :

- **10 à 20 m** pour les ourlets et lisières herbacées ;
- **10 à 50 m** pour les végétations herbacées ripuaires ;
- **30 à 50 m** pour les haies ;
- **30 à 100 m** pour les végétations des eaux courantes.

I.7.2. Les critères analytiques

Les espèces présentes dans chacun des relevés sont affectées de deux coefficients semi-quantitatifs :

- le premier exprimant leur abondance-dominance (estimation globale du nombre d'individus ou densité et surface de recouvrement). L'abondance-dominance, grandeur repérable et non mesurable, est surtout exprimée par un pourcentage, entre la surface occupée par le taxon, comparée à la surface totale de la station (Meddour, 2008).
- le second leur sociabilité ou agrégation, qui est une estimation globale du mode de répartition spatiale et du degré de dispersion des individus représentant un taxon dans l'aire-échantillon (Gillet, 2000).

Il convient en effet d'établir une distinction entre les espèces dominantes ou abondantes et celles dont les individus sont dispersés ou rares dans la station, de même qu'il y a lieu de distinguer les espèces dont les individus ont tendance à se grouper de celles qui ne présentent pas ce caractère (Delpech, 2006).

I.8. RELATION ENTRE ESPECES DANS LES ASSOCIATIONS PRAIRIALES

Quelles soient constituées de plusieurs espèces telle une prairie permanente ou naturelle de deux espèces telle une association graminée légumineuse ou d'une seule espèce et variété telle une monoculture la prairie est toujours constituée d'une population hétérogène dans les quels existent des relations dépendant strictement des besoins de chacune vis-à-vis aux éléments fertilisants et à la lumière (Camille, 1980).

D'après Jacquard (1968), *in* Lapeyronie (1982), la lumière intervient dans l'équilibre (graminée, légumineuses) en faveur des graminées à port et feuille dressées, aux dépens des légumineuses à port étalés et à petites feuilles.

Alors que l'association graminées-légumineuses pourra passer d'une situation de compétition à la coopération pour revenir à la compétition. (Ross, 1972 *in* Soltani, 1990)

I.8.1. Compétition

(Lapeyronie (1982), suggère qu'entre les éléments d'un peuplement végétal existe une concurrence en vue de satisfaire leurs besoins vitaux en lumière, eau, sels minéraux,etc

D'où elle se subdivise en :

I.8.1.1. Compétition interspécifique

Elle résulte de l'aptitude relative des différentes espèces à conquérir le milieu, s'installer aux dépens des plantes concurrentes, donc prendre une place importante dans la population prairiale (Jacquard, 1968 *in* Lapeyronie, 1982).

Les conditions de lumière interviennent dans l'équilibre en faveur des espèces à feuille dressées aux dépens des espèces à port étalé, nous citons comme exemple le cas du trèfle blanc (*Trifolium repens*) qui exige une intensité lumineuse suffisante pour maintenir, dans une association avec le ray-grass anglais (*Lolium perenne*), mais si ce dernier est surexploité du fait d'une charge trop importante, trèfle blanc, qui n'est plus freiné par le recouvrement de la graminée, risque de prendre un développement excessif. (Le houero, 1979 *in* Lapeyronie, 1982), ainsi la vitesse, le rythme d'exploitation influence l'interaction qui existe entre les différentes espèces (Vilax, 1963).

I.8.1.2. Compétition intra-spécifique

Elle s'exerce au sein d'une même espèce, cette compétition est plus dure et sévère puisque les mêmes besoins apparaissent à la même place, au même moment (c'est la loi de similitude des besoins).

Jacquard (1968) *in* Lapeyronie (1982), a comparé trois variétés de sainfoin, semées en lignes à paramètre constant (densité, espacement) :

Ta : une ligne de sainfoin entre deux lignes de fétuque des prés.

Tb : une ligne de sainfoin entre deux lignes de sainfoin de la même variété.

Pour les trois variétés de sainfoin la matière sèche récoltée sur ligne centrale est toujours significativement supérieure lorsque le sainfoin se trouve entre deux lignes de fétuque, par contre le rendement de la fétuque semée en association est comparable à celui de la fétuque semée seule)

On déduit que le sainfoin en culture pure subit une compétition plus importante lorsqu'il est associé à une fétuque des prés.

I.8.2. Symbiose

Les graminées, ports dressés et à grandes tailles, constituent un tuteur pour certain légumineuses grimpantes, à titre d'exemple on cite : *Vicia sativa*, son architecture aérienne crée ainsi un microclimat humide favorable pour le développement des espèces vivantes aux voisinages par l'effet d'ombrage (Lapeyronie, 1982). En revanche, les légumineuses par certain groupes rhizobium qui vie sur son système racinaire, sont capables de fixer l'azote de l'air qui sera utilisable par la suite par les graminées qui vivent en association avec ce dernier. Vilax (1960) propose les types de rhizobium suivants :

1. *Rhizobium trifolii* pour les espèces de genre *Trifolium*.
2. *Rhizobium mililotii* pour les espèces de genre *Medicago, Lotus*.
3. *Rhizobium leguminarasum* pour les espèces de genre *Vicia, Pisum, Lin*.
4. *Rhizobium lupin* pour les espèces de genre *Lupina et Ornithopus*.
5. *Rhizobium japonacum* pour les espèces de genre *Glycine*.

II. LES ASTERACEAE

II.1. CARACTERE GENERAUX DES ASTERACEAE

La famille des Asteraceae, aussi appelée Compositae, est la plus vaste famille de plantes à fleurs, suivie des Orchidaceae. Il s'agit d'une famille cosmopolite. Elle est principalement distribuée en région tempérée, subtropicale, ou tropicale, souvent en région montagneuse (Cronquist, 2001 ; Singh, 2004). Parmi les plantes vasculaires, il s'agit de la famille la plus diversifiée. Elle comprend en effet entre 1 600 et 1 700 genres et 24 000 à 30 000 espèces (Funk et *al.*, 2005). Si on considère le nombre total estimé d'espèces végétales dans le monde, d'environ 298 000 espèces (Mora et *al.*, 2011), la famille des Asteraceae regrouperait donc à elle seule entre 8% à 10% des espèces.

Le mot « Aster » du grec signifie étoile, en relation avec la forme de la fleur. Les Asteraceae sont une famille appartenant aux dicotylédones, C'est une des familles la plus importante des angiospermes. Ce sont presque toujours des plantes herbacées avec souvent des racines charnues : rhizomateuses, tubéreuses ou pivotantes (Crété, 1965).

Cette famille présente des caractères morphologiques divers : herbes annuelles ou vivaces, plus rarement des arbustes, arbres ou plantes grimpantes et quelques fois, plantes charnues (Bonnier, 1934). Bien que généralement ce soit des plantes herbacées à feuilles isolées (Crété, 1965). L'aspect de l'appareil végétatif est trop variable pour caractériser les Asteraceae sur ce seul critère. En revanche, cette famille est très homogène au niveau de ses inflorescences très caractéristiques.

II.2. POSITION SYSTEMATIQUE

Depuis que l'Homme s'intéresse à la systématique, plusieurs systèmes de classification du monde végétal ont été proposés. Depuis Théophraste (370-285 av. J.-C) qui a tenté d'établir une classification rudimentaire en quatre groupes principaux, jusqu'à notre époque, de nombreux auteurs ont proposé différents principes de classification (Piroux, 2002). Ces derniers ont fait appel à des approches très distinctes. Au sein d'un même courant, des critères de classification variables ont été établis, ne permettant pas toujours d'établir de consensus, ni même de corrélations entre les différentes familles, ordres et sous-classes proposés par les différents systèmes. Afin de faciliter la compréhension, deux classifications seulement seront détaillées ici. Il s'agit des classifications les plus récentes et actuellement les plus usitées.

La première d'entre elles, très largement diffusée, fût proposée par le botaniste Arthur Cronquist (1919-1992) qui a publié dans les années 1980 plusieurs ouvrages de référence et directement inspirée de celle proposée par Linné au XVIIIème siècle (Piroux, 2002). Il présente un système de «classification classique» des dicotylédones basé sur des critères morphologiques et anatomiques. À la fin du XXe siècle, un nouveau système de classification, apparu avec les nouvelles avancées de la science en matière de séquençage de l'ADN, est basé sur les caractères génétiques des végétaux. Cette nouvelle classification dite « moléculaire » s'appuie sur les travaux d'un groupe de recherche nommé « *Angiosperm Phylogeny Group* », abrégé par APG. Une première classification a été publiée en 1998, « APG I », puis fût révisée à deux reprises : «APG II» (2003) et dernièrement «APG III» (2009). Selon la classification établie par Cronquist, les Asteraceae sont des dicotylédones, et cette famille est l'unique représentante de l'ordre des Asterales.

Tableau 1: Position taxonomique de la famille des Asteraceae

(Cronquist, 1988)

Classification selon Cronquist (1988)	
Règne	Plantae

Sous-Règne	Tracheobionta
Embranchement	Spermaphytes
Sous-Embranchement	Angiospermes
Classe	Magnoliopsida (Dicotylédones)
Sous-classe	Asterideae
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae

Dans la classification APG (Tableau 2), l'ordre des Asterales contient 11 familles, dont la famille des Asteraceae (source : *The Angiosperm Phylogeny Group*, 2009). La classification n'a pas subi de grands changements depuis la première classification APG I en 1998 (source: *The Angiosperm Phylogeny Group* », 1998), si ce n'est des remaniements de familles.

Tableau 2: Position taxonomique de la famille des Asteraceae
(APG III, 2009)

Classification selon APG III	
Clade	Angiosperme
Clade	Eudicotylédones
Clade	Eudicotylédones supérieure
Clade	Asteridae
Clade	Campanulidae= Euasteridae II
Ordre	Astérales
Famille	Asteraceae

La famille des Asteraceae est divisée en sous-familles, elles-mêmes divisées en tribus, bien que leurs nombres, noms et compositions varient selon les auteurs et dans le temps.

Ainsi, Bremer en 1994, reconnaissait 3 sous-familles Asteroideae, Barnadesioideae et cichorioideae, divisées en 17 tribus (Bremer, 1994). Depuis, la famille des Asteraceae a fait l'objet de constants remaniements quant à ses divisions, notamment grâce aux récents travaux de biologie moléculaire et au nombre croissant de nouveaux échantillons. Finalement, selon Funk, (2009) et l'APweb, il existe actuellement 12 sous-familles au sein de la famille des Asteraceae (Tab. 3), incluant elles-mêmes 43 tribus (Funk, 2009; Reveal, 2012) (Angiosperm Phylogeny, 2014).

Tableau 3: Les douze sous-familles de la famille des Asteraceae d'après APweb
(Angiosperm Phylogeny Website, 2014).

Barnadesioideae	Carduoideae
Mutisioideae	Pertyoideae
Asteroideae	Cichorioideae
Hecastocleidoideae	Wunderlichioideae

Corymbioideae	Gymnarrhenoideae
Gochnatioideae	Stifftioideae

II.3. CARACTERISTIQUES DE PLUS GRANDES SOUS-FAMILLES DES ASTERACEAE

On peut subdiviser l'immense famille des asteraceae en cinq sous-familles principales :

- Les Barnadesioidées et Mutisoidées sont des arbustes ou des plantes herbacées poussant principalement en Amérique du Sud. Il s'agit de formes archaïques d'astéracées, dont les fleurs sont à corolle zygomorphe bilabée 1/4 (Barnadesioidées) ou bilabée 2/3 (Mutisoidées), cette dernière comprenant le Gerbera, plante sud-africaine cultivée pour ses beaux capitules en forme de marguerite ;

- Les Carduoides possèdent des fleurs typiquement roses, bleues ou pourpres, toutes en tube, comme celles du capitule du Bleuet). Les Chardons, les Cirsées et beaucoup d'Astéracées épineuses méditerranéennes se trouvent dans cette sous-famille.

- Les Cichorioidées correspondent à des astéracées à latex, dont le nom est évoqué dans les espèces comme *Lactuca*, Laitue, Laiteron. Les capitules ne portent que des fleurs ligulées terminées par 5 dents, formant une languette typiquement jaune, parfois bleue.

- Les Astéroïdées, avec 16000 espèces, forment l'essentiel des asteraceae. Ce groupe diversifié caractérisé par ses capitules «radiés», comportant au centre, des fleurs tubulées généralement jaunes et à la périphérie des fleurs ligulées terminées par 3 dents, blanches comme chez la marguerite. Dans ce groupe on inclut aussi des espèces ayant perdu secondairement leurs fleurs ligulées comme les armoises (Dupont et Guignard, 2012).

II.4. ETUDE BOTANIQUE

II.4.1. Fleur

Les Asteraceae ont la caractéristique commune d'avoir des fleurs réunies en capitules c'est à dire serrées les unes à côté des autres, sans pédoncules placées sur l'extrémité d'un rameau ou d'une tige ou entourées d'une structure formée par des bractées florales. Cette structure en forme de coupe ou de collerette est appelée un involucre (Barkely et *al.*, 2006).

La fleur des Asteraceae est très particulière: les étamines sont soudées par leurs anthères déhiscentes vers l'intérieur. Sous les stigmates sont situées des "brosses à pollen". Ceci est adapté à un mode de pollinisation «à piston». La croissance rapide du style permet un brossage du pollen et sa récupération. Une fois que le stigmate a traversé le tube formé par les anthères, les stigmates se déplient et exposent leur face gluante au pollen. Il faut considérer qu'à ce moment-là, du nectar est sécrété (Bonnier, 1934).

L'organisation florale permet de retenir les caractères suivants :

➤ Le calice peut être présent est nommé pappus. Il est formé de soies de morphologie variable, parfois il correspond à une couronne membraneuse. Il est persistant sur le fruit (akène à pappus). Il aura le rôle de transporter le fruit et non un rôle de protection. Le calice peut être absent, au stade fruit on parle d'akènes chauves.

➤ La corolle toujours présente est formée de 5 pétales soudés. La forme de la corolle est variable ; elle peut être tubuleuse est nommée fleurons. Ou bien la corolle est ligulée. La ligule à 3 dents au sommet dans le cas d'un capitule radié (on aura des fleurons ligulés à la périphérie et des fleurons dans le centre). Dans un capitule discoïde à fleurons toutes zygomorphes la ligule porte 5 dents.

➤ L'androcée est présent uniquement dans les fleurs hermaphrodites. Il est isostémone, isodyname, gamostémone, synanthérée, alternipétale, corolliflore, étamines introrses, basifixes, exsertes ou incluses.

➤ Le gynécée est toujours présent, il est bicarpellé, gamocarpe, à ovaire infère, uniloculaire à 1 ovule basilaire.

➤ Les stigmates sont libres quand l'ovaire est fonctionnel et soudés quand l'ovaire est non fonctionnel (Comte, 2017). (Fig. 1)

II.4.2. Inflorescence

La réussite des Composées est en fait le résultat d'une organisation florale très élaborée, dont la marque essentielle est la condensation d'un ensemble de fleurs dans une structure mimant la fleur : le capitule (Cronquist, 1977).

Le capitule montre une organisation synthèse homogène, de l'extérieur vers l'intérieur on distingue :

➤ Un involucre, formé de plusieurs bractées stériles dont le nombre et la forme sont spécifiques.

➤ Un réceptacle de l'inflorescence, organe portant les fleurs, de forme variable : plan, concave ou convexe ; à surface soit lisse ou alvéolée ; aussi la présence ou l'absence de bractées florales (paillettes) permettent de différencier des capitules à surface nue ou à paillettes.

➤ Des fleurs sessiles dont la couleur permet de distinguer des capitules concolores (fleurs toutes de même couleur) et des capitules discolores (fleurs périphérique de couleur, différentes de celles du centre du capitule) ; la symétrie permet de distinguer des capitule discoïde (fleurs toutes de même symétrie soit actinomorphes = fleurons ou fleurons tubuleuses soit zygomorphes = ligules ou fleurs ligulées) et des capitules radiés (fleurs périphérique ligulées et celles du centre des fleurons) et le sexe permet de séparer des capitules homogames (fleurs toutes de même sexe) et des capitules hétérogames (fleurs périphérique de sexe femelle et celles du centre de sexe hermaphrodite) (Boineau, 2010).

Donc on peut diviser les capitules des Asteraceae en trois groupes :

- Les liguliflores (chicorée, pissenlit, laitue, etc.), où le capitule est composé uniquement de fleurs ligulées (parfois appelées demi-fleurons). Celles-ci présentent chacune une languette, ou ligule ; les équivalents des pétales sont soudés, généralement par cinq, parfois par trois, reconnaissables seulement aux dents de la languette, et où un pétale prédomine (fleur irrégulière); (Boineau, 2010).
- les tubuliflores (chardon, cirse, centaurée, etc.), dont le capitule n'est composé que de fleurs régulières, tubulées (ou fleurs tubulaires parfois appelées fleurons). Elles présentent chacune un tube terminé par des lèvres imperceptibles ou s'ouvrant plus ou moins largement en cinq lobes; (Cronquist, 1977).
- Les radies, aux fleurs périphériques ligulées entourant un disque de fleurs tubulées (marguerite, aster, séneçon, etc.) (Harkati, 2011).

II.4.3. Le fruit

Après la fécondation (généralement réalisée par des insectes), les soies du calice s'allongent en forme d'aigrette (pappus), qui peut même devenir pédicellée par étirement du bourrelet du calice. Le pappus facilite la dissémination par les animaux ou par le vent. Le fruit est un akène, couronné ou non d'une aigrette (Cordier, 2020).

II.4.4. Graines

Elles sont exalbuminées (Cronquist, 1977).

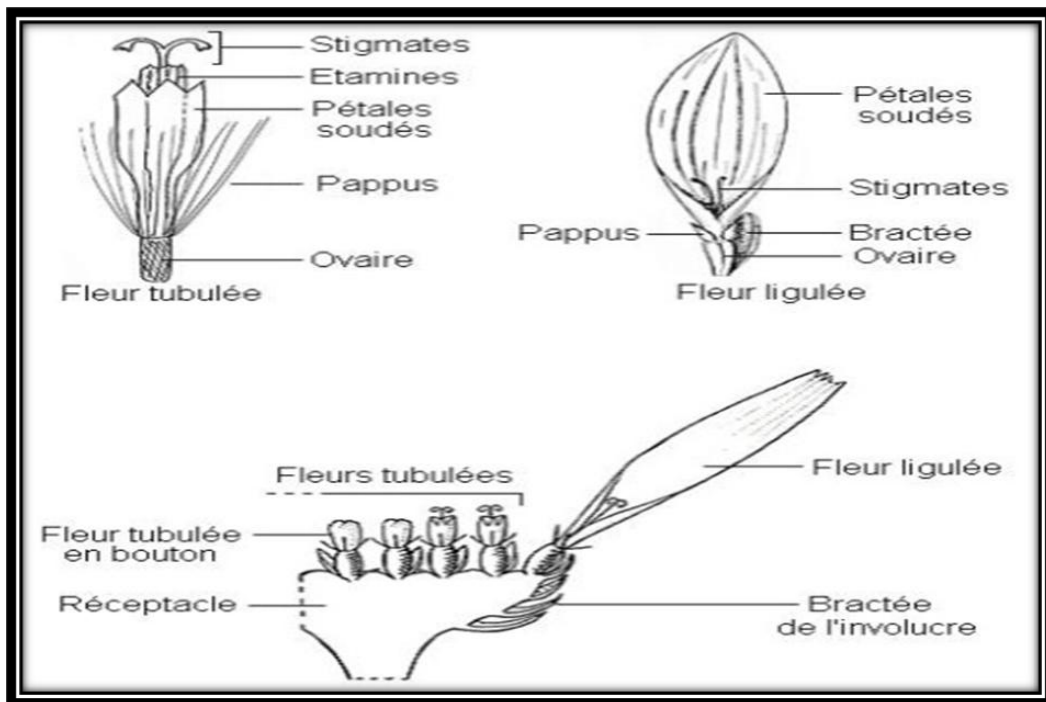


Figure 1- Différentes parties de l'inflorescence des Asteraceae (Cordier, 2020).



Figure 2- Le capitule des Asteraceae

© L. Boutabia

II.5. INTERET DES ASTERACEAE

II.5.1. Intérêt économique des Asteraceae

Certaines espèces d'asteraceae sont des plantes ornementales, comme les asters, les dahlias, les chrysanthèmes, les gerberas, les zinnias et les genres *Helichrysum* et *Tagetus* (Singh, 2004).

De nombreuses espèces d'Asteraceae sont également à la base de l'alimentation. *Helianthus annuus* L., le tournesol, cultivé pour ses graines oléagineuses est certainement le meilleur exemple de l'importance économique de cette famille. Actuellement, la production de tournesol est en quatrième position mondiale en termes de production de graines oléagineuses, après le soja, le colza et le coton. D'après un rapport de la Division Statistique de l'Organisation des Nations Unies « *Food and Agriculture Organization* » (FAOSTAT), elle a été évaluée entre 2012 et 2013 à 37 449 403 tonnes, cultivées sur près de 24 843 104 ha. (Faostat, 2014; FAO, 2014; USDA, 2014).

Une autre espèce oléagineuse appartenant à la famille des Asteraceae, le carthame des teinturiers ou safran des teinturiers, *Carthamus tinctorius* L., est également cultivée pour ses graines dont est extraite l'huile à usage alimentaire, mais également les graines utilisées notamment pour l'alimentation des oiseaux. Le carthame des teinturiers était auparavant une plante tinctoriale du textile dont on extrayait des colorants rouge et jaune, notamment la carthamine, principal constituant du pigment rouge. *Carthamus tinctorius* L. est utilisé dans l'alimentation en tant qu'épice et colorant alimentaire, mais également en cosmétique (Li *et al.*, 1996; Zehra, 2005).

Les espèces d'asteraceae ont aussi une place à tenir dans la recherche de nouvelles énergies renouvelables puisque les huiles de tournesol et de carthame ont été identifiées comme huiles végétales prometteuses dans la fabrication de biocarburants (Demirbaş et Kara, 2006; Sensöz et Angin, 2008). Ces huiles sont transformées en *bio fuel* notamment grâce à différents procédés de trans-estérification des triglycérides (Ma et Hanna, 1999). L'amélioration de ces procédés de transformation reste un enjeu pour l'obtention d'un biocarburant de qualité (Antolin *et al.*, 2002; Calero *et al.*, 2014; Yin *et al.*, 2012). D'autres espèces d'asteraceae entrent également dans l'alimentation courante comme les laitues (genre *Lactuca*), l'artichaut (*Cynara*), la chicorée (*Cichorium*). Les espèces *Tanacetum cinerariifolium* (Trevir.) Sch. Bip. ou pyrèthre de dalmatie, et *Tanacetum coccineum* (Willd.) Grierson ou pyrèthre rose, présentent un intérêt économique car plusieurs biomolécules actives ont été isolées, les pyréthrinés, utilisées comme insecticides. Ces pyréthrinés naturels ont inspiré par la suite la structure d'analogues synthétiques, les pyréthrinés (Casida et Quistad, 1995). Ces molécules sont notamment utilisées dans la lutte antivectorielle du paludisme. La production mondiale de pyrèthre en 2012 a été évaluée à 5 862 tonnes de drogues sèches par l'organisation FAOSTAT; principalement produites en République de Tanzanie et en Papouasie-Nouvelle-Guinée (Faostat, 2014).

II.5. 2. Intérêt thérapeutique des Asteraceae

La famille des Asteraceae fournit des espèces très importantes d'un point de vue thérapeutique, ce qui n'est pas surprenant étant donné le nombre de genres qu'elle contient. De nombreuses espèces sont utilisées en médecine traditionnelle et sont associées à un panel d'activités thérapeutiques aussi large que la diversité de cette famille (Girardi, 2015).

Dans de nombreux cas, l'effet thérapeutique de ces plantes médicinales a été corrélé à la présence de métabolites secondaires de types lactones sesquiterpéniques, caractéristiques de cette famille. L'un des cas les plus connus certainement est celui de l'artémisinine, lactone sesquiterpénique aux propriétés antipaludiques, isolée de *Artemisia annua*, longtemps utilisée en médecine traditionnelle chinoise pour cet usage (Graziose et al., 2010). D'autres exemples peuvent être cités. Il a été démontré notamment que deux espèces d'arnica, *Arnica montana* et *Arnica chamissonis* Less., utilisées traditionnellement dans le traitement des contusions, hématomes, rhumatismes et inflammation de la peau, synthétisaient l'hélénaline, la 11 α ,13-dihydrohélénaline et le chamissonolide, lactones sesquiterpéniques pour lesquelles des propriétés anti-inflammatoires ont été mises en évidence, validant leur usage traditionnel (Lyss et al., 1998). Actuellement, 43 espèces d'asteraceae sont inscrites dans la liste des plantes médicinales de la pharmacopée française; dont 37 des plantes médicinales utilisées traditionnellement inscrites à la pharmacopée française et 6 des plantes médicinales utilisées traditionnellement en l'état ou sous forme de préparation dont les effets indésirables potentiels sont supérieurs au bénéfice thérapeutique attendu inscrites à la pharmacopée française.

Les propriétés biologiques attribuées aux asteraceae sont très nombreuses, notamment des propriétés antitumorale, cytotoxique, immunosuppressive, antioxydante, antiacétylcholinestérase, antimicrobienne, antivirale, antifongique, leishmanicide, trypanocide, antipaludique, hépatoprotective, cytotoxique, larvicide, antiulcéreuse, antiinflammatoire, antinociceptive, antitussive, expectorante, antidiabétique et hémolytique. Cette liste est loin d'être exhaustive (Zheng et al., 2013 ; Wang et al., 2014; Hussain et al., 2013; Arora et al., 2013; Abad et al., 2012).

Les espèces d'asteraceae sont également connues pour provoquer des allergies, notamment des dermatites de contact, allant de l'eczéma à l'éruption vésiculaire. Ces allergies peuvent se manifester par contact direct avec la plante ou bien par disséminations de certaines parties sèches de la plante, des poils sécréteurs, ou même du pollen, mais aussi au contact de cosmétiques ou produits formulés à partir d'extraits de plante (Picman, 1986; Paulsen et al.,

2008; Jack et *al.*, 2013). Il a été démontré que ces allergies étaient dues principalement, mais pas seulement, à la présence là encore de terpénoïdes de type lactones sesquiterpéniques (Paulsen et *al.*, 2008), agissant comme des haptènes ou des antigènes partiels (Merfort, 2011). L'utilisation de préparations traditionnelles, cosmétiques ou autres à partir d'espèces de cette famille n'est donc pas anodine et doit se faire avec précaution chez les sujets susceptibles de faire une réaction allergique.

III. L'ETHNOBOTANIQUE

III.1. HISTOIRE DE L'ETHNOBOTANIQUE

Ni inféodée à la botanique, ni tout à fait auxiliaire de l'ethnologie, l'ethnobotanique apporte un regard nouveau sur l'étude de l'une et l'autre des disciplines. En passant de l'étude d'un herbier à l'analyse des sociétés, l'ethnobotanique ensemence le regard du scientifique et fertilise notre connaissance du monde. Des interactions constantes existent et se forment quotidiennement entre monde des plantes et société des hommes. Domestiquées ou sauvages, primitives ou modernes, les fleurs et les civilisations bourgeonnent, s'épanouissent et meurent dans une dynamique analogue. Des analogies, des amalgames, mais surtout des échanges et des interdépendances qui, de tout temps, ont permis l'épanouissement ou causées la chute des civilisations.

Le terme *ethno-botany* est né sous la plume du professeur américain J.W. Harshberger, botaniste et agro-botaniste, dans un article publié par le Philadelphia Evening Telegram le 5 décembre 1895. Cet article rendait compte d'une conférence prononcée par J.W. Harshberger à l'Association Archéologique de l'Université locale. Le professeur définit cette discipline comme la science de l'usage des plantes par les peuples aborigènes. Cette définition est à l'image du parti pris impérialiste de l'époque : il s'agit de s'intéresser aux usages des plantes formulés par les indigènes dans une perspective purement économique. En effet, en apprenant à utiliser les plantes utiles à la façon des sociétés traditionnelles, le professeur J.W. Harshberger entend les valoriser commercialement dans les pays développés.

En problématisant la tradition botanique héritée du XIXe siècle, l'Homme et les plantes cultivées va proposer en 1943 une discipline nouvelle. En s'intéressant pour la première fois à la manière dont les peuples interprètent et traitent leur utilisation des plantes, cet ouvrage, rédigé à quatre mains par André-Georges Haudricourt et Louis Hédin, constitue bel et bien le premier d'un champ scientifique qui fait de l'interdisciplinarité et de la réciprocité sa perspective centrale.

En 1944, William Benjamin Castetter proposait l'intégration de la "discipline interdisciplinaire" dans le champ plus vaste de l'ethnobiologie (Barrau, 1971) ; une association qui permettra peu à peu l'institutionnalisation de l'ethnobotanique, processus consacré en 1957 lorsque le laboratoire de botanique appliquée du Muséum National d'Histoire Naturelle prit le nom de laboratoire d'Ethnobotanique et d'Ethnozoologie. Roland Portères (1906-1974), créateur du laboratoire, est ainsi celui qui institue l'ethnobotanique en France. Ce faisant, Portères suivait les auteurs américains qui ouvrirent la voie et définirent le domaine.

En 1916, l'américain Wilfred Williams Robbins participait à l'institutionnalisation de la discipline en introduisant des notions théoriques et méthodologiques nouvelles. Il s'agissait de montrer que l'ethnobotanique est une science qui va au-delà de la simple collecte de plantes ; elle est la discipline propre à expliciter la compréhension profonde de la vie végétale et les relations des hommes avec les plantes telles que perçues par les peuples autochtones.

En 1930, Melvin R. Gilmore crée le Laboratoire d'Ethnobotanique de l'Université du Michigan dont le but initial était d'assurer les identifications botaniques, dans leur répartition et leurs usages économiques. En 1939, Vestal et Schultes ont tenté, sans succès, de faire admettre que le terme de "botanique économique" serait préférable à l'appellation d'ethnobotanique. Les deux chercheurs considéraient en effet que les ethnobotanistes américains n'avaient jusqu'à maintenant eu en vue que les plantes utilisées par les indigènes tandis que le vocable "botanique économique" pourrait plus largement recouvrir l'usage des plantes par l'ensemble des peuples.

Il est certain que l'ethnobotanique américaine s'est longtemps satisfaite d'une étude des plantes utilisées par les seuls peuples primitifs. Sous l'impulsion de Volney Jones, elle a toutefois pu élargir ses vues et ses activités. En 1941, Volney Jones publie *La nature et le but de l'ethnobotanique* et propose une définition supplémentaire du champ. Pour l'américain, l'ethnobotanique "porte exclusivement sur l'interrelation de l'homme primitif et des plantes et prend pour seul but l'illumination de ce contact". S'il restreint encore le champ d'étude aux peuples primitifs, Jones propose toutefois par le terme "d'interrelation" d'intégrer la philosophie mythologique, le folklore, la religion à la simple notion de plantes utiles.

Enfin, en 1950, Georges Peter Murdock considère l'ethnobotanique comme une des catégories de l'ethnoscience ou "folk science". En ce sens, elle devient un ensemble d'idées

mises en modèle, de notions et d'attitudes qu'un groupe humain définit vis-à-vis de l'ensemble de l'environnement végétal.

Depuis Harshberger, la définition de l'ethnobotanique a donc évolué avec la formation du champ. En 1978, Richard Ford écrivait que "l'ethnobotanique est l'étude des interrelations directes entre les humains et les plantes" (Ford, 1978). La suppression du mot primitif devait permettre l'expansion du champ d'étude. En reformulant ainsi la discipline, Richard Ford donnait naissance à un nouveau courant, intitulé ethnobotanique de la "nouvelle synthèse".

Ce vocable traduit l'influence de différentes méthodes et théories, s'appuyant souvent sur plusieurs disciplines dont la linguistique, la pharmacologie, la musicologie, l'architecture, la biologie de conservation et bien d'autres, selon les questions posées par l'étude (Brouss, 2011).

III.2. DEFINITION

Pour faire simple, l'ethnobotanique est l'étude des relations ou interactions entre l'homme et la plante (Turner, 1996) ou l'étude de tous les rapports entre la plante et l'Homme (Regel, 1954).

Enfin, entre toutes, nous préférons cette autre définition de Balick et Cox (1996): «The field of study that analyzes the results of indigenous manipulations of plants material together with the cultural context in which the plants are used, is called Ethnobotany». En d'autres termes, l'ethnobotanique, est le domaine de la recherche qui analyse les résultats des usages traditionnels des végétaux, ainsi que le contexte culturel dans lequel ces plantes sont utilisées.

Henderson et Harringtons (1914) ont défini l'ethnobotanique comme une discipline interprétative et associative qui recherche, utilise, lie et interprète les faits d'interrelation entre les sociétés humaines et les plantes en vue de comprendre et d'expliquer la naissance et le progrès des civilisations, depuis leurs débuts végétaliens jusqu'à l'utilisation et la transformation des végétaux eux-mêmes dans les sociétés primitives ou évoluées. Elle n'étudie, en eux-mêmes, ni les plantes, ni les sociétés humaines, ni les hommes. Elle est une des deux branches de l'ethnobiologie, l'autre étant l'ethnozoologie.

C'est une science qui est à cheval entre la botanique et les sciences sociales, donc l'ethnobotanique associe efficacement les sciences naturelles aux sciences humaines d'après (Faulks, 1958).

III.3. LES CHAMPS DE RECHERCHE DANS LES ETUDES ETHNOBOTANIQUES

L'ethnobotanique s'inscrit au «carrefour des sciences naturelles et des sciences humaines», d'une part, les plantes relèvent de catégories référencées par la botanique, l'écologie ou l'agronomie (Barrau, 1971).

➤ L'approche historique plonge ses racines dans les vestiges et dans les archives des sociétés passées pour interroger leur relation au monde végétal.

➤ La linguistique, grâce au relevé des noms désignant les plantes, s'emploie à analyser la structure du langage usité localement.

➤ l'ethnologie, on se soucie du contexte social et culturel ; on développe une analyse du système de classification de la population étudiée dans lequel est inséré le végétal.

L'ethnobotanique présente de nombreux regroupements avec d'autres disciplines scientifiques (Portères, 1961).

III.4. DISCIPLINES ALLIEE DE L'ETHNOBOTANIQUE

Outre les études ethnobotaniques fondamentales, des chercheurs ont également établi des liens avec d'autres disciplines telles que la taxonomie, la pharmacie, la médecine et la toxicologie avec l'ethnobotanique. Des études sont également menées dans des domaines spécialisés comme l'ethnomusicologie, le narcotique, la gynécologie et l'ethnobotanique fossile. Dans certains domaines spécialisés comme l'ethnomusicologie, les stupéfiants, la gynécologie et l'ethnobotanique fossile (Reddy et *al.*, 2008).

On trouvera ci-dessous un bref compte rendu des diverses disciplines alliées de l'ethnobotanique.

III.5. ETHNOBOTANIQUE GENERALE

L'Ethnobotanique générale englobe l'étude de la géographie, l'histoire de diverses plantes utiles d'une région donnée. Les noms vernaculaires utilisés par les tribus seront également identifiés dans l'ethnobotanique générale (Reddy et *al.*, 2008).

III.5.1. Ethnomycologie: c'est l'étude de champignons utiles en médecine, et la préparation d'alcool par fermentation à partir de levures.

III.5.2. Ethnopharmacologie: l'ethnopharmacologie porte sur la description d'identification et les investigations expérimentales de divers ingrédients utilisés dans les recettes préparées par aborigines.il traite également des effets des drogues sur les animaux de laboratoire et l'homme.

III.5.3. Ethnomédico-botanique : il s'agit de l'étude des médicaments dérivés de plantes. Il donne également une description des procédures de préparation de la médecine, de la posologie et de leur efficacité dans le contrôle de diverses affections.

III.5.4. Ethnobryologie et pteridologie : cette branche de l'ethnobotanique traite de l'utilisation de bryophytes et de ptéridophytes par l'homme.

III.5.5. Ethnotaxonomie : elle traite de l'identification, de la classification et de la dénomination de diverses plantes et espèces animales connues des aborigènes.

III.5.6 Ethnotoxicologie: l'ethnotoxicologie traite des plantes vénéneuses utilisées par les populations tribales pour tuer les animaux pendant la chasse. Les substances toxiques extraites des plantes sont utilisées dans les flèches pour tuer les animaux.

III.5.7 Ethnoagriculture: l'ethnoagriculture implique l'étude de diverses pratiques agricoles et des techniques de récolte adoptées par les groupes tribaux.

III.5.8 Ethnogynécologie: l'ethnogynécologie traite de l'étude des plantes utilisées comme médicaments par les populations tribales lors de la grossesse, de la sérénité, de l'avortement et également des mesures de bien-être familial.

III.5.9 Ethnomusicologie: elle porte sur l'étude des instruments de musique et des diverses plantes utilisées pour leur fabrication par les populations tribales et aborigènes. Une enquête a indiqué que le bois de mangue, de caryota, de ptérocarpus et de lagerstromia est principalement utilisé pour faire des drums. Les membranes pour les tambours proviennent des peaux de vache ou de chèvre.

III.6. SOURCES ET MOYENS DE TRAVAIL

L'Ethnobotanique utilise les sources et moyens d'étude suivants :

III.6.1. Sources bibliographiques

Des Historiens, Climatologues, Archéologues, Géographes, Palynologues, Agronomes, Généticiens, Bio-systématiciens, Voyageurs et Explorateurs, Penseurs, Philosophes, Littérateurs et Narrateurs, Médicaments et Pharmacognosistes, Linguistes et Philologues, Technologues, Diététiciens et Nutritionnistes, etc.. (Portères, 1961).

La littérature ethnobotanique est actuellement très éparpillée dans des publications émanant de très nombreuses disciplines. Beaucoup de données importantes ont été ainsi obtenues

incidemment par des chercheurs engagés sur d'autres axes de recherches que celui de l'Ethnobotanique. Ces données, prises isolément, sont de qualité variable et généralement sans utilité directe. Elles prennent de l'importance quand comparées ou groupées. Les travaux de personnes étrangères à la Botanique manquent souvent de précision dans l'identification des plantes ; ceux des Botanistes n'offrent généralement pas de caractère ethnographique (Bergès, 2005).

III.6.2. Documents archéologique

Les fouilles livrent des pollens et des débris végétaux, des empreintes ou moulages sur terres cuites ou crues, des figurations travaillées. Leur examen nécessite le concours des Botanistes plus ou moins spécialisés dans ce genre de recherche. La valeur du matériel dépend surtout de l'Archéologue et de ses techniques, d'autant que les matériaux sont généralement mal conservés et souvent très fragmentaires (Djah, 2016).

L'Archéologie apporte des données de très grande valeur sur les périodes antiques d'utilisation des plantes, sur leur distribution ancienne suivant les sites et les civilisations. La présence archéologique d'une plante est un fait important dans l'étude de l'origine et de la dispersion des plantes cultivées, dans les utilisations, dans les croyances, etc (Portères, 1961).

III.6.3. Enquêtes ethnobotaniques

Proprement dites, au sein des ethnies en place et comportant la recherche de documents végétaux bruts ou travaillés ou transformés « objets », de renseignements (usages, techniques d'emploi, noms, folklore, magie, etc., thérapeutique, provenances, etc.). Toute Mission ethnographique devrait être accompagnée d'un Ethnobotaniste, à défaut, d'un Botaniste ou d'un Agrobotaniste. L'enquête directe est la source d'information la plus importante, la plus satisfaisante, à condition qu'elle soit intégrée dans un ensemble (Vestal et Schultes, 1939).

Les études ethnobotaniques ne sont enrichissantes que quand le problème ethnobotanique est posé en premier, quand il devient principal dans la recherche, les travailleurs étant déjà familiarisés avec les méthodes et les approches de l'Ethnologie, de la Botanique, de l'Agronomie, etc. (Policot et *al.*, 2002).

III.6.4. Herbiers et autres Collections de référence

L'examen des sources de documentation dans les Herbiers anciens et modernes ne suffit pas. L'Ethnobotaniste doit systématiquement recueillir des échantillons des Plantes auxquelles il fera référence par ailleurs, en épuisant, s'il le faut, la variation naturelle; la collecte des seuls fragments végétaux utilisés ou transformés devient d'un intérêt relatif devant la sûreté dans l'identification et la comparaison des échantillons d'un lieu à un autre ou d'âge en âge (Schmidt et *al.*, 2016).

La présence ethnographique d'une espèce ou d'une variété de plante constitue un document de très grande valeur dans l'étude de l'origine et de la dispersion des plantes cultivées ou simplement utilisées (Policot et *al.*, 2002).

III.6.5. Collectes de graines, boutures et plants. Constitution de Collections de plantes vivantes

Collections de plantes vivantes, dans des jardins de Rassemblement végétal et d'étude, afin de rendre plus facile les travaux descriptifs, les recherches d'ordre écologique, caryologique, palynologique, génétique, etc (Schmidt et *al.*, 2016).

Recueillir tous les éléments nécessaires demande le concours de botanistes ou d'agrobotanistes, sinon d'Ethnobotanistes (Schmidt et *al.*, 2016).

III.6.6. Relèvement de documents palynologiques

Leur intérêt est majeur en matière de botanique archéologique pour corrélations de faits, datations, comparaisons, aux divers points de vue Botanique, Ethnobotanique, Géologique, Géographique (Girard et Maley, 1987).

III.6.7. Inventaire des jardins, enclos, champs, terroirs, plantations et cimetières
(Espèces et formes cultivées, commensales, adventives et adventices, , messicoles, entretenues dans les cultures, friches, jachères, endroits protégés, sacrés, etc. (Policot et *al.*, 2002).

III.6.8. Enquêtes sur la cueillette, le ramassage, la préhension, la protoculture, les jeux d'enfants

Protoculture, les jeux d'enfants, utilisant ou consommant des fragments végétaux, ou des plantes entières (Policot et *al.*, 2002).

III.7. PRICIPALES ETAPES DE L'ENQUETE ETNOBOTANIQUE

Pour embrasser le problème de la recherche ethnobotanique dans son ensemble il est donc indispensable, préalablement à toute autre étude de pratiquer des enquêtes ethnobotaniques systématiques auprès des thérapeutes empiriques. Celles-ci conduisent à la fois à l'établissement d'un inventaire botanique des plantes utilisées dans une région donnée pour leurs propriétés médicinales ou toxiques (Kerharo et Adam, 1974).

Selon Fournier et Arborio (1999), le déroulement de l'enquête et l'exploitation des résultats obtenus doit idéalement passer par quatre étapes distinctes :

- une étape de préparation ;
- une étape de travail et de recherches sur le terrain ;
- une étape de classement du matériel : végétal récolté (herbiers, organes) et des renseignements recueillis ;
- une étape terminale d'exploitation des résultats obtenus.

III.7.1. Etape de préparation

En dehors de la préparation purement matérielle de la prospection il est indispensable d'établir un plan de campagne, puis de réunir et d'assimiler tous les éléments d'information nécessaires sur la région de l'enquête (Friedberg, 1968).

Celle-ci sera délimitée en fonction de binôme ethnique et la botanique. La responsable devra par conséquent avant le départ, avoir pris connaissance de tous les éléments permettant d'avoir une certaine préperception concernant la flore, les habitants et leur histoire, les races, les

coutumes, les croyances, les maladies endémiques et les plus courantes de la pathologie (Friedberg, 1968).

III.7.2. Etape de travail et de recherches sur le terrain.

Ainsi armé, il complètera sur place ses connaissances par des visites auprès des autorités administratives, des différents chefs de service (santé, agronomie, forestier) susceptibles de lui fournir de nombreux renseignements, et aussi des personnages importants et divers titres.

Il se mettra ensuite au travail en modifiant son plan et son itinéraire suivant la conjoncture qui se présente. Souvent en effet l'enquête se déroule de façon imprévue en fonction des contacts pris avec les premiers guérisseurs et informateurs rencontrés (Girard et Maley, 1987). Dans tous les cas, il est indispensable, dans la mesure du possible, de suivre le guérisseur dans toutes les opérations qui le conduisent de l'examen du malade et l'administration du médicament, en passant par la cueillette des drogues et la préparation des médicaments. Ceci suppose évidemment qu'on se déplace avec lui en suivant et en enregistrant ses faits et gestes qui permettent de limiter les erreurs d'interprétation (Friedberg, 1968).

De plus, une telle démarche permet de pratiquer l'identification botanique au pied du végétal vivant, de recueillir d'authentiques échantillons d'herbier et d'établir sur place la correspondance nom vernaculaire-nom scientifique avec pour ce dernier, si nécessaire, référence à l'herbier (Girard et Maley, 1987).

Pour chaque guérisseur, tous les végétaux signalés, tous les renseignements recueillis, même apparemment banaux ou insolites, sont consignés au fur et à mesure du déroulement des opérations sur un cahier de prospection (Schmidt et *al.*, 2016).

III.7.3. Etape de classement

III.7.3.1. Herbiers recueillis

Ils se divisent en deux catégories : La première comprend les herbiers déterminés ou déterminables par un centre de botanique spécialisé. La seconde comprend les herbiers incomplets pour être déterminables, mais qui doivent être conservés pour servir d'échantillons de référence au cours de prospections ultérieures (Kerharo et Adam, 1974).

III.7.3.2. Classements renseignements recueillis

C'est, en fait, l'exploitation du cahier de prospection. C'est dire que celui-ci, véritable carnet de route, doit être rédigé avec soin dans l'ordre chronologique des événements avec toutes les indications sur les itinéraires, les noms des villages et Campements, ceux des chefs de canton et de village, et bien entendu ceux des guérisseurs avec mention de leur race, de leur religion, etc. (Bergès, 2005).

On pourra alors rédiger toute une série de fiches et de cahiers à plusieurs entrées, références étant toujours faites au cahier de prospection pour pouvoir s'y reporter à volonté et trouver dans son contexte le renseignement complet désiré. C'est ainsi qu'il y a lieu d'établir au principal (Portères, 1961).

A-pour chaque végétal

- ✓ Une fiche d'identité avec le nom scientifique, les noms vernaculaires, le cas échéant, vulgaires et les habitats ;
- ✓ Une fiche des recoupements (permettant par la suite d'établir un index général). Etant donné que nous entendons par recoupements le nombre de fois qu'une même espèce est signalée (quelle que soit son indication thérapeutique), cette fiche peut être tenue simplement en indiquant à la suite les pages de référence du cahier de prospection,
- ✓ Des fiches bibliographiques de type classique établies à partir du dépouillement de la littérature mondiale,
- ✓ Des feuillets synoptiques de traitements mentionnent les grands traitements dans lesquels entrent plusieurs espèces (traitements composés de la lèpre, de la syphilis, des ictères, des asthénies, des maladies oculaires, etc.), avec toujours références du cahier de prospection (Armand et *al.*, 2008).

B- Pour l'ensemble des végétaux répertoriés

- ✓ Un index alphabétique des noms scientifiques, toujours révisable ;
- ✓ Des index alphabétiques des noms vernaculaires, à raison d'un index par langue ou dialecte, après avoir adopté, une fois pour toutes, une notation phonétique ;
- ✓ Un index de classification thérapeutique par grandes des rubriques ou grands syndromes (aphrodisiaques, expectorants, diurétiques, antisiphilitiques, antilépreux, antibilharziens,.... etc) (Bergès, 2005).

IV. LA PALYNOLOGIE

IV.I. LE POLLEN

IV.I.1. Définition de Pollen

Le mot pollen dérive du grec « pâle » qui désignait à la fois la farine et la poussière pollinique. Le pollen est l'élément reproducteur mâle des plantes à graines. Il représente une multitude de corpuscules microscopiques contenus dans les sacs polliniques de l'anthère des fleurs, constituant les éléments fécondants mâles de celles-ci (Charpin, 2021). A maturité, l'anthère des étamines libère du pollen. Chaque grain de pollen est un élément de petite taille (de 5 à plus de 300 μm), de forme sphérique ou en bâtonnet, et de durée de vie variable (de quelques minutes à quelques jours). Le grain de pollen produit les gamètes mâles (Marouf, 2007). Lors de la pollinisation, le pollen libéré est transféré vers la partie femelle de la fleur où se produit la fécondation (Charpin, 2021).

IV.I.2. Morphogénèse du pollen

Le pollen est responsable de la transmission du matériel génétique mâle dans les plantes supérieures. Ils sont produits dans les sacs polliniques des cellules mères avec de grands noyaux diploïdes. Chaque cellule mère subira deux divisions consécutives, produisant quatre cellules filles haploïdes appelées microspores, qui se différencieront ensuite en grains de pollen (Fig. 3) (Renault-Miskovsky et Petzold, 1992).

Le pollen se développe dans des sacs polliniques, qui s'ouvrent à maturité pour les libérer dans l'atmosphère (Boutabia, 2022). Chez les Gymnospermes, les sacs polliniques sont nus ou à la face inférieure des écailles des cônes mâles. Chez les Angiospermes, les étamines (organes reproducteurs mâles) sont au centre de la fleur entourant le pistil (organe reproducteur femelle).

Chaque étamine comporte une anthère (partie fertile) formée de 2 loges renfermant chacune 2 sacs polliniques où se forment les grains de pollen (Roland et *al.*, 2008). Lorsqu'il est immature, un sac pollinique ne contient pas encore de pollen mais un tissu sporogène formé de cellules mères diploïdes (Chassany et *al.*, 2012).

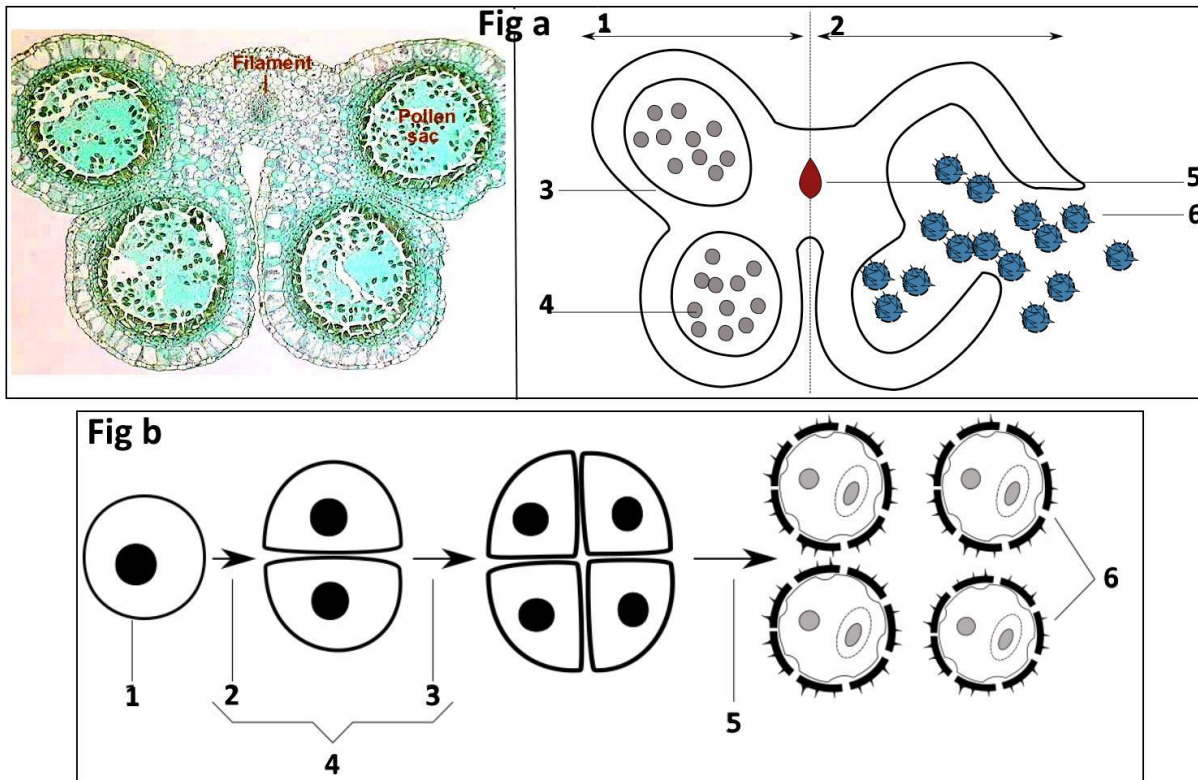


Figure 3 - (a) Présente une coupe transversale d'une anthère, et un dessin schématique de l'anthère avant et après maturité.

(b) Présente les différentes étapes de la formation des grains de pollen à partir d'une cellule mère. (Roland et *al.*, 2008)

IV.I.3. Caractéristiques de pollen

a)- Forme

Autant de fleur différente, autant de pollen différents (Donadieu, 1982). Les grains de pollen sont sphériques ou ovoïdes, plus ou moins déformés généralement jaunes, parfois rouges, noirs ou bleuâtres (Boutabia, 2022).

La plupart des grains de pollens sont isolés, certains restent agglomérés en tétrades ou encore la cohérence peut persister entre les grains pour former des polyades (Charpin, 1986).

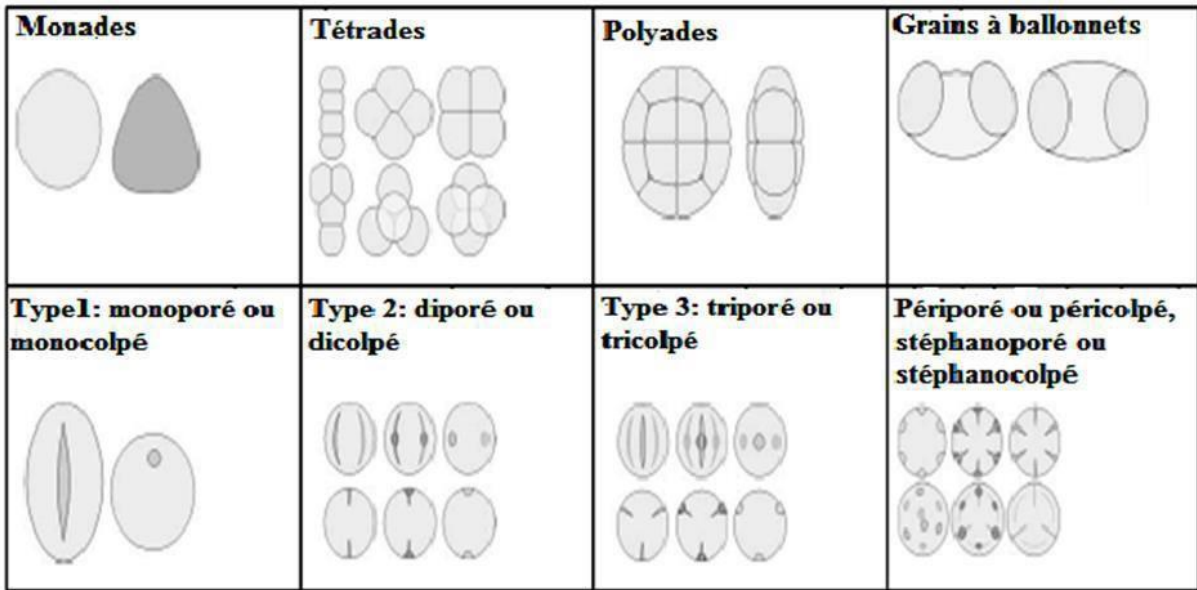


Figure 4- Forme des grains de pollen (Lezine, 2011).

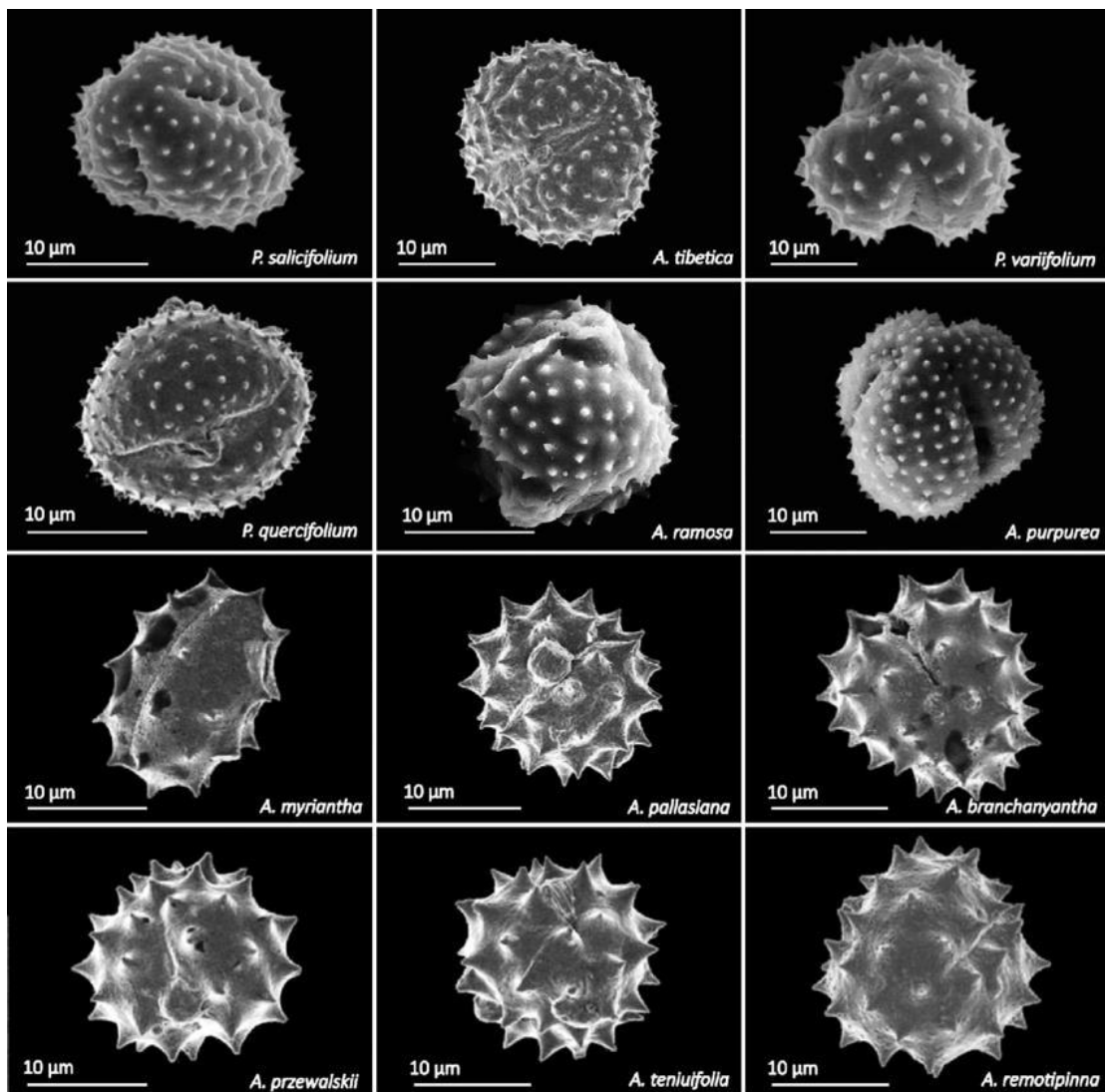


Figure 5- Forme des grains de pollen (Lezine, 2011).

b)- Taille

Les plus petits sont ceux du myosotis (7µm) et les plus gros, ceux de la courge 150 µm (Charpin, 1986).

c)- Structure

Chez les Angiospermes le pollen est bicellulaire dans 70% des cas (exemple des Astéracées) ou tricellulaire dans 30% des cas (Apiacées, Boraginacées, etc.). Chez les plantes à fleurs ou phanérogames, les grains de pollen ont deux enveloppes (Marouf, 2007)

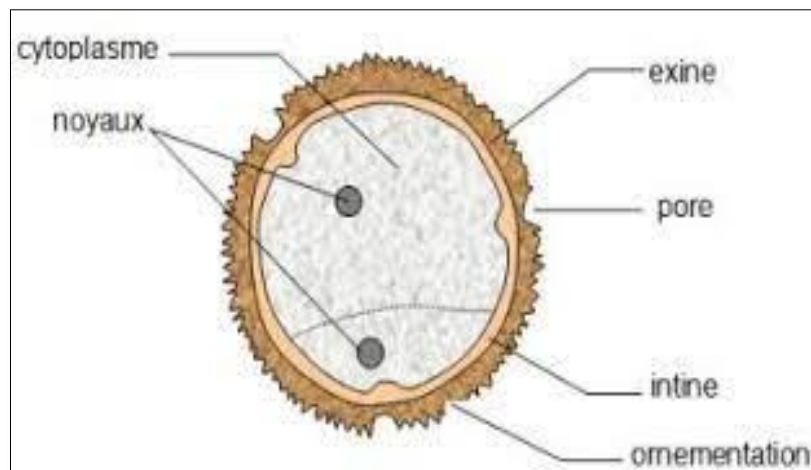


Figure 6- Grain de pollen (Reeb, 2008).

La première est l'exine qui est une membrane externe du grain de pollen constituée par une protéine, la sporopollénine, très résistante à l'altération, qui assure la conservation des grains dans presque toutes les conditions de fossilisation, seule l'oxydation peut la détruire, elle est subdivisée en deux sous couches: l'endexine (couche la plus interne) et l'ectexine (couche la plus externe) (Dustman, 1993).

Lorsque des grains de pollen sont piégés dans les sédiments ou dans un milieu réducteur comme les tourbières, seule cette enveloppe n'est pas dégradée et se conserve très longtemps. C'est donc cette caractéristique qui est à la base de la détermination des pollens (Janine, 1996).

Le deuxième est l'intine, membrane interne du grain de pollen constituée de cellulose, elle est détruite lors de la fossilisation ou du traitement d'extraction des grains de pollen des étamines ou du sédiment (Dobson, 2000).

d)- Apertures : Les grains de pollen peuvent ou non avoir d'apertures : ce sont les ouvertures dans la paroi externe des tubes polliniques qui apparaissent lors de la germination.

Ces ouvertures permettent également d'ajuster le volume des grains de pollen en fonction de l'humidité ambiante.

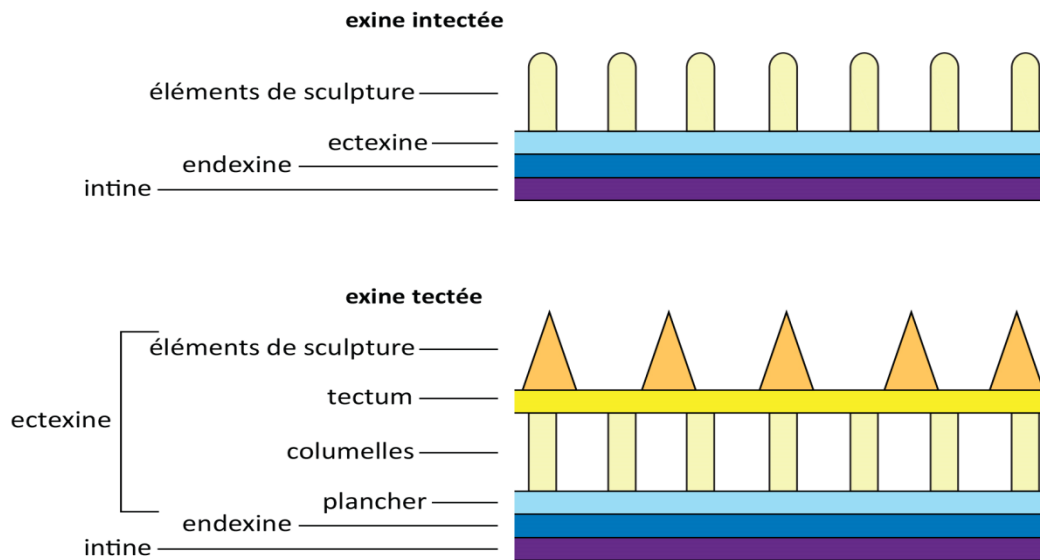


Figure 7- Détails de la paroi du grain de pollen (Prieu, 2015).

Lorsque les trous sont ronds, ce sont des trous, et lorsqu'ils sont allongés, ce sont des rainures ou colpi. Lorsque le grain ne comporte qu'un seul trou ou qu'une seule rainure, ces ouvertures sont situées aux pôles, et lorsqu'il est poreux ou polymérique, elles sont situées sur toute la surface du grain. Dans la plupart des cas, les ouvertures sont régulièrement réparties au niveau équatorial, et le nombre est de trois. Le type d'ouverture le plus courant est une superposition de sillons et de trous : le pollen est colporé (Charpin, 1986).

Les pores ont également une fonction mécanique, car ils permettent de s'adapter aux changements de volume ou aux harmoniques (Wodehouse, 1935). En effet, la rigidité de la paroi extérieure permet très peu de déformation, et les ouvertures créent des zones plus souples, capables d'ajuster la paroi au fur et à mesure qu'elle se déforme.

e)- L'ornementation : L'ornementation du grain de pollen peut être constituée de sculptures, d'épines, d'aspérités plus ou moins saillantes, de granulosités et de microspores (Hoen, 1999).

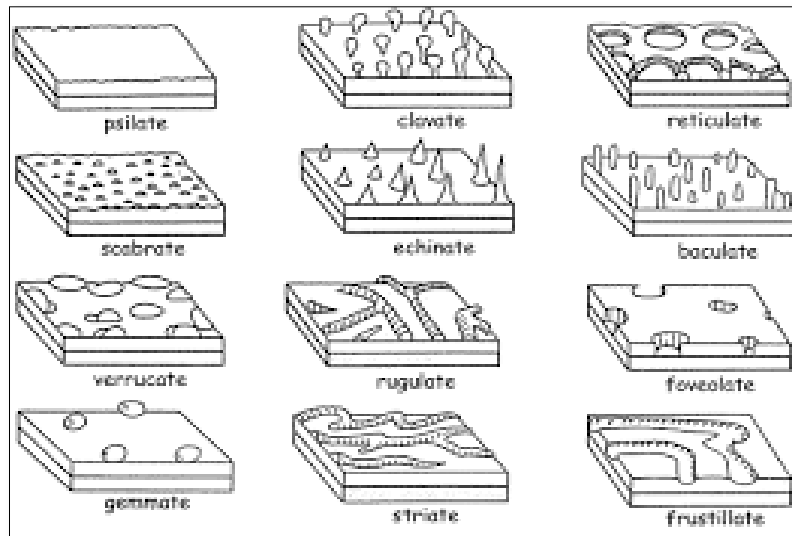


Figure 8- Ornémentations du pollen (Reille, 1990).

IV.II. PALYNOLOGIE

IV.II.1. Définition

Le mot palynologie a été suggéré en 1944 par Hyde et Williams et traduit du grec *palynein* qui signifie : saupoudrer ou pale qui signifie : farine ou poussière pollinique. Il désigne l'ensemble de recherches ayant les spores et les grains de pollen pour objet (Josette et Petzold, 1992). La palynologie est donc une science récente. Les pollens étant très petits, de 10 à 200 μm , ne peuvent être vus à l'œil nu. L'étude de leur morphologie a suivi la découverte et le développement du microscope (Guérin et Michel, 1993).

IV.II.2. Historique

Les termes pollen et palynologie n'étaient pas encore créés quand les babyloniens réalisaient déjà la pollinisation artificielle du palmier dattier quatre siècles avant J-C. dès le début du 17ème siècle, fut la découverte du microscope par Crew et Hook, le pollen devient visible, il est observé et décrit par Malpighi. En 1682, Crew décrit les premières formes polliniques (Josette et Petzold, 1992).

Ensuite en 1694, Camerarius établit la relation entre sexe mâle- pollen (Pons, 1970). Dès le début du 19ème siècle, Bauer botaniste du jardin de Kew réalise des dessins de pollens chez plus de 175 espèces (Saxena, 1993). Von Mohl en 1835, a classé les grains de pollen selon leurs ouvertures (Saxena, 1993). En 1837, Fritzsche a publié un travail qui a été considéré comme étant unique grâce à ses descriptions précises et ses diverses illustrations (Saxena, 1993). En 1890, Fischer a décrit les détails de l'exine de bon nombre de plantes. En 1935,

Wodehouse a publié son ouvrage «Pollen grains». En 1943, Erdtman a rassemblé beaucoup d'observations sur les pollens et les spores dans un ouvrage intitulé « Introduction à la palynologie ». En 1964, Faegri et Iversen ont publié le plus important ouvrage dans le monde de la palynologie « Text book of pollen analysis ». La palynologie qui s'intéresse à la l'étude des spores et des grains de pollen n'a cessé de se développer surtout avec l'invention du microscope électronique.

IV.II. 3. Paléopalynologie

L'exine du pollen, contrairement aux autres organes, se conserve bien dans les sédiments en l'absence d'oxydation, grâce à sa composition en sporopollénine. C'est un matériel inaltérable qui peut traverser les temps géologiques sans dommages (Cerceau-Larrival et *al.*, 1993). La détermination des pollens fossiles permet d'avoir des indications sur l'ancienne végétation et l'ancien climat (Reille, 1990). Le grain de pollen est aussi utilisé comme indicateur de couches susceptibles de contenir du pétrole puisque celui-ci se forme grâce à la décomposition des végétaux (Cerceau- larrival et Hideux, 1983).

IV.II. 4. Méliissopalynologie

C'est l'étude du contenu pollinique dans le miel. L'analyse du pollen récolté par les abeilles permet d'identifier les plantes qui sont visitées par ces dernières, et de déterminer l'origine géographique du miel, grâce à l'apparition de combinaisons de pollen bien déterminé qui permet la localisation de la région dans laquelle le miel a été produit (Maurizio et Louveaux, 1961). La Méliissopalynologie permet de vérifier que le miel est bien d'origine et non un mélange provenant de différents miels et participe ainsi, à la répression des fraudes (Chefrour, 2008).

IV.II. 5. Pharmacopalynologie

Le pollen est un aliment à valeur nutritive très élevée, grâce à sa composition riche en vitamines, en glucides (35 %), en protides (20 %) dont une grande partie se trouve sous forme d'acides aminés et enzymes (Donadieu, 1983). La composition qualitative du pollen est pratiquement constante, par contre sa composition quantitative change selon son origine botanique, ce qui signifie que le pollen de chaque espèce végétale peut avoir des propriétés thérapeutiques spécifiques (Donadieu, 1983).

IV.II. 6. Biopalynologie

Les grains de pollen sont porteurs de la moitié des chromosomes des végétaux supérieurs. Ils représentent de ce fait un important potentiel génétique pour les différentes opérations de

l'amélioration des plantes. Le pollen libéré dans l'atmosphère, à l'état tricellulaire se conserve naturellement seulement quelques heures, et dans certains cas quelques jours (Cerceanu et Larrival, 1959), une bonne méthode de conservation et de stockage doit permettre de diminuer l'activité physiologique du pollen sans diminuer sa viabilité (Boughediri, 1994).

Le stockage à long terme des pollens bicellulaires pourrait permettre de constituer des banques de pollen comme celle entreprise en 1983 au laboratoire de palynologie du Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris (Cauneau-pigot, 1988). Les banques de pollens jouent un rôle très important dans l'amélioration des plantes, la préservation de la diversité génétique, la conservation des espèces (Cerceanu- Larrival et *al.*, 1993).

IV.II.7. Archéologie

La palynologie est désormais une science auxiliaire importante au niveau de l'orientation actuelle de l'archéologie. En effet, elle permet d'obtenir un grand nombre d'informations liées au milieu dans lequel évoluait l'homme du passé. Quand des pollens ont été piégés, et conservés dans une structure archéologique, leur analyse et leur comptage apporte plusieurs types d'informations : Des renseignements sur l'environnement végétal général, sur les pratiques de l'homme, et des datations. Plusieurs types de pratiques peuvent être approchés grâce aux pollens : les pratiques agricoles et alimentaires (par exemple les types de céréales cultivées, le temps de mise en culture des parcelles,...), les pratiques funéraires (par exemple le type de dépôt), ou les niveaux d'occupation et d'abandon d'un site. On peut aussi obtenir des datations relatives, par comparaison de diagrammes polliniques. Les analyses de pollens dans les structures archéologiques se font à partir d'échantillons prélevés dans un profil stratigraphique (Laine, 2000).

IV.II.8. Aéropalynologie

Elle consiste à collecter les grains de pollen libérés dans l'atmosphère d'une région donnée, à les identifier et à l'évaluation statistique d'une période de temps déterminée (Josette et Petzold, 1992). Les premières études visant à déterminer le contenu pollinique de l'air ont été menées en Angleterre par Blackley (1873) in Guérin et Michel (1993). En Algérie, la première étude a été réalisée par Becila-Korteby et *al.* (1977) à Alger. A Annaba une équipe de palynologues s'intéresse à l'aéropalynologie à travers plusieurs recherches (Ketfi, 2016 ; Tlili, 2000 ; Azzouz, 2006 ; Zarouk, 2006 ; Necib et Boughediri, 2012).

CHAPITRE II
MATERIEL ET METHODES
D'ETUDE

PRESENTATION DE LA REGION

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES D'ETUDE

I. PRESENTATION DE LA REGION

I.1. BREF HISTORIQUE DU PARC NATIONAL D'EL-KALA

Avant même sa création, en 1982 et pour marquer l'adhésion de l'Algérie en faveur d'une action internationale pour la protection des zones humides, deux sites lacustres de la région d'El-Kala ont été inscrits sur la liste RAMSAR relative aux zones humides d'importances internationales. Il s'agit là des Lacs Tonga et Oubeira.

Une année après (1983), à l'initiative du vice ministre algérien de l'environnement et suite à une prise de conscience sur les richesses biologique que recèle la région d'El-Kala cette dernière a été dotée d'un statut de protection entant que Parc National D'El-Kala. Faisant partie des premiers territoires du Nord algérien légalement protégés.

En 1990, cette aire protégée a été classée comme Réserve de la Biosphère par l'UNESCO lui donnant ainsi un caractère de patrimoine de l'humanité inclus dans le fichier du système de référence de l'UNESCO pour l'étude et le suivi des modifications qui affectent la planète.

Douze ans après (2002) et vu l'importance accordée par la Direction Générale Des Forêts à la conservation des zones humides et de la volonté du gouvernement (Ministère de l'Agriculture et Du Développement Rural) de les intégrer dans le Plan National de Développement Agricole et Rural pour bénéficier des fonds alloués au programme qui l'accompagne. Deux autres sites du Parc ont fait l'objet de classement sur la liste Ramsar, il s'agit là de la tourbière du Lac Noir et les Aulnaies de Ain-Khiar.

I.2. LES MISSIONS DU PNEK

Le Parc national, est un espace naturel protégé, de surface étendue dans lequel toute exploitation des ressources naturelles minérales ou biologiques est interdite, ainsi que tout aménagement urbano-industriel ou infrastructures routières – exceptées celles permettant l'accès aux zones les plus visitées que le parc protège, dont l'impact doit être réduit au strict minimum. De même, l'exploitation agricole y est interdite mais un pastoralisme extensif peut y être toléré s'il préexistait à la création du parc et que son intensité demeure au niveau antérieur. En revanche, la vocation touristique est un des objectifs reconnus des parcs nationaux et leur réglementation prévoit à cette fin des aménagements dans leur zone

périphérique. Toutefois, leur nombre annuel de visiteurs doit être plafonné à la « capacité limite d'accueil du milieu », pour préserver les différents biotopes protégés d'une « érosion humaine » due à la sur-fréquentation touristique.

Classé en tant que réserve de la Biosphère le parc a pour rôle d'assurer trois fonctions principales :

- **Fonction de conservation** : contribuer à la conservation des paysages, des écosystèmes, des espèces et des gènes.
- **Fonction de développement** : favoriser un développement économique et humain respectueux des particularités socioculturelles et environnementales
- **Fonction logistique** : encourager la recherche, la surveillance, l'éducation et l'échange d'information concernant les questions locales, nationales et mondiales de conservation et de développement (Anonyme, 1998).

I.3. PRESENTATION DE PNEK

Le Parc National d'El-Kala Créé le 23 juillet 1983, le parc d'El Kala, le plus vaste parc national du nord du pays, s'étend sur une superficie 76.438 ha soit 26% de la superficie de la wilaya d'El-Tarf. Ses écosystèmes très variés le classe parmi les sites mondialement protégés grâce à un complexe de zones humides de notoriété internationale. Il renferme des espèces endémiques une soit en voie de disparition.

Hautement boisé avec plus de 69% de sa superficie, le Parc National d'El-Kala s'étend sur une bande côtière de 40 Km riche en corail et en poissons, Une frange marine longe la frontière tunisienne sur 98 Km les limites géographiques du parc englobent neuf communes dont six sont entièrement situées à l'intérieur de cet espace naturel.

La richesse naturelle, se traduit par une mosaïque d'écosystèmes interdépendants : en allant de la mer vers l'intérieur on observe la succession d'écosystèmes suivants :

- **Ecosystèmes côtier** : s'étend de l'est à l'ouest sur une longueur de 40 km de Cap Segleb à Cap Rosa, se limite à l'intérieur par un cordon supra-littoral très diversifié
- **Ecosystèmes dunaire** : s'étend de l'est à l'ouest sur une longueur de 40 km, et une largeur en moyenne 04km se plonge vers le sud jusqu'au pied de Djebel Segleb, ce cordon est colonisé par une végétation dense de chêne Kermès et mélia et rétame et le pin maritime.

- **Ecosystèmes lacustre** : représenté pour de grandes dépressions inter-collinaires, où se trouvent les principaux lacs : Tonga, Oubeira, Mellah, Bleu, Noir
- **Ecosystèmes forestier** : se caractérise par la formation du chêne liège en association avec le chêne zene, le pin maritime et maquis et la pelouse d'une superficie totale 54000ha (Oulmouhoub, 2005).

I.4. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE

Le Parc National d'El Kala est situé à l'extrême Nord-Est algérien, il est intégralement inclus dans la Wilaya d'El Tarf, correspondant presque au tiers de la superficie globale de cette dernière.

Cette aire protégée est limitée :

- Au Nord par la mer Méditerranée.
- Au Sud par les contreforts des monts de la Medjerda.
- A l'Est par la frontière Algéro-tunisienne.
- A l'Ouest par l'extrémité de la plaine alluviale d'Annaba.

Ses coordonnées géographiques sont : 36°52 latitudes Nord et 8°27 longitudes au niveau de la ville d'El Kala.

Administrativement, le PNEK est inclus dans la wilaya d'El Tarf est comprend les communes suivantes :

Celles qui incluent totalement sont :

- El Kala, Oum Teboul, El Aoun, Ramel Souk, Ain El Assel et Bougous

Et celles qui incluent partiellement sont :

- El Tarf, Boutheldja et Berrihane (Anonyme, 1998)

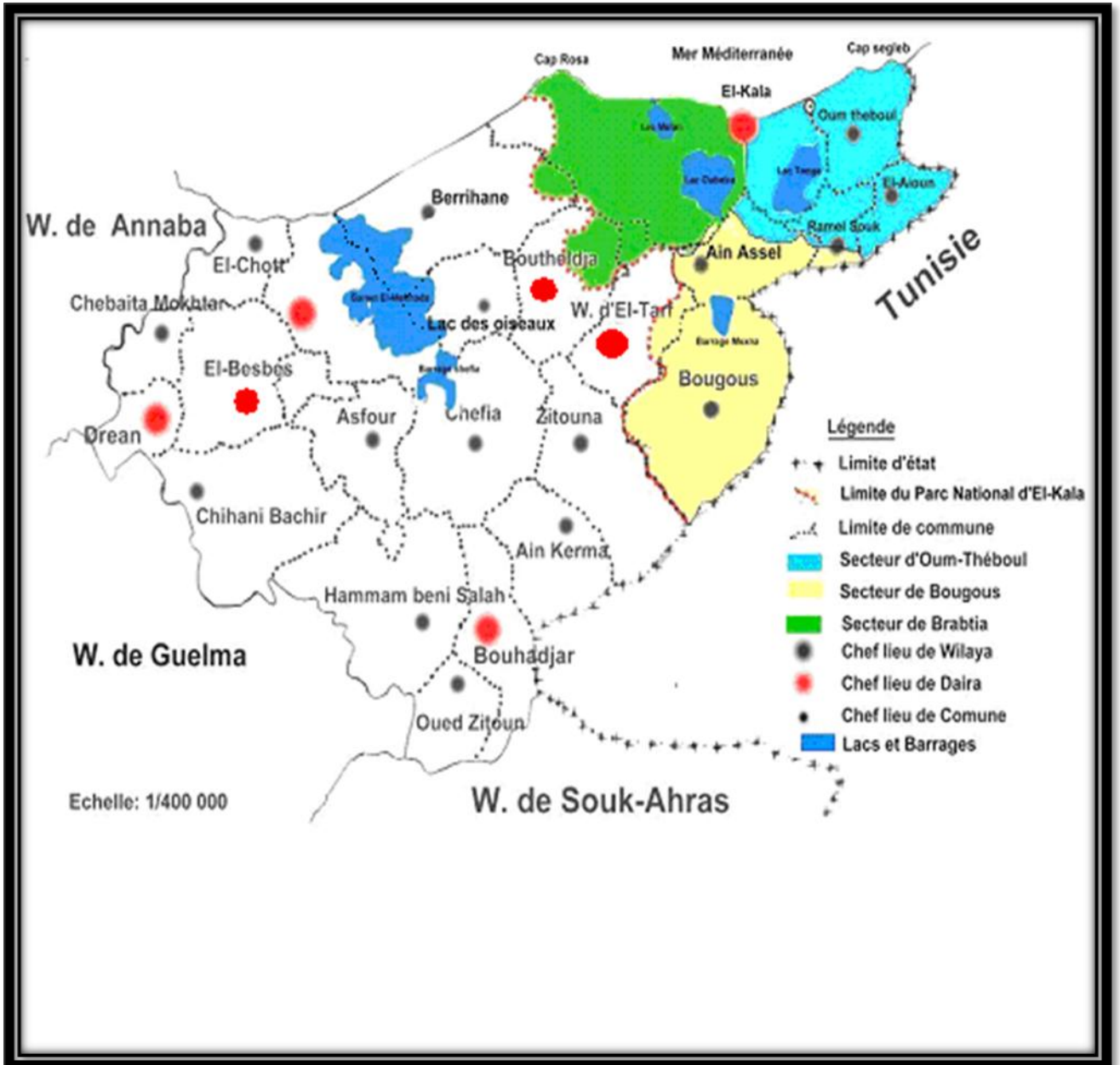


Figure 9- Localisation du parc national d'El Kala dans la wilaya d'El Tarf

(Anonyme, 1998).

I.5. MILIEU PHYSIQUE ET PATRIMOINE GEOLOGIQUE

I.5.1 Climat

La région d'El Kala est caractérisée par un climat méditerranéen marqué par une sécheresse estivale et une saison humide hivernale (Emberger, 1971).

Les principaux éléments climatiques sont la température et la pluviosité sont les deux paramètres les plus influents sur la végétation et milieu en général.

I.5.1.1 Température et pluviomètre

Les données météorologiques recueillies renseignent sur les températures maximales (27,9°C), les températures minimales m (6,2°C) et les températures moyennes (17,75) ainsi que sur les précipitations P (862,3mm). Elles sont recueillies à la station météorologique d'El Kala sur une période de 20 ans allant de 2000 à 2020. Les valeurs des températures et de la pluviométrie sont regroupées dans les tableaux 4 et 5.

Tableau 4- Repartition mensuelle des températures moyennes durant la période 2000-2020 (°C).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Ju	A	Moyenne Annuelle
Min	21	18,6	16,9	9,8	6,2	7,4	10,5	12,6	15,5	16,7	20,1	21,8	14,76
Max	27,8	25,2	20,1	15,7	13,3	15,2	16,6	17,3	19,9	23,9	26,3	27,9	20,77
Moy	24,4	21,9	18,5	12,7	9,7	11,3	13,5	14,9	17,7	20,3	23,2	24,8	17,75

(Station météorologique d'El Kala,

2020)

Max. : moyenne des maxima

Min. : moyenne des minima

Moy.($M+m/2$) : moyenne mensuelle

Tableau 5- Répartition mensuelle moyenne des précipitations durant la période (2000-2020) (mm) .

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Ju	A	Total annuel
Précipitation (mm)	46	65,4	143,6	158,8	121,1	124,8	73,6	82,4	49,3	15,9	0,53	1,3	862,3

(Station météorologique d'El Kala,

2020)

I.5.1.2 Les vents

Concernant les régimes éoliens, la région d'El Kala présente une période hivernale caractérisée par des vents de direction Nord et Nord-Ouest forts à modérés. Ce sont des vents qui apportent les précipitations les plus importantes de l'Atlantique (de Bélair, 1990).

En revanche, la période estivale se caractérise par des vents de direction Nord-Est et Sud-Est chauds et secs dont les effets, particulièrement, néfastes sur la végétation, assèchent

l'atmosphère, favorisent un état de déficit hydrique et favorisent le déclenchement de violents incendies de forêt.

I.6. LES SYNTHESE CLIMATIQUES

Pour la région méditerranéenne, les synthèses climatiques les plus utilisées sont le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1953) et le climagramme d'Emberger (1955).

L'examen du diagramme ombrothermique obtenu (Fig. 10), relatif à la région d'El Kala retraçant la situation allant de 2000 à 2020 montre l'existence d'une période sèche assez longue qui s'étend sur plus de trois mois (du mai jusqu'au début d' Octobre).

Par ailleurs, avec un coefficient pluviothermique $Q_2=126,6$ et un minimum de température de $7,4\text{ C}^\circ$, la station d'El Kala se positionne dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud dans le climagramme d'Emberger (Fig. 11).

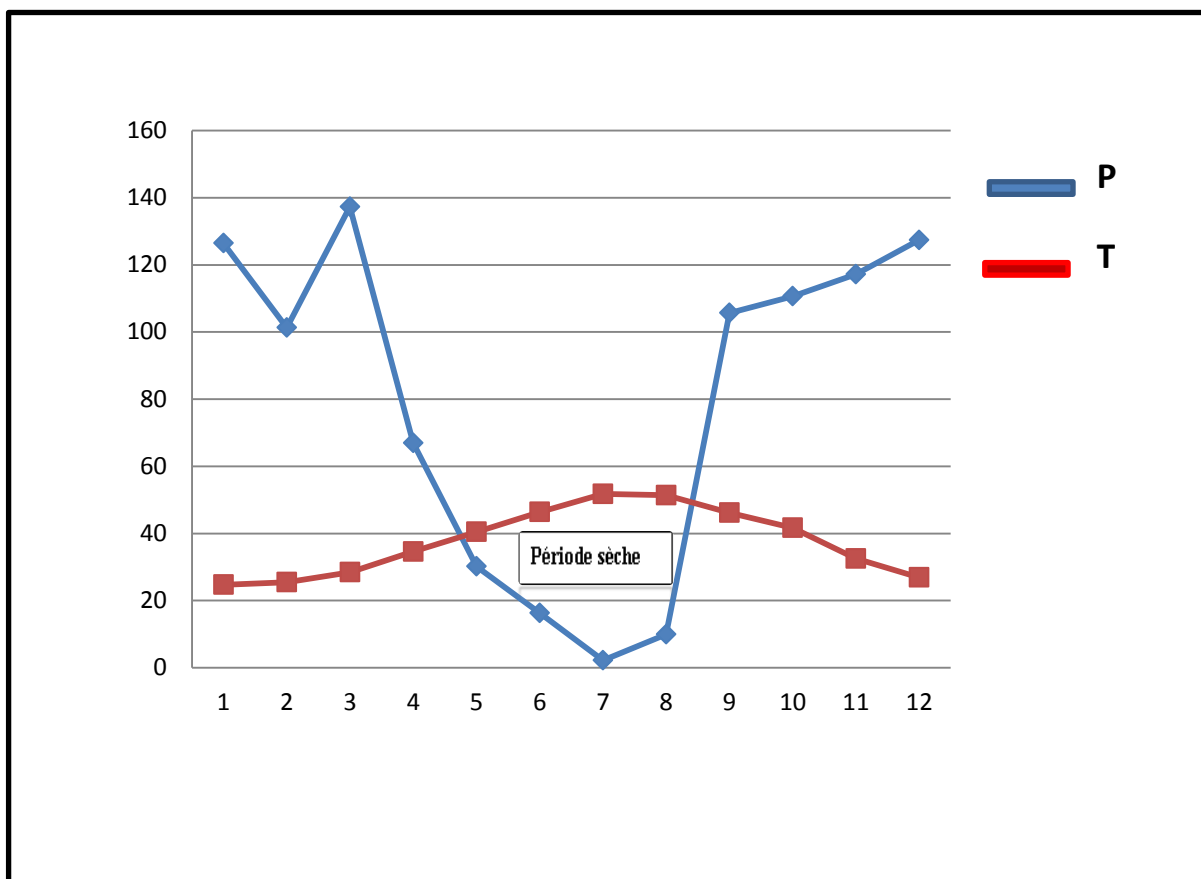


Figure 10- Diagramme Ombrothermique (2000-2020).

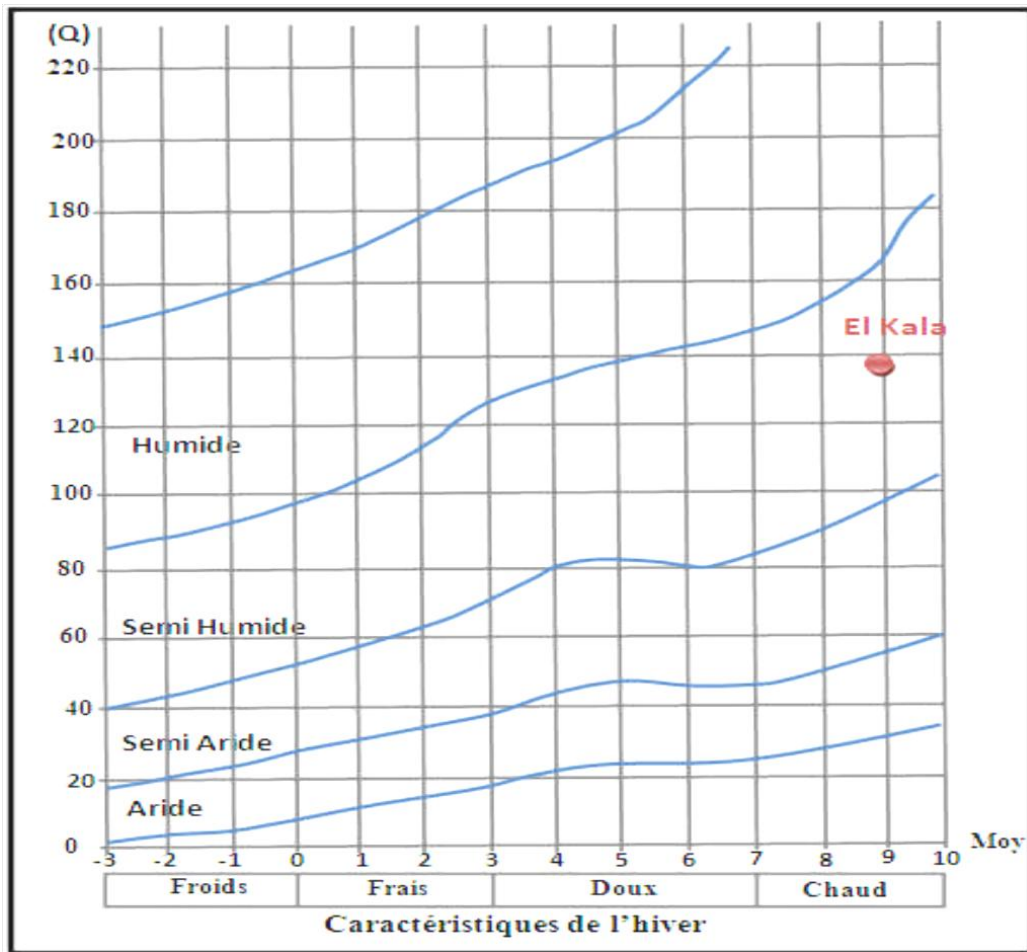


Figure 11- Climagramme Pluviothermique d'Emberger.

I.7. GEOLOGIE, GEOMORPHOLOGIE, PEDOLOGIE

De par la stratigraphie générale, le PNEK présente des terrains d'origines secondaires, tertiaires et quaternaire (Marre, 1987).

Une simplicité orographie et de faibles variations altitudinales caractérisent la région du PNEK (Benyacoub et *al.*, 1998).

Du nord au sud on distingue :

- Le cordon dunaire littoral qui est formé, essentiellement, de sable quaternaire, l'altitude varie entre 1 et 170m.
- Les plaines sublittorales présentent un relief plat et ondulé marqué, surtout par les dépressions lacustre et marécageuses (l'Oubeira et le Tonga). L'altitude ne dépasse pas 600m.
- La zone montagneuses méridionale où culminent les djebels Rahma (1 200m) et Ghorra (1 202 m).

I.8. HYDROGRAPHIE

En plus de l'importante réserve hydrique des trois grands lacs que sont le Tonga, l'Oubeira et le Mellah. Le réseau hydrographique du PNEK est composé de 14 Oueds dont, principalement ; Oued El-kebir, Oued Bougous et Oued El-Hout et d'une quarantaine de sources parmi lesquelles nous citons: Bougles, Bouredim et El-Bhaim (Anonyme, 1998)

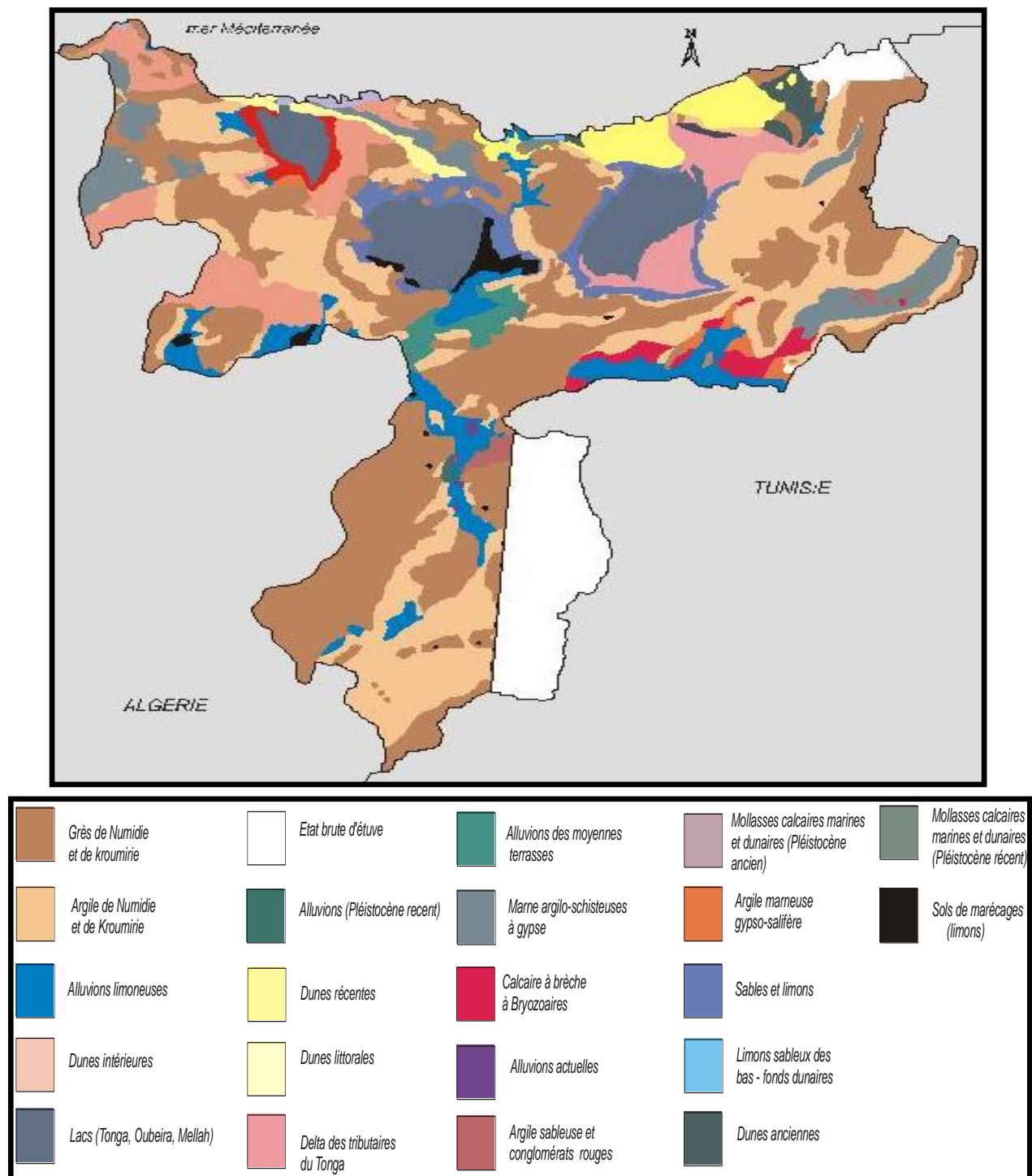


Figure 12- Carte Géologique du PNEK (Anonyme, 1998).

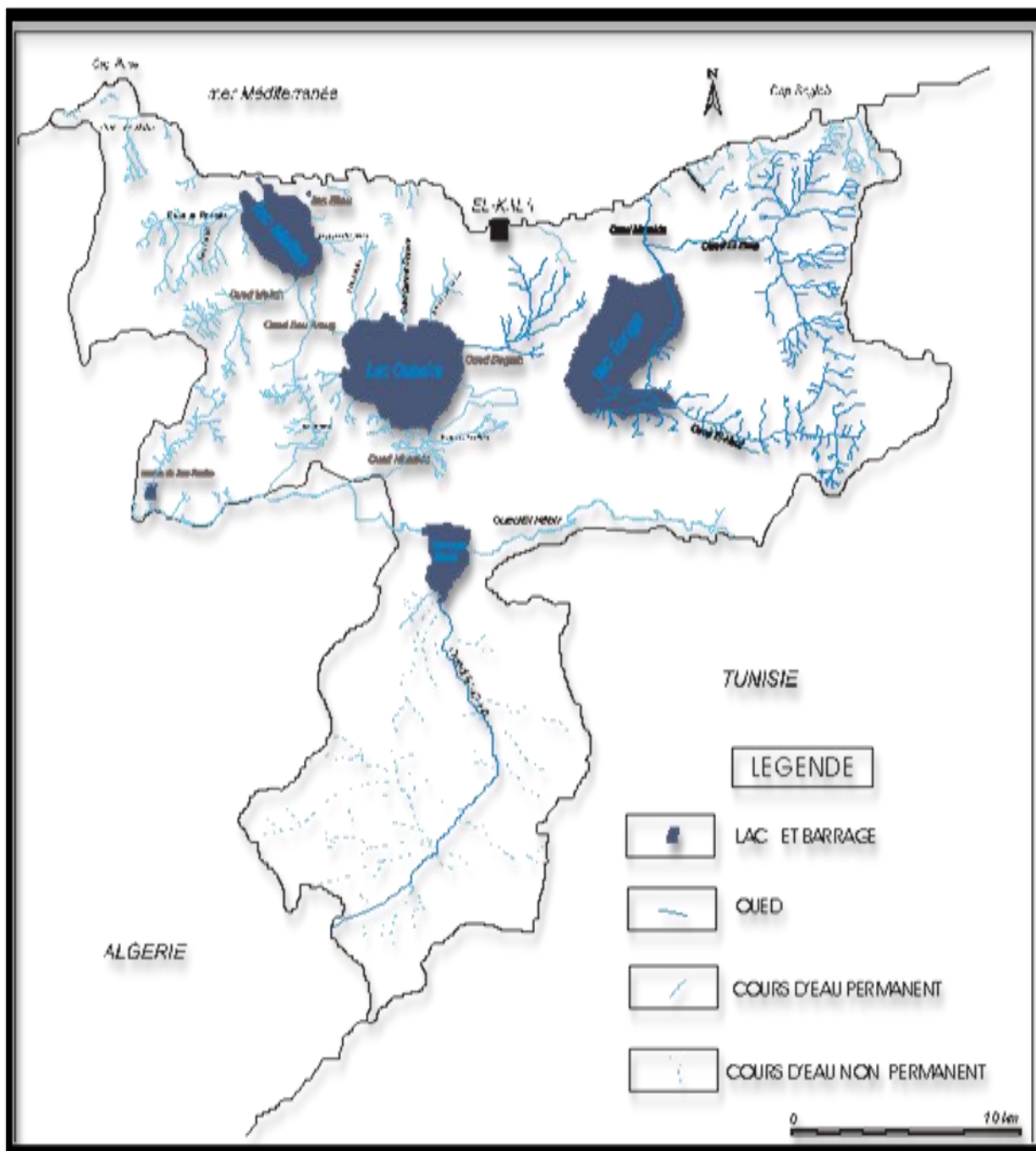


Figure 13- Réseau Hydrographique du PNEK

]

(Anonyme, 1998).

Les caractéristiques des habitats naturels sur le territoire du Parc National D'El-Kala sont plus ou moins encore proche de l'état naturel toutefois la combinaison de plusieurs facteurs d'altération ont modifié les surfaces et la composition de chacun d'eux. Selon Samraoui et de Bélair (1998), l'individualisation des habitats (unités écologiques) est comme suit:

I.9.1. La Frange marine

La frange marine se caractérise par une grande diversité de structure de fonds sableux et rocheux. On rencontre des herbiers à posidonie et autant d'habitats pour de nombreuses espèces de poissons (Mérrou, murène, dorade et des crustacées (langouste, crabes), d'échinodermes (Oursins, étoiles de mer et mollusques).

I.9.2. Les Falaises

Les habitats rocheux côtiers forment un habitat particulier en ce sens que qu'il constitue le support terrestre d'une faune et d'une flore, essentiellement influencées par le milieu marin et ses ressources.

I.9.3. La Cocciferaie et Juniperaie

Au niveau des formations dunaires nous distinguons trois groupements de végétaux qui jouent un rôle primordial dans la fixation des sables côtiers soumis à l'action directe des vents dominants Ouest.

I.9.4. Les Tourbières

Dans la région, les tourbières sont localisées sur la rive Nord-Est du lac Oubeira, au niveau du lac Noir et au sud du lac Bleu. A l'Oubeira ces milieux semi-aquatiques sont des biotopes très favorables à un certain nombre de rongeurs et autres petits mammifères, et à une multitude d'insectes aquatiques et terrestres.

I.9.5. Les Pelouses, Bocages et Cultures

Les milieux ouverts herbacés de la région résultent généralement de l'abandon des terres agricoles constituées initialement au détriment du couvert forestier, par défrichements et incendies. Du point de vue végétation, ces milieux se caractérisent par la présence dominante d'*Asphodelus microcarpus*, *Urginea maritima*, *Cladanthus mixtus* (L.) Chevall., *Inula squarosa*... Parmi les herbacées on retrouve une strate buissonnante basse et très clairsemée composée essentiellement d'épineux. Très morcelé, ce type de milieux est présent sur tout le territoire du parc national avec des superficies très inégales.

I.9.6. Lacs et Maraies

Cette unité englobe tous les milieux humides où l'eau est permanente ou temporaire, douce ou saumâtre, courante ou stagnante. Nous trouverons donc dans cette unité les lacs (Tonga, Oubeira, Bleu), les marais de Bouredim et la lagune d'El-Mellah.

I.9.7. Maquis non arboré

Les maquis non arborés se présentent sous la forme d'une nappe buissonnante dont la hauteur est de 4 m à 0,7 m. Selon les sites localisés entre les massifs forestiers non dégradés, ils peuvent couvrir des étendues relativement importantes, là, où les conditions édaphiques sont les plus contraignantes. Ce sont des habitats relativement pauvres, dont la faune mammalienne ne compte que quelques espèces (Sanglier, Chacal, quelques rongeurs). Les oiseaux y sont surtout représentés par les Sylvidées. Notons cependant la présence dans les maquis bas, d'une espèce rare, le Turnix d'Andalousie.

I.9.8. Maquis arboré

Ce type d'habitat se présente sous la forme d'un maquis, avec une strate buissonnante de 2 m de haut en moyenne, d'une strate arborée de Chêne liège généralement de faible hauteur. Cet habitat, le plus important du Parc, se caractérise principalement par son étendue puisqu'il couvre près de 20000 hectares. Il est scindé en deux principales unités et qui sont le massif des Djebels Koursi et Brabtia à l'ouest du Parc et le massif de Bougous d'une superficie de 9000 hectares au sud-ouest du Parc. La diversité botanique du maquis diminue par endroit sous l'action répétée des incendies avec un remplacement d'espèces feuillues (lentisque, myrte, arbousier...) par des épineux (Calycotome).

I.9.9. Ripisylves et aulnaies

I.9.9.1. Les ripisylves

Les cours d'eau (Oueds et sources) de la région sont jalonnés par des peuplements ripicoles diversifiés. On rencontre selon les caractéristiques du cours d'eau (permanence, débit de l'écoulement, longueur et largeur des lits majeur et mineur, altitude et latitude) des formations d'importance et de composition différente, marquées surtout par (*Alnus glutinosa*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Laurus nobilis*).

Les Ripisylves les plus importantes sont :

Oued El Kebir, Bougous, Bourdim, Souk R'guibet, Dey graâ, Demt Rihane, Boulaârroug, Mellah, El Hout et de moindre importance celle de l'oued Boumerchene, Bouhchicha, El Eurg, Messida, N'hal, Oum Chtob, Ain Bergougaya et Boutribiche.

I.9.9.2. Les aulnaies

La diversité des espèces végétales rencontrées dans les Aulnaies de plaines littorales est liée à des variations du milieu dues à la permanence de l'inondation des sols, à la profondeur de l'eau, à l'intensité de l'éclairement :

I.9.9.3. Pinèdes à Pin maritime

Le Pin maritime forme des peuplements artificiels de plus grande superficie, dont les principaux sont localisés au Nord du lac Tonga et à la frontière algéro-tunisienne. Ces deux formations ont la particularité, sauf pour celle localisée à la frontière, de croître sur sol dunaire. Les reboisements du Tonga ont été réalisés au sein du Cocciferetum et leur vigoureuse régénération par de semis naturels témoigne de leur bonne acclimatation.

I.9.9.4. Eucalyptaie

L'Eucalyptus occupe d'importantes superficies sur le territoire du parc national, non entretenues, les forêts d'Eucalyptus sont denses et broussailleuses, plantées dans des maquis ou des subéraies dégradées, elles en ont gardé la structure et la composition du sous-bois. Celui-ci est caractérisé par la présence de *Calicotome villosa*, *Genista ferox subsp. ferox*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Rubus ulmifolius*... Cependant, ce sous-bois s'est progressivement clairsemé à mesure que les conditions édaphiques et d'ensoleillement se modifiaient avec la croissance des arbres.

I.9.9.5. Suberaie

Ce type de milieu correspond à la forêt au sens strict avec la présence de trois strates fondamentales: la strate arborée, la strate buissonnante des sous-bois et enfin, la strate herbacée.

La strate arborée, mono-spécifique, est composée de *Quercus suber* dont les sujets peuvent atteindre 8 m de hauteur, le sous-bois est haut et dense, il est caractérisé par la présence de

Phillyrea latifolia, *Pistacia lentiscus*, *Erica arborea*, *Erica scoparia*.... La strate herbacée est relativement rare du fait de la densité du sous-bois; elle est composée de quelques graminées et de pieds épars d'Asphodèles, de Doum et de Scilles.

Par contre la suberaie de montagne se caractérise par l'absence partielle ou totale de sous-bois. La strate arborée est composée essentiellement de chêne liège *Quercus suber* parfois en mélange avec le chêne zeen formant une ambiance forestière primitive. Les arbres sont relativement droits et peuvent atteindre 18 m pour une moyenne de 10.5m. L'absence du sous-bois, qui semble d'ailleurs assez ancienne, est due à l'action combinée du défrichage pour l'installation d'un habitat sous le couvert des arbres et du pacage du bétail.

I.9.9.6. Zeenaie

La forêt de chêne zeen occupe généralement les expositions Nord à Nord-Ouest, vers 800 jusqu'à 1200 m d'altitude. Elle se présente sous forme de futaie haute sans sous-bois, âgée, rarement jeune, accessible, et dans un état sanitaire bon à moyen. Le chêne zeen (*Quercus canariensis*) est la seule essence caducifoliée qui est constituée en peuplement homogène sur une superficie relativement importante dans le parc national. La strate arborée est généralement mono-spécifique, à la présence près de manière localisée, de quelques chêne liège (*Quercus suber*) dans les stations défavorables ainsi que de quelques Saules ou Lauriers dans les stations humides. De grande taille, ses arbres peuvent atteindre une hauteur de près de 30 m pour une moyenne de 18 m.

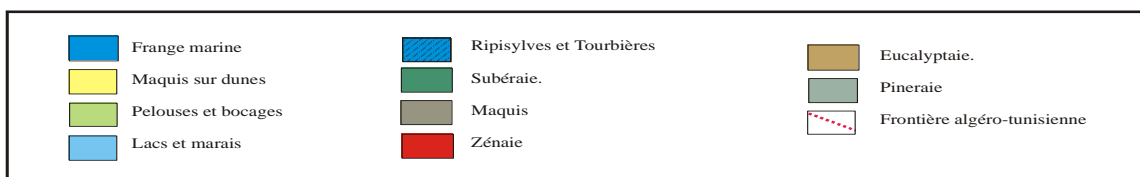
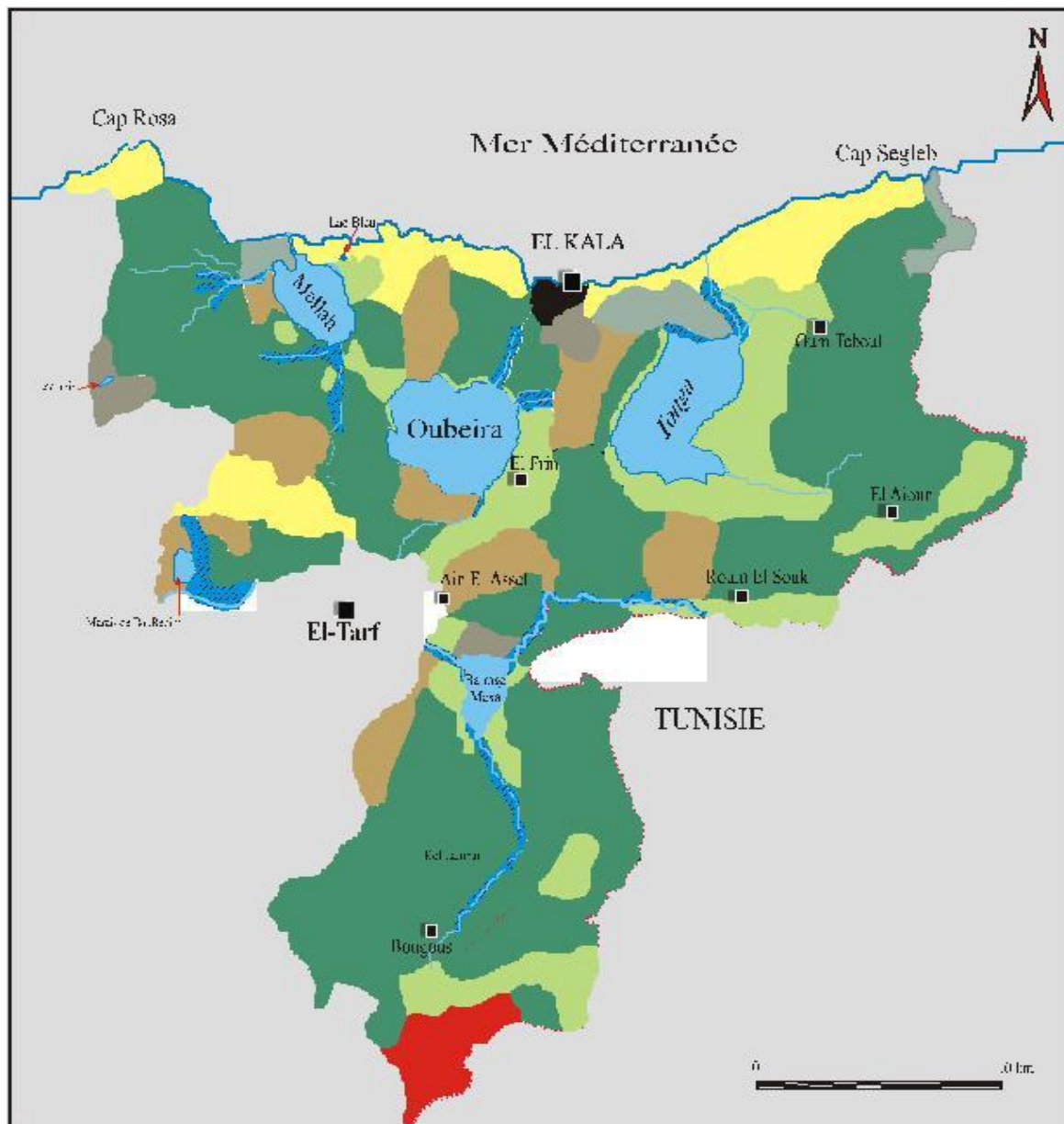


Figure 14- Carte Des Unites Ecologiques Du PNEK

(Anonyme, 1998)

II. METHODOLOGIE

II.1. LE RELEVÉ FLORISTIQUE

Constatant que les diverses espèces de plantes ne se répartissaient pas au hasard et que l'on retrouvait souvent les mêmes espèces cohabitant dans des mêmes formes de végétation, les précurseurs de la phytosociologie, tel Chateau (1866-1952), ont défini les associations végétales comme unités structurelles fondamentales de la couverture végétale.

D'autres phytosociologues, comme Braun-Blanquet (1884-1980) ou Emberger (1897-1969) ont construit un système complexe de classification hiérarchisée, analogue à celui des espèces vivantes, prenant pour base l'association végétale considérée comme représentée par des «individus d'association».

Ce système a constitué un socle théorique pour le développement des outils pratiques de la connaissance écologique, notamment les inventaires floristiques, et il a permis de mettre de l'ordre dans la compréhension des affinités entre les communautés d'espèces et entre celles-ci et le milieu naturel (Daurby, 2007).

II.2. CHOIX DES STATIONS

Dans le but de connaître l'organisation de la communauté végétale de la famille des Asteraceae du site étudié, un inventaire floristique a été effectué en adoptant l'approche stigmatiste, c'est-à-dire la méthode des relevés floristiques de Braun-Blanquet (1952).

Pour avoir un aperçu fiable de la diversité floristique des Asteraceae et l'hétérogénéité des habitats relatifs aux espèces appartenant à cette famille, de nombreux relevés ont été effectués sur des unités de surfaces relativement homogènes dans le PNEK.

Pour lever toute ambiguïté, il s'avère nécessaire de définir le terme « Station » tel qu'on l'a utilisé dans ce travail « la station est la surface dans laquelle on a effectué le relevé floristique », elle représente une surface où les conditions écologiques sont homogènes et où la végétation est uniforme (Guinochet, 1973).

L'incapacité de couvrir la totalité de la zone à étudier nécessite la mise en place d'un échantillonnage adéquat pour toute la surface à couvrir. Celui-ci consiste à choisir des éléments de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable sur

l'ensemble de la zone (Gounot, 1969). Il permet de fournir une image complète (qualitativement et quantitativement) de l'objet étudié.

En d'autres termes l'échantillon doit être représentatif de la communauté végétale. Ainsi, (Guinochet, 1973) le définit comme suit : « l'échantillonnage consiste à récolter les données en choisissant des éléments de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable sur l'ensemble de la communauté végétale étudiée ». Gounot (1969), distingue quatre types d'échantillonnage: (l'échantillonnage aléatoire, l'échantillonnage subjectif, l'échantillonnage systématique et enfin l'échantillonnage stratifié).

Pour cette étude, nous avons retenu l'échantillonnage aléatoire simple et subjectif. Ce dernier est plus simple et plus intuitif pour caractériser les groupements végétaux (Meddour, 2008). C'est une méthode de reconnaissance adaptée à tout type de formation végétale (Gounot, 1969). Cet échantillonnage permet également d'obtenir une qualité d'information quasi identique à celle fournie par l'échantillonnage systématique.

II.3. EQUIPEMENT DE TERRAIN

Le matériel utilisé lors de nos sorties sur terrain est comme suit:

- Appareil – photos numérique (CANNON) pour la prise des photos;
- GPS (Système de Positionnement Géographique) pour l'orientation et le prélèvement des coordonnées géographiques à l'intérieur de chaque station ;
- Sachets, papier kraft
- Mètre ruban de 10 m de long était utilisé dans la délimitation de la surface de relevé dans les différentes stations d'échantillonnage ;
- Sécateur pour sectionner les fleurs destinées aux prélèvements du pollen ;
- Cahier ministre et un crayon pour l'enregistrement des données (pente, exposition, topographie) ainsi que les noms vernaculaires des plantes.

II.4. REALISATION DES RELEVES FLORISTIQUE

Un relevé ne sera considéré comme représentatif de l'individu d'association étudié que s'il est effectué sur une surface au moins égale à l'aire minimale, ou autrement dit une surface «suffisamment» grande pour contenir la quasi-totalité des espèces présentes sur l'individu d'association (Guinochet, 1973)

L'ordre de grandeur de l'aire minimale est en fonction du type de formation ou communauté végétale, Gorenflot et Foucault (2005) ainsi que Delpech (2006) ont classés les aires minimales comme suite :

- **quelques cm²** pour les végétations annuelles de dalles rocheuses, des fissures de rochers ;
- **10 cm²** pour les végétations flottantes de lentilles d'eau ;
- **10 à 25 m²** pour les prairies, les pelouses maigres ou de montagne, les végétations aquatiques, roselières, mégaphorbiaies ;
- **25 à 100 m²** pour les communautés de mauvaises herbes, les végétations rudérales, celles des éboulis, des coupes forestières ;
- **100 à 200 m²** pour les landes ;
- **300 à 800 m²** pour les forêts.

Au niveau de chaque station (112 stations), nous avons effectué 16 relevés floristiques durant la période optimale de la végétation comme le suggère Ozenda (1982). Donc au sein de chaque station un relevé a été réalisé sur une aire minimale de (10 m²) permettant de recenser le maximum d'espèces qui s'y trouvent, il a été nécessaire d'effectuer des relevés à différentes périodes de l'année, et dans différentes formations végétales (Suberaie, Zeenaie, Pinaies, lacs, pelouses, maquis, plages) dont la campagne d'échantillonnage s'est déroulée pendant les années 2016–2019.

L'étendue des régions d'étude et le manque de moyens logistiques, il nous a été impossible d'effectuer des relevés à chaque saison dans chacune des stations étudiées. Ensuite, nous avons complété nos travaux par d'autres relevés à des dates différentes dans les stations les plus accessibles et les plus proches pour couvrir tous les stades végétatifs des différentes espèces.

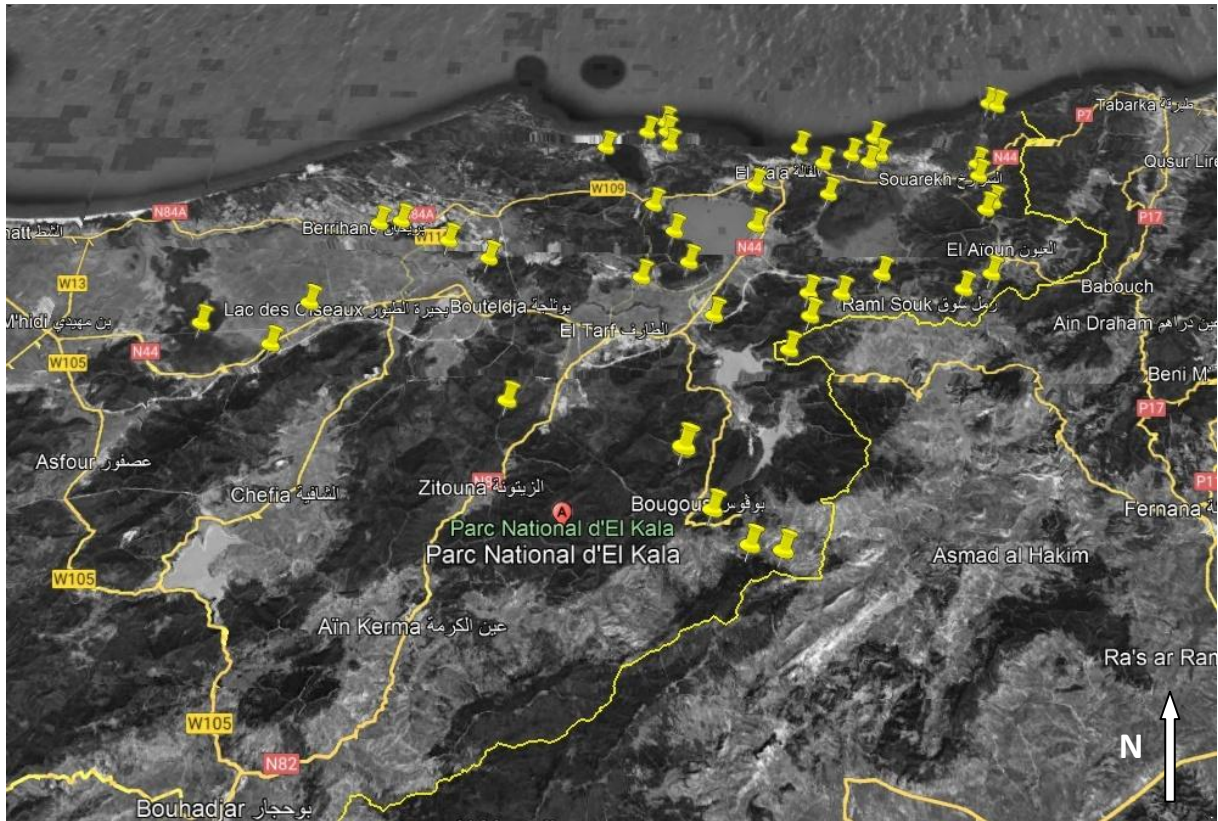


Figure 15- Localisation des stations de la zone d'étude
(Google earth)

II.5. IDENTIFICATION DES ESPECES

Les espèces communes étant reconnues sur terrain, celles que nous n'avons pas pu identifier ont été prélevées avec soin, d'autres prises en photos lorsque c'était possible et ramenées pour identification au laboratoire. Les taxons inventoriés ont été identifiés selon la flore de Quézel et Santa (1962-1963), la flore de Maire (1952–1987) d'une part et la Flore d'Italie (Pignatti, 1982) d'autre part.

La nouvelle nomenclature a été mise à jour pour les espèces inventoriées en tenant compte des travaux récents compilés dans l'index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord (Dobignard et Chatelain, 2013), et le site la base de données des plantes d'Afrique, (<http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/recherche.php?langue=fr>).

Les espèces recensées ont été renseignées par leur type biogéographique recomposé selon Pignatti (1982), Blanca et *al.* (2009), Dobignard et Chatelain, 2013), et Euro+Med Plant Base (<http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/>), et leur type biologique selon Raunkiaer (1934),

Pignatti (1982), Blanca et *al.* (2009), Tison et De Foucault (2014), et selon nos propres observations.

II .6. METHODE D'ANALYSE DE DONNEES FLORISTIQUES

II .6.1. Composition floristique

Pour la composition floristique, une liste des espèces inventoriées dans les 112 Stations a été dressée. Le nombre des plantes de la famille des Asteracea, de genres et d'espèces était évalué dans chaque station. Cette liste a été analysée. Pour toutes les espèces, le nom vernaculaire, les types morphologiques, les types biologiques ont été pris en compte dans l'analyse globale.

II .6.2. Richesse spécifique

C'est l'une des mesures les plus communes de la biodiversité. Elle indique le nombre d'espèces recensées par unité de surface (Monod, 1955; Margalef, 1958; Walker, 1992; 1995).

Les deux grands gradients de variation de la richesse spécifique sont :

- Le nombre d'espèces
- La surface sur laquelle sont étudiées ces espèces.

Une richesse spécifique peut s'exprimer en richesse totale ou en richesse moyenne :

- La richesse totale correspond au nombre total d'espèces présentes dans un biotope ou une station donnée.
- La richesse moyenne correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans les échantillons d'un peuplement étudié (Daurbay, 2007).

II .6.3. La fréquence relative

Selon Curtis et McIntosh (1950), la fréquence d'une espèce est égale au nombre d'apparition de cette espèce sur la surface d'inventaire. La fréquence relative d'une espèce est égale au quotient de la fréquence par la somme des fréquences de toutes les espèces et multipliée par 100 (Daurbay, 2007).

$$\text{Fréquence relative d'une espèce} = \frac{\text{fréquence d'une espèce}}{\sum \text{des fréquences de toutes les espèces}} \times 100$$

II .6.4. La diversité des taxons

La diversité des taxons est évaluée en fonction du nombre d'individus au sein d'une espèce ou d'une famille dans une communauté. Appelée aussi hétérogénéité spécifique, elle est un

caractère unique du niveau de l'organisation biologique d'une communauté. Ainsi, la communauté diversifiée correspond à un grand nombre d'espèces ou de familles (Daurbay, 2007). Elle nous permet de mettre en évidence l'importance relative des grandes familles caractérisant la végétation étudiée. Elle s'exprime par la formule ci-après :

$$\text{Indice de diversité relative} = \frac{\text{Nombre d'espèces au sein d'une famille}}{\text{Nombre total d'espèces dans l'échantillonnage}} \times 100$$

II .6.5. L'abondance dominance

Les espèces présentes dans chacun des relevés sont affectées d'un coefficient semi quantitatif exprimant leur abondance-dominance (estimation globale du nombre d'individu sou densité et surface de recouvrement).

L'abondance-dominance, grandeur repérable et non mesurable, est surtout exprimée par un pourcentage, entre la surface occupée par le taxon, comparée à la surface totale de la station (Meddour, 2008).

+ : individus rares et recouvrement très faible

1 : individus peu ou assez abondants, mais de recouvrement faible < 1/20 de la surface

2 : individus abondants ou très abondants, recouvrant 1/20 à 1/4 de la surface

3 : nombre d'individus quelconque, recouvrant de 1/4 à 1/2 de la surface

4 : nombre d'individus quelconque, recouvrant de 1/2 à 3/4 de la surface

5 : nombre d'individus quelconque, recouvrant plus de 3/4 de la surface

II.7. TRAITEMENTS STATISTIQUES DES DONNEES

Le traitement des données floristiques préalablement recueilli a pour but de faire ressortir des ensembles floristiques, de composition similaire et de déterminer les principaux facteurs du milieu qui régissent leur existence et leur distribution.

II.7.1. Codage des données

Pour faciliter la lecture des analyses numériques, les espèces rencontrées ont été codées (deux premières lettres du genre et deux premières lettres de l'espèce).

II.7.2. Méthode d'analyse factorielle des données mixtes (AFDM)

L'Analyse Factorielle des Données Mixtes (AFDM) est une méthode puissante conçue pour explorer des ensembles de données contenant à la fois des variables quantitatives et

qualitatives (Pagés, 2004). Elle prend en compte la structure des groupes lors du calcul des distances et équilibre l'influence de chaque type de donnée (Escofier et Pagès, 2008).

Cette approche permet d'évaluer les similitudes entre les individus tout en considérant ces deux types de variables. Plus précisément, l'AFDM permet d'analyser les relations entre toutes les variables, qu'elles soient quantitatives ou qualitatives (Kassambara, 2017). En termes simples, l'algorithme AFDM combine les principes de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) pour les variables quantitatives et de l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) pour les variables qualitatives (Kassambara, 2017).

Cette méthode est implémentée à l'aide de «Factomine », un package R spécialisé dans l'analyse multivariée (Lê et *al.*, 2008; Husson et *al.*, 2010; Vaissie et *al.*, 2017).

Pour identifier les groupes d'espèces spécifiquement liés aux facteurs anthropiques et écologiques, une matrice de données de taille (78 espèces × 112 relevés) a été soumise à l'AFDM. Il est important de noter que les espèces présentes en faible fréquence ont été exclues à des fins statistiques.

Pour chaque relevé, nous avons collecté des données sur les variables environnementales, la composition végétale et le degré d'influence humaine. Ces variables ont été regroupées en quatre catégories distinctes :

1-Action Anthropique : Cette catégorie se concentre principalement sur l'impact de l'activité humaine sur la végétation (Quézel, 1976; Bouazza et *al.*, 2001). Afin de justifier nos conclusions sur la flore et les sols, nous avons pris en compte des facteurs tels que l'intensité du pâturage, les incendies. Ces influences anthropiques ont été évaluées à l'échelle de la zone d'étude en se basant sur des observations sur le terrain et des informations obtenues auprès des résidents locaux et des services concernés.

2-Topographie : inclut des variables telles que l'altitude (Alt, mesurée en mètres), la pente (Pen, exprimée en degrés) et le gradient d'ensoleillement (Exp).

3-Texture du Sol : les propriétés du sol telles que l'argile, le sable et le limon.

4-Végétation : avec le nombre de chaque espèce végétale dans chaque relevé floristique et dans chaque station.

II.7.3. Classification Hiérarchique sur les Composantes Principale (HCPC)

Les résultats de l'AFDM ont été ensuite affinés à l'aide d'une Classification Hiérarchique sur les Composantes Principales (HCPC) dans le but de concrétiser le regroupement des espèces. La Classification Hiérarchique sur les Composantes Principales est une technique mathématique largement utilisée dans l'analyse des végétations (Bouxin, 2004). Elle met en

évidence des clusters ou ensembles clairement définis où les individus présentent des similarités d'autant plus marquées que le niveau de variance est faible (Escofier et Pagès, 2008).

Dans cette étude, la Classification Hiérarchique sur les Composantes Principales (HCPC) a été utilisée pour identifier les différentes classes d'espèces appartenant à la famille des Asteraceae dans les diverses formations végétatives du PNEK.

III. PRELEVEMENTS DES POLLENS

III.1. MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal est constitué des pollens des espèces appartenant à la famille des astéraceae. Le prélèvement sur le site se fait par les fleurs (10 fleurs par espèce), on préfère les fleurs qui sont en préfloraison ou qui viennent de s'ouvrir, il y aura plus de chance d'y trouver encore du pollen.

Elles sont conservées dans des sachets spéciaux capables de préserver la viabilité des pollens, et une fois au laboratoire, les pollens sont extraits des anthères à l'aide de pinces et spatules.

III.2. TRAITEMENT DU POLLEN

L'étude microscopique du pollen des plantes demande une petite préparation des grains de pollen. En effet, à l'état naturel, les grains de pollen sont recouverts d'un enduit huileux et résineux, ce qui rend peu efficace leur observation directe. La méthode employée le plus souvent en palynologie, est la méthode d'acétolyse. Il existe d'autres techniques dont celle du dégraissage des grains à l'alcool. C'est cette dernière, décrite par Wodehouse et développée par Christian Colin (Kraft, 1943).

Le pollen est directement prélevé à la pincette sur les fleurs ou il est encore plus facile de prélever des anthères, préférer des fleurs qui sont en préfloraison ou qui viennent de s'ouvrir. Pour en extraire le pollen, il suffit de triturer les anthères avec la pincette. Rajouter souvent de l'alcool, et essuyer l'auréole qui se forme sur le pourtour de la préparation : cette auréole blanche est formée par la graisse et la résine enrobant les grains. A ce stade il est souvent très utile de laisser sécher le mélange pollen /alcool.

Ces gouttes à gouttes de lavage par l'alcool devront se répéter 2, 3, 4 fois, en fonction de l'état du pollen, Certains pollens ne sont guère enduits de cette résine alors que d'autres espèces demandent jusqu'à 5 lavages (Lieux, 1980).

III.2.1. Méthode utilisée pour réaliser des lames de référence et de détermination

- 1) S'assurer de la propreté du poste de travail, on le nettoyé avec de l'alcool.
- 2) Préparer les différents produits et colorants à utiliser.
- 3) Nettoyer les lames à l'alcool.
- 4) Réaliser une première lame 'test'. Les autres lames seront réalisées si la lame 'test' s'avère satisfaisante.
- 5) Dans un tube ou flacon « espèce », on prélève un peu de matériel biologique (fleur).
- 6) On Dépose le matériel sur une lame.
- 7) On Appose une à deux gouttes de vert de méthyle liquide sur la lame.
- 8) On Fait évaporer l'alcool sur la plaque chauffante à 50°C. on prend attention de ne pas laisser trop sécher; on dépose la glycérine ou la résine et recouvrir d'une lamelle
- 9) Après 5 à 10 min. Vérifier au microscope la présence de pollens sur la lame
- 10) Si la présence de pollen est satisfaisante, on réalise les autres lames. Sinon on adapte la méthode jusqu'à l'obtention d'un résultat satisfaisant.
- 11) Chaque lame est étiquetée et porte : le nom de genre ainsi que le nom d'espèce et la date.
- 12) Les lames sont rangées dans une boîte dont l'étiquette porte : la famille, le genre, l'espèce, le nom vernaculaire, le récolteur (planche), la date de récolte (jour, mois, année), le lieu de récolte, le monteur (lame) et la date de montage (jour, mois, année) (Louveaux et *al.*, 1978).

IV. ETUDE ETHNOBOTANIQUE

L'enquête ethnobotanique est un travail de terrain qui consiste à aller à la rencontre des praticiens traditionnels pour s'enquérir de leur méthode de traitement des maladies. Cette enquête est indispensable dans la mesure où elle nous permet de nous orienter afin de comprendre le rôle important qui jouent la famille des asteraceae comme des plantes médicinales.

Cette enquête ethnobotanique a été menée dans le parc national de d'El Kala pour recueillir des informations sur les usages phyto thérapeutiques pratiqués dans cette région.

Ce travail, a été effectué en 2017 basée sur un questionnaire à renseigner, qui figure en annexe (Annexe n°2). Cette enquête a été réalisée chez la population locale durant plusieurs missions de terrain pour définir les plantes à usage médicinales selon le sexe, le niveau

académique des enquêtés, la situation familiale, la profession, le mode d'utilisation des plantes, la partie utilisée et les maladies traitées par ces plantes.

Chaque enquêtés nous a fourni un ensemble de plante aromatiques et médicinales, l'attention fut donnée uniquement aux Astéracées et donc tous les résultats qui suivent concernent uniquement cette famille, un total de **344** fiches questionnaires fut élaboré.

CHAPITRE III
RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

I. ETUDE FLORISTIQUE

I.1. ETUDE FLORISTIQUES

L'analyse des différents relevés effectués a fait ressortir certaines caractéristiques se rapportant aux espèces inventoriées par station et sur l'ensemble du site exploré à savoir : la diversité systématique (taxonomique), les types biologiques et les types biogéographiques.

La famille des Asteraceae en Algérie est la plus importante et elle comprend 408 espèces réparties en 109 genres (Quézel et Santa, 1962-1963). Dans la région d'étude (PNEK) nous avons identifié au total 98 espèces (Tab. 6) soit 24% du total des Asteraceae en Algérie.

Parmi ces 98 espèces, 9 ont été observées dans une seule station (*Achillea maritima* (L.) Ehrend. & Y.-P. Guo, *Artemisia arborescens* L., *Bellis sylvestris* Cirillo, *Carthamus multifidus* Desf., *Erigeron karvinskianus* DC., *Lapsana communis* L., *Micropus supinus* L., *Onopordum macracanthum* Schousb, *Phagnalon saxatile*).

En revanche, 16 espèces ont une répartition très large dans la région d'étude (*Sonchus oleraceus* L., *Senecio vulgaris* L., *Senecio leucanthemifolius* Poir., *Hypochoeris achyrophorus* L., *Galactites tomentosa* (L.) Moench, *Coleostephus myconis* (L.) Cass., *Cirsium scabrum* (Poir.) Bonnet & Barratte, *Centaurea napifolia* L., *Centaurea calcitrapa* L., *Centaurea solstitialis* L., *Carlina racemosa* L., *Bellis annua* L., *Andryala integrifolia* L., *Hyoseris radiata* L., *Leontodon tuberosus* L., *Cichorium intybus* L.).

Ces espèces se répartissent en 67 genres donc 61,46% de la totale des genres des Asteraceae en Algérie, dans notre région les genres les plus diversifiés sont (*Bellis*, *Carduus*, *Centaurea* avec (4 taxons) pour chacun, suivie par (*Anthemis*, *Carthamus*, *Erigeron*, *Galactites*, *Hypochoeris*, *Senecio*, *Sonchus*) qui sont présentés avec (3 taxons).

Finalement, les autres genres sont représentés avec (1 à 2 taxons) (*Xanthium*, *Urospermum*, *Tragopogon*, *Tolpis*, *Symphiotrichum*, *Silybum*, *Scolymus*, *Rhaponticum*, *Reichardia*, *Pseudognaphalium*, *Plagiopus*, *Phagnalon*, *Pallenis*, *Cladanthus*, *Onopordum*, *Micropus supinus* L., *Matricaria*, *Limbarda*, *Lapsana*, *Lactuca*, *Klasea*, *Jacobaea*, *Dittrichia*, *Hyoseris*).

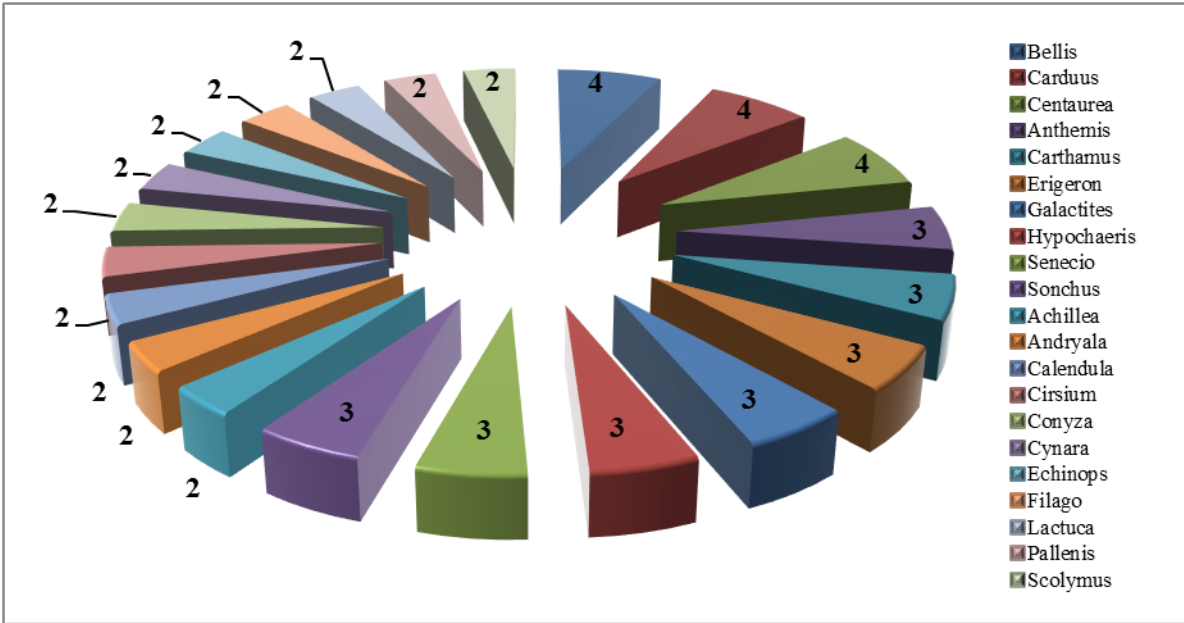


Figure 16- Nombre des principaux genres

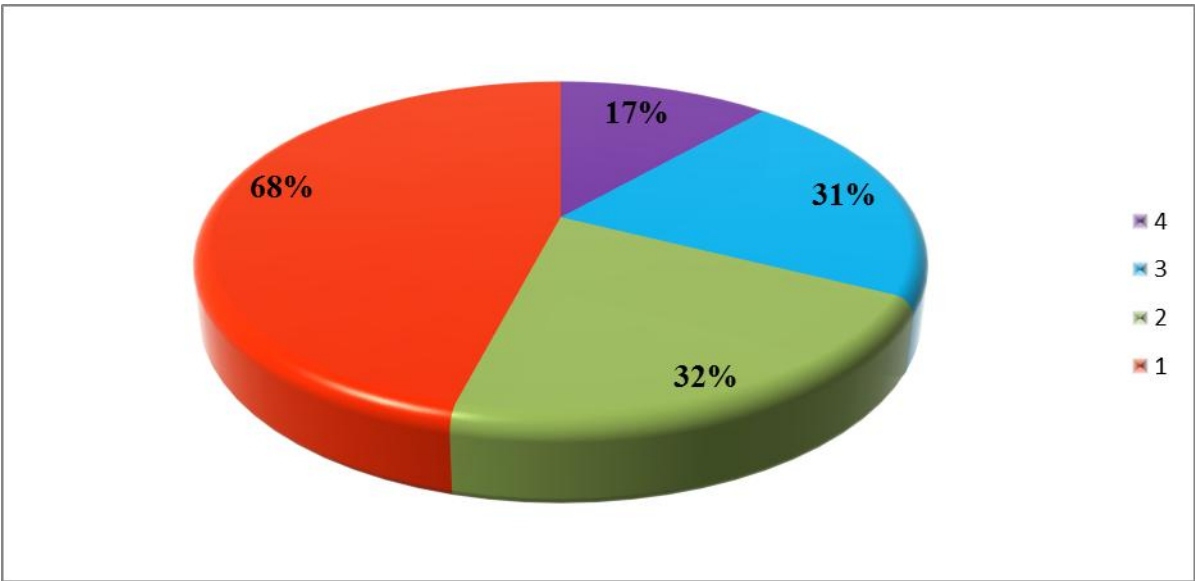


Figure 17- Contribution des principaux genres

Tableau 6- Liste des Astercaee inventoriées dans le PNEK.

	Espèce	Spectre biologique	Spectre chorologique	Nom commun
1	<i>Achillea ligustica</i> All.	He	Méd.occ.	Achillée de Ligurie
2	<i>Achillea maritima</i> (L.) Ehrend. & Y.-P. Guo	He	Méditerranéen-Atlantique	Achillée millefeuille
3	<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers	Th	Eur.Méd.	Anacycle en massue
4	<i>Andryala integrifolia</i> L.	Th	Circum-Méd.	Andryale à feuilles entières
5	<i>Andryala nigricans</i> Poir.	Th	End. Alg.-Tun.	l'Andryale à feuilles entières
6	<i>Anthemis maritima</i> L.	He	Méd.occ.	Anthémis maritime
7	<i>Anthemis pedunculata</i> Desf. subsp. <i>eu-pedunculata</i> M.	He	Ibér.Maur.	Anthemis pedunculata Desf.
8	<i>Anthemis secundiramea</i> Biv.	Th	Méditerranéen Central	Anthémis à rameaux
9	<i>Artemisia arborescens</i> L.	Ch	Asie.- occ.	L'armoise arborescente
10	<i>Asteriscus aquaticus</i> (L.) less.	Th	Méd.	Astérisque aquatique
11	<i>Aster squamatus</i> (Spreng.) Hiéron.	He	Amérique Centrale et d'Amérique du Sud.	Aster écailléux
12	<i>Atractylis gummifera</i> L.	He	Ibér.Maur.	Chardon à glu
13	<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>eu-annua</i> M.	Th	Circum-Méd.	Pâquerette annuelle
14	<i>Bellis prostrata</i> Pomel	He	End. Alg.-Tun.	Pâquerette
15	<i>Bellis prennis</i> L.	He	Eur.Méd.	Pâquerette vivace
16	<i>Bellis sylvestris</i> Cirillo	He	Circum-Méd.	Pâquerette d'Automne
17	<i>Bidens tripartita</i> L.	Th	Eurasiatique méridional	Bident à feuilles tripartites
18	<i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L.	He	Eurasiatique méridional	le Souci des champs
19	<i>Calendula suffruticosa</i> Vahl	Ch	End Alg.tun.mar.	Souci arbustif
20	<i>Carduus macrocephalus</i> Desf	He	Euro.Sib.	Cardo une grande tête de fleurs
21	<i>Carduus numidicus</i> Coss. & Durieu	Th	End.Alg	Chardon penché
22	<i>Carduus pycnocephalus</i> L. subsp. <i>Pycnocephalus</i>	He	Eur-Med.	Chardon à capitules denses
23	<i>Carlina lanata</i> L.	He	Circum-Méd.	Carline laineuse
24	<i>Carduus spachianus</i> Durieu	He	Ibér.Maur.	Chardon
25	<i>Carthamus caeruleus</i> L.	He	Méd.occ.	Cardoncelle bleue
26	<i>Carthamus lanatus</i> L. subsp. <i>baeticus</i> (B. & R.) M.	He	Eur.Méd.	Carthame laineux

27	<i>Carthamus multifidus</i> Desf.	Ch	End.N.Af.	Cardoncelle bleue
28	<i>Centaurea solstitialis</i> L.	Th	Méd	Centaurée du solstice
29	<i>Centaurea calcitrapa</i> L.	He	Eur-Med.	Centaurée chausse-trape
30	<i>Centaurea napifolia</i> L.	He	Méd.	Centaurée à feuilles de navet
31	<i>Centaurea pullata</i> L.	He	Méd	Centaurée brune
32	<i>Chamaemelum fuscatum</i> (Brot.) Vasc.	Th	subméditerranéennes	Anthémis brunâtre
33	<i>Chondrilla juncea</i> L.	He	Eur.Méd.	Chondrilla à tiges de jonc
34	<i>Cichorium intybus</i> L.	He	Eur.Méd.	Chicorée sauvage
35	<i>Cirsium scabrum</i> (Poir.) Bonnet & Barratte	He	Méd.occ.	Cirse scabre
36	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	He	Eurasiatique	Cirse commun
37	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	Th	Introduit (AmériqueTropicale)	Vergerette de Buenos Aires
38	<i>Cotula coronopifolia</i> L.	Th	Introduit (Afrique du sud)	La cotule pied-de-corbeau
39	<i>Crepis vesicaria</i> (L.) subsp. <i>taraxacifolia</i> (Thuill.) Thell.	He	Eur.Méd.	Crépide à vésicules
40	<i>Coleostephus myconis</i> (L.) Cass.	Th	Méd.	Chrysanthème de Myconis
41	<i>Cyanus segetum</i> J. Hill	Th	Cosm.	Bleuet
42	<i>Cynara cardunculus</i> L.	He	Méd.occ.	Cardon cultivé
43	<i>Cynara scolymus</i> L.	He	Méd.	Artichaut
44	<i>Delairea odorata</i> Lem.	Th	Introduit (Afrique du sud)	Délairéa odorant
45	<i>Dipsacus fullonum</i> L.	He	Eurasiatique méridional	Cardère sauvage
46	<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter	Ph	Méd.	Inule visqueuse
47	<i>Echinops spinosus</i> subsp. <i>bovei</i> (Boiss.) Maire	Ch	Méd-Sah-Sind.	Chardon boule
48	<i>Erigeron karvinskianus</i> DC.	He	Introduit (AmériqueTropicale)	Vergerette de Karvinski
49	<i>Erigeron canadensis</i> L.	Th	Cosm.	Vergerette du Canada
50	<i>Filago gallica</i> L.	Th	Eur.Méd.	Cotonnière de France
51	<i>Filago pygmaea</i> L.	Th	Méd.	Cotonnière naine
52	<i>Galactites mutabilis</i> Durieu	Th	End. Alg.-Tun.	Galactites à feuilles de chardon
53	<i>Galactites tomentosa</i> (L.) Moench	He	Méd.	Chardon laineux
54	<i>Galactites duriaei</i> Spach	Th	Méd.	Galactite de Durieu
55	<i>Cladanthus mixtus</i> (L.) Chevall.	Th	End.N.Af.	Camomille marocaine
56	<i>Glebionis segetum</i> (L.) Fourr.	Th	Eurasiatique méridional	Chrysanthème des moissons
57	<i>Hedypnois rhagadioloides</i> (L.)	Th	Méd.	Hédypnois de Crète

	F. W. Schmidt			
58	<i>Helichrysum rupestre</i> (Raf.) DC.	Th	Méd.	Perpétuer les falaises
59	<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) J. Holub	Th	Eur.Méd.	Picride fausse vipérine
60	<i>Helianthus annuus</i> L.	Th	Introduit (Amérique du Nord)	Tournesol
61	<i>Hyoseris radiata</i> L.	He	Eur.Méd.	Hyoseris rayonnant
62	<i>Hypochoeris achyrophorus</i> L.	Th	Méd.	Porcelle à soies courtes
63	<i>Hypochoeris radicata</i> L.	He	Méd.	Porcelle enracinée
64	<i>Hypochaeris glabra</i> L.	Th.	Méd.	Porcelle glabre
65	<i>Inula graveolens</i> (L.) Desf	Th	Méd.	Inule fétide
66	<i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn.	He	Eurasiatique	Séneçon de jacob
67	<i>Klasea flavescens</i> (L.) J. Holub subsp. <i>mucronata</i>	Ch	Méd.	Serratule mucronée
68	<i>Lactuca muralis</i> (L.) Gaertner	He	Eur.Méd.	Laitue des murs
69	<i>Lactuca serriola</i> L.	Th	End.N.Af.	Laitue sauvage
70	<i>Lactuca sativa</i> L.	Th		Laitue cultivée
71	<i>Lapsana communis</i> L.	Th	Eurasiatique septentrional	Lampsane commune
72	<i>Leontodon tuberosus</i> L.	He	Méd.	Liondent tubéreux
73	<i>Limbarda crithmoides</i> (L.) Dumort.	Ch	Méditerranéen-Atlantique	Inule faux crithme
74	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Th	Cosm.	Matricaire camomille
75	<i>Micropus supinus</i> L.	Th	Méd.	Micrope couché
76	<i>Onopordum macracanthum</i> Schousb.	Th	Ibér.Maur.	Pédane à grosses épines
77	<i>Pallenis maritima</i> (L.) Greuter	He	Méd.	Asteriscus maritimus
78	<i>pallenis spinosa</i> (L.) cass	He	Eur-Med.	Astérolide épineux
79	<i>Phagnalon saxatile</i>	Ch	Méd.	Phagnalon des rochers
80	<i>Plagius maghrebinus</i> Vogt & Greuter	Ch	End.N.Af.	Chrysanthème
81	<i>Laphangium luteoalbum</i> (L.) Tzvelev	Th	Cosm.	Le Gnaphale blanc jaunâtre
82	<i>Reichardia picrioides</i> (L.) Roth.	He	Méd.	Picride vulgaire
83	<i>Rhaponticum acaule</i> (L.)	Th	End.N.Af.	Rhapontique à tige courte
84	<i>Scolymus grandiflorus</i> Desf.	He	Méd.occ.	Scolyme à grandes fleurs
85	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Th	Méd.	Scolyme d'Espagne
86	<i>Senecio leucanthemifolius</i> Poir.	Th	Méd.occ.	Séneçon à feuilles de marguerite
87	<i>Senecio lividus</i> (L.) subsp. <i>lividus</i>	Th	Eur.Méd.	Séneçon livide
88	<i>Senecio vulgaris</i> L.	Th	Subcosmopolite	Séneçon commun

89	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Th	Cosm.	Chardon marie
90	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill subsp. <i>asper</i>	Th	Cosm.	Laiteron rude
91	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Th	Cosm.	Laiteron potager
92	<i>Sonchus tenerrimus</i> (L.) subsp. <i>tenerrimus</i>	He	Méd.	Laiteron délicat
93	<i>Symphiotrichum squamatum</i> (Spengel) Nesom	Th	Amérique du Sud	l'Aster écaillé
94	<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertn.	Th	Méd.occ.	Trépane barbue
95	<i>Tragopogon porrifolius</i> L. subsp. <i>porrifolius</i>	He	Méditerranéen-Atlantique	Salsifis à feuilles de poireau
96	<i>Urospermum dalechampii</i> (L.) F.W.Schmidt	He	Méd.	Urosperme de Daléchamps
97	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Th	Introduit	Lampourde glouteron
98	<i>Xanthium spinosum</i> L.	Th	Subcosmopolite	Lampourde épineuse

I.2. CARACTERISATION PHYTOGEOGRAPHIQUE

La biogéographie est définie comme étant l'étude et la compréhension de la répartition des organismes vivants à la lumière des facteurs et processus présents et passés (Hengeveld, 1990). L'étude phytogéographique constitue également un véritable modèle pour interpréter les phénomènes de régression (Olivier et *al.*, 1995). Pour (Quézel, 1991), une étude phytogéographique constitue une base essentielle à toute tentative de conservation de la biodiversité.

Selon Quézel et Santa (1962-1963), les principaux types biogéographiques inventoriés sont illustrés dans le tableau 6.

L'analyse du (Tab. 6) et la (Fig. 18) présentant la diversité biogéographique des espèces recensées indique une flore diversifiée répartie comme suit :

L'élément méditerranéen proprement dit avec (62.37%) représente la quasi-totalité des espèces qui caractérisent les stations. En deuxième position, intervient l'élément Nordique et plurirégional avec respectivement un taux de (15,84%, 10,89%), Les autres types sont moins représentés avec un taux de 8,91 % pour les espèces endémique et 7,92 % pour les espèces cosmopolites. Selon Quézel et *al.* (1995), l'existence de divers ensembles biogénétiques et biogéographiques constitue un des facteurs essentiels pour expliquer la richesse en espèces dans la région méditerranéenne.

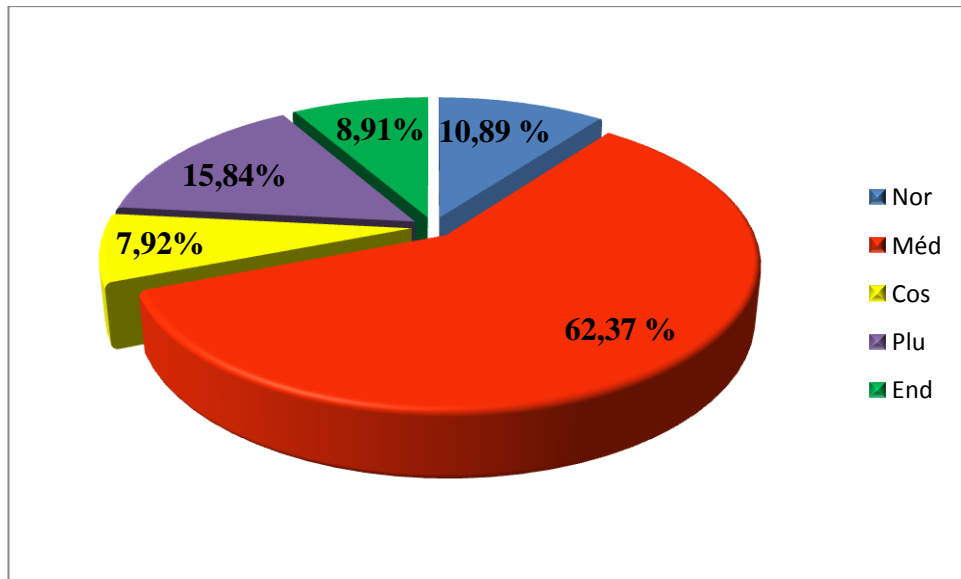


Figure 18- Spectre chorologique

I.3. ANALYSES DES TYPES BIOLOGIQUES

Les formes de vie des végétaux représentent un outil précieux pour la description de la physionomie et de la structure de la végétation. Ces éléments sont considérés comme une expression de la stratégie d'adaptation de la flore et de la végétation aux conditions du milieu (Dahmani, 1997; Messaoudene et al. 2007). Les types biologiques sensu (Raunkiaer, 1995) intègrent divers aspects essentiels de la vie végétale. D'après McIntyre et al. (1995) in Verlaque et al. (2001), ces types biologiques, de par leur définition (position des organes de rénovation durant la mauvaise saison), prennent d'abord en compte la physiologie et les formes de résistance des plantes, d'où leur rôle majeur avéré dans la réponse des communautés face aux différentes perturbations.

Ainsi, nous avons fait figurer les proportions de chaque type biologique dans l'inventaire selon sa contribution en nombre d'espèces (Fig. 19 et 20), puis en pourcentage. L'analyse de ces proportions montre nettement que les thérophytes représentent la majeure partie des types biologiques de l'inventaire avec 48 espèces (49%), suivies par les hémicryptophytes qui sont souvent bisannuelles avec 41 espèces (42%), et en dernier lieu il y a les chaméphytes avec 8 espèces (8%) et phanérophytes avec 1 espèce (1%).

Le schéma général du spectre biologique dans l'ensemble des stations est : **Th>He >Ch >Ph** . Par ailleurs, la thérophytisation est une stratégie d'adaptation vis à vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques, ainsi qu'aux fortes

températures des milieux arides et un stade de dégradation ultime (Mahyou et *al.*, 2010). La prédominance des thérophytes dans les stations dégradées exposées à l'impact anthropozoogène a été également signalée dans certains travaux réalisés dans la région ouest d'Algérie comme ceux de Bekkouche et *al.* (2013) et Hachemi et *al.* (2014).

Certains auteurs, Sauvage (1961); Gaussen (1963); Nègre (1966); Daget (1980), considèrent la thérophytie comme une forme de résistance aux fortes températures estivales, d'autre comme (Meddour, 2010) considère l'importance du pâturage est le facteur principale.

Selon Olivier et *al.* (1995), une attention particulière est généralement accordée à la répartition des thérophytes dont la proportion en région méditerranéenne est de l'ordre de 50%.

Il faut savoir que les chaméhytes s'adaptent mieux à la sécheresse estivale et aux forts éclaircissements lumineux (Danin et Orshan, 1990). Le pâturage favorise aussi de manière globale les chaméphytes repoussés par les troupeaux (Kadi et Hanifi, 1998).

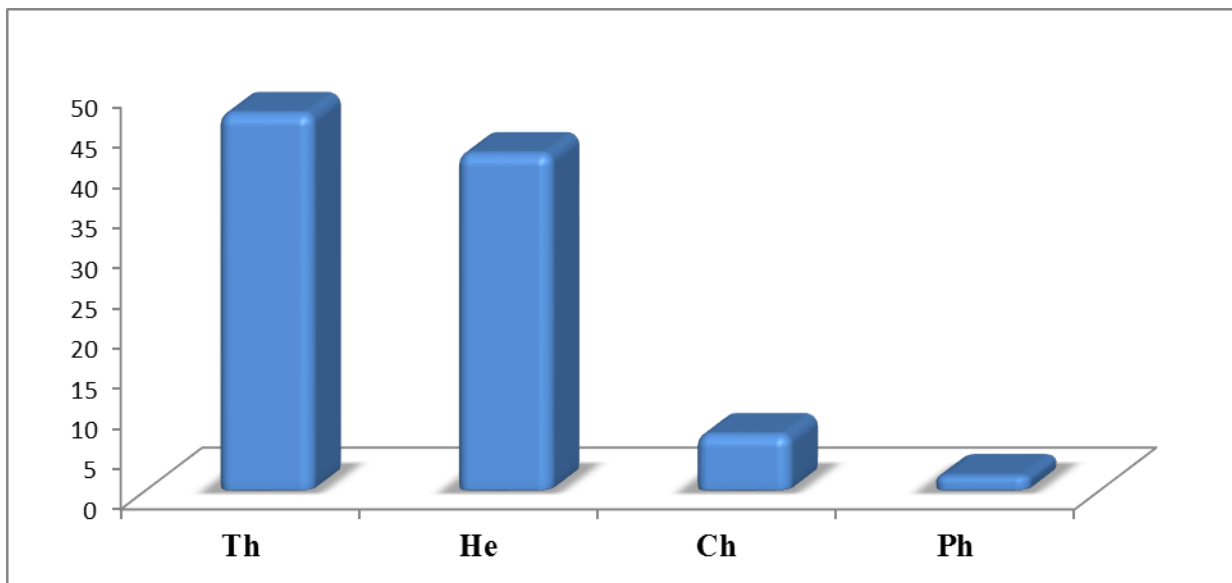


Figure 19- Contribution des types biologiques par nombre d'espèces

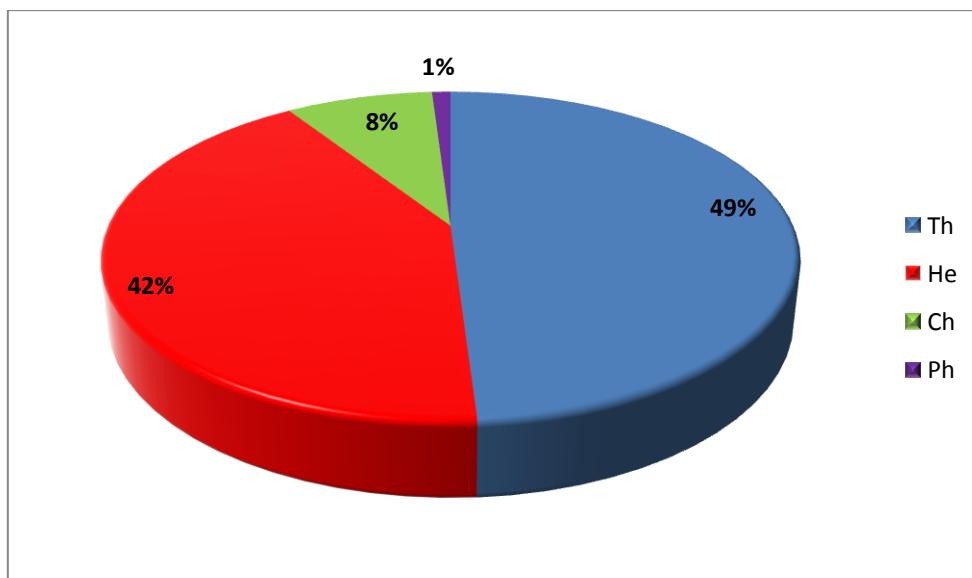


Figure 20- Distribution les espèces en pourcentage

II. TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNEES FLORISTIQUES

II. 1. ABONDANCE

Lors de l'évaluation de l'abondance de la végétation dans les sept stations d'étude (Fig. 21), des différences significatives ont été observées entre les différentes stations. La station Pel s'est révélée être la plus riche en termes d'abondance de végétation, avec un total de 899 individus recensés. Elle était suivie de près par la station Sub, qui a enregistré 830 individus, et par Maq qui a hébergé 781 individus. La station Lac a également montré une abondance relativement élevée, avec 719 individus.

En revanche, les stations Zen et Pin présentaient des niveaux d'abondance similaires, avec respectivement 345 et 351 individus recensés. Cela suggère que ces deux stations ont une abondance de végétation comparable.

Enfin, la station Pl a enregistré la plus faible abondance de végétation parmi toutes les stations, avec seulement 49 individus recensés. Cette différence significative met en évidence une disparité importante entre la station Pl et les autres stations en termes d'abondance de végétation.

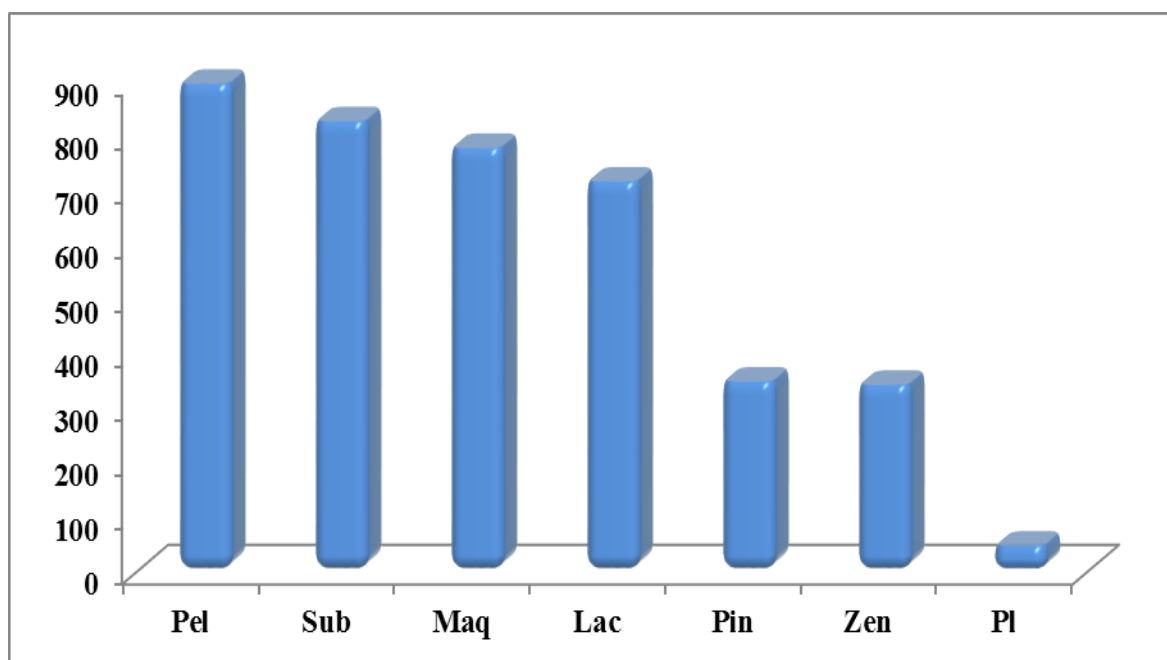


Figure 21- Abondance dans les sept stations étudiées

II.2. EVALUATION DES INDICES DE DIVERSITE

Les indices de diversité floristiques constituent des critères objectifs pour apprécier la diversité d'une communauté végétale (Ramade, 1994). Afin de fournir une description complète de l'évolution temporelle de la diversité de notre région, nous avons sélectionné quatre descripteurs. Il s'agit de la richesse spécifique (S), de la diversité de Shannon-Wiener (H'), de l'équitabilité de Pielou (E) et de Diversité de Simpson. Les valeurs correspondantes de ces paramètres sont présentées dans le tableau 7.

A. Richesse spécifique

La station "Sub" et "lac" présente le plus grand nombre d'espèces (S=77), ce qui indique une grande richesse spécifique. Elle est suivie de près par les stations "Pel " (S=75), "Maq" (S=72). Les stations "Pin","Zen" et "Pl" ont les plus faibles nombres d'espèces respectivement (S=59), (S=53), (S=22), ce qui indique une faible richesse spécifique.

Tableau 7- Indices de diversité des différentes stations

Station	S	H'	D	E
Sub	77	4.131	0.982	0.226
Maq	72	4.094	0.981	0.229
Zen	53	3.765	0.973	0.245
Lac	77	4.061	0.980	0.226
Pin	59	3.905	0.977	0.239
Pel	75	3.956	0.971	0.225
Pl	22	2.722	0.905	0.293

B. Indices de Shannon-Wiener

En ce qui concerne l'indice de diversité de Shannon (H'), les stations "Sub" ($H'=4.131$) et "Maq" ($H'=4.094$) présentent les valeurs les plus élevées, ce qui indique une grande diversité et une répartition relativement équilibrée des espèces dans ces stations. La station "Pl" présente la valeur la plus faible de l'indice de diversité de Shannon ($H'=2.722$), ce qui indique une diversité plus faible et une répartition moins équilibrée des espèces. En examinant la composition floristique, nous constatons que les résultats obtenus sont cohérents, c'est-à-dire que les stations qui sont les plus riches en espèces présentent un indice de Shannon élevé. Ces résultats sont confirmés par les travaux de (Necer et *al.*, 2019) dans les forêts du PNEK où la richesse spécifique est faible aux sites sablonneux.

En revanche, Sonke (1998) mentionne qu'un indice de Shannon élevé indique des conditions environnementales favorables qui permettent l'installation de nombreuses espèces. Cependant, ces espèces sont représentées par un nombre relativement faible d'individus.

Frontier et Pichod-Viale (1991) soulignent que malgré la perception souvent considérable de la diversité, celle-ci est en réalité limitée dans les conditions naturelles. Lors de l'évolution d'un écosystème, depuis la colonisation d'un nouveau biotope jusqu'à l'établissement d'un écosystème complexe, la diversité est initialement faible, puis augmente, elle peut atteindre temporairement des valeurs élevées, pour ensuite diminuer et se stabiliser généralement autour d'une valeur proche de 3,5 ou 4 plutôt que 5. Par conséquent, la valeur maximale de la diversité (H maximum) n'est jamais atteinte, car il y a toujours un certain nombre d'espèces rares au sein d'un assemblage d'espèces.

C. Indice de dominance de Simpson

L'indice de dominance de Simpson (D) mesure la probabilité qu'au hasard deux individus sélectionnés appartiennent à la même espèce. Les valeurs d'indice de dominance de Simpson sont proches de 1, ce qui indique une faible dominance d'une seule espèce dans chaque station. Cependant, les résultats de l'indice de Simpson calculé pour les sept stations varient de 0,905 à 0,982. La station Sub se distingue une fois de plus en ayant la valeur la plus élevée, tandis que la station Pl présente la valeur la plus faible, comme illustré dans le tableau 7.

D. Équitabilité

Nous remarquons que les stations Pl, Pin, Zen présentent des valeurs relativement supérieures (0.293; 0.239; 0.245) à celles des autres stations.

Frontier et Pichod-Viale (1991) confirment que lorsque E est proche de 1, cela indique une distribution équilibrée. En revanche, lorsque E est proche de 0, cela illustre une hiérarchisation de l'abondance, ce qui reflète un environnement simple et contraignant où peu de facteurs structurent la population. D'autre part, Dajoz, (1982) introduit le concept de stabilité et souligne qu'une équitabilité élevée peut être le résultat de l'évolution à long terme d'une communauté dans un environnement stable.

Selon Sonke (2003), une équitabilité faible représente une grande importance de quelques espèces dominantes.

En conclusion, les résultats de cette étude indiquent une variation significative de la richesse spécifique, de la diversité et de la répartition des espèces entre les différentes stations. Les stations "Sub" et "Maq" se distinguent par leur grande richesse spécifique et leur diversité élevée, tandis que la station "Pl" présente une faible richesse spécifique et une diversité plus limitée. Les indices de dominance de Simpson suggèrent une répartition relativement équilibrée des espèces dans toutes les stations, avec une faible dominance d'une seule espèce.

II.3. SIMILARITE ENTRE LES STATIONS

Pour évaluer la similarité de la composition floristique entre les stations échantillonnées, nous avons utilisé l'indice de similarité de Jaccard. Cet indice nous permet de déterminer les groupes de stations présentant des similitudes en termes de composition floristique.

L'indice de Jaccard est un coefficient d'association utilisé pour dégager la similarité entre les échantillons pour des données binaires. Cet indice varie de 0 à 1 et ne tient compte que des associations positives (Youness et Saporta, 2004).

Les valeurs de l'indice de Jaccard, calculées pour chaque paire de stations, sont répertoriées dans le tableau 7.

Tableau 8- Coefficients de similitude entre les différentes stations

	Sub	Maq	Zen	Lac	Pin	Pel
Maq	0.2548236					
Zen	0.6725927	0.6614378				
Lac	0.6014168	0.5708263	0.6725927			
Pin	0.6324555	0.6343808	0.7118052	0.6172134		
Pel	0.5897678	0.6055301	0.6900656	0.5028654	0.6048584	
PI	0.8819171	0.8915558	0.8777766	0.8732125	0.8569568	0.8958064

Les résultats de cet indice, tels qu'ils sont présentés dans le tableau, démontrent que la similitude entre les formations est maximale entre PI et toutes les autres formations (80%), tandis qu'elle est faible entre maq et sub (20%). Cependant, les autres formations partagent des espèces communes à un taux variant entre 50% et 70%.

II.4. IDENTIFICATION DES GROUPEMENTS VEGETAUX

L'analyse combinée AFMD (Analyse Factorielle des Données Mixtes) et HCPC (Hierarchical Clustering on Principal Component) que nous avons réalisé vise à décrire la typologie des formations sur la base des variables d'abondances floristiques (variable quantitative) est des descripteurs qui qualifient les différents habitats. Elle met en évidence le profil de diversité qui différencie les habitats étudiés.

Les résultats seront présentés sous forme d'une ACP pour les données quantitatives et d'une ACM (Analyse des Correspondances Multiples) pour les données qualitative.

L'analyse AFMD (Tableau 9) explique 64,181% de la variabilité totale de l'information de la matrice brut dont 36,747% est destinée à la première dimension et 14,505% est la part de la deuxième dimension.

Tableau 9- Contribution des axes factorielle d'AFMD.

	Dim1	Dim2	Dim3	Dim4
Variance	38.217	15.085	9.004	5.477
% of variance	36.747	14.505	8.658	5.266

Les résultats montrent l'existence d'une certaine agglomération de groupements élémentaires dans les plans factoriels (Axe1-Axe2) (Fig.22). Afin d'expliquer cette indépendance représentative obtenue, il était nécessaire d'utiliser les résultats des traitements complémentaires de techniques de classification (HCPC) pour compléter et nuancer les résultats des analyses factorielles (ACP et ACM). La complémentarité entre ces analyses concerne la compréhension de la structure des données et celle des aides pratiques dans la phase d'interprétation des résultats. Cette approche conjuguée a permis de délimiter les groupements végétaux d'une part, et d'autre part de mettre en évidence les principaux gradients écologiques. Il apparaît bien que les groupements se distinguent par rapport aux axes.

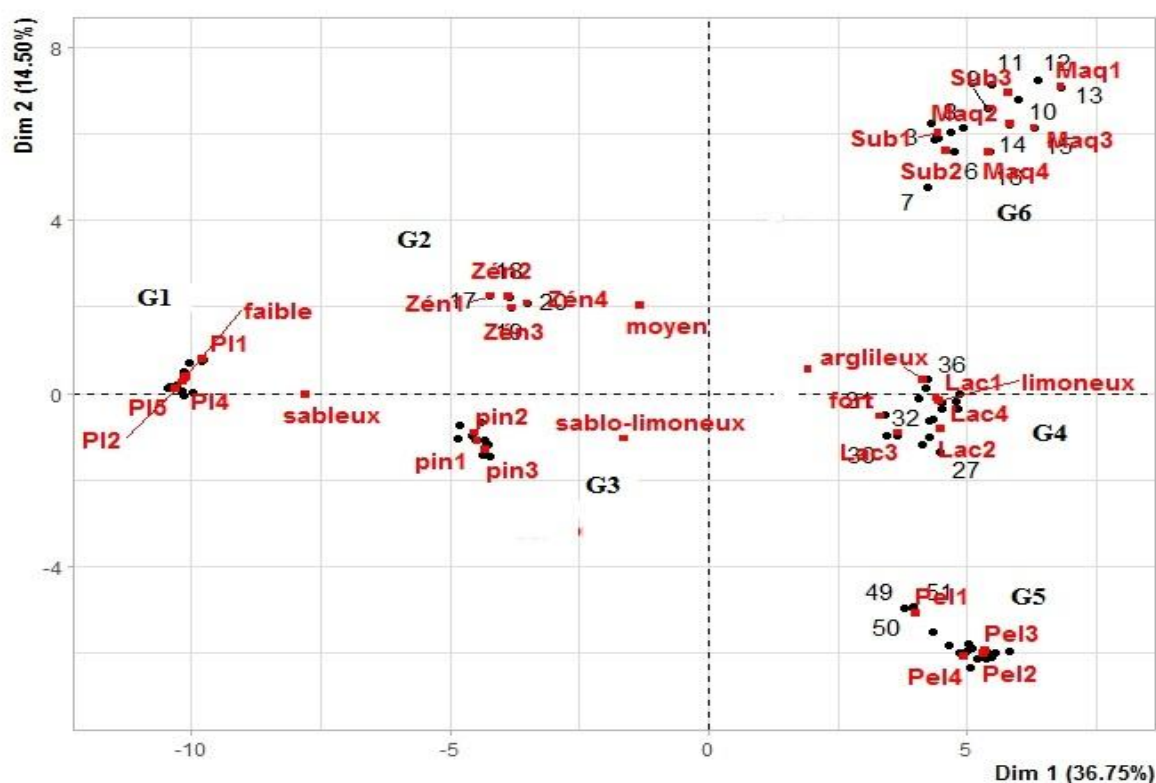


Figure 22- Plan Dim1xDim2 de L'ACM illustre la projection des modalités des variables qualitatives sur les habitats.

Le plan Dim1 x Dim2 de l'ACM (Analyse des Correspondances Multiples) illustre la projection des modalités des variables qualitatives. La première dimension oppose les formations végétales qui définissent un gradient de texture du sol et de diversité. La deuxième dimension représente un gradient basé sur l'altitude et des formations végétales. La représentation graphique des relevés obtenus par l'ACM, ainsi que leur caractérisation physiologique, permettent de délimiter différents groupes dans le plan des axes 1 et 2. Les relevés s'organisent suivant un nuage de points plus ou moins concentrés et se regroupent en six groupes distincts (Fig. 22).

II.4.1. Interprétation Axe 1

L'Axe 1 (expliquant 36,75% de l'information) met en opposition différentes modalités contribuant à former un gradient en termes de texture du sol et de diversité.

Les groupements 4, 5 et 6, chacun composé de 16 relevés, s'opposent aux groupements 1, 2 et 3, aussi de 16 relevés pour chaque station.

Dans le sens positif de l'Axe 1, les contributions les plus marquées proviennent principalement des relevés associés aux formations de subéraie, de maquis, de lacs et de pelouses, qui se développent sur des sols à texture argileuse et argilo-limoneuse, et qui présentent une abondance significative (entre 700 et 900 individus).

À l'opposé, les relevés qui contribuent le plus dans le sens négatif de l'Axe 1 correspondent aux formations de zénaie, de Pinèdes et de plages, qui présentent une abondance plus faible (de 45 à 300 individus). Le type de sol a aussi une influence sur la répartition de formations (Fig. 22), dont on a remarqué que les plages et les pinèdes ont une structure sableuse et limono-sableuse respectivement, alors qu'elle diffère au niveau des zénaies.

II.4.2. Interprétation Axe 2

La deuxième dimension représente un gradient d'altitude qui oppose différentes formations végétales. Cette dimension explique 14,5 % de la variation des données.

En suivant l'axe 2, les relevés se disposent le long d'un gradient d'altitude, allant des formations en haute altitude (dans le sens positif de l'axe) vers les formations en basse altitude (dans le sens négatif).

Dans la partie positive de l'axe 2, la station "Sub" présente une valeur élevée sur Dim.2, indiquant qu'elle est également proche des stations "Zen" et "Maq". Le long de cette

dimension, on observe les stations situées à des altitudes moyennes et élevées, allant de 100 à 1155 m.

En revanche, les stations "Pel", "Pl", "Pin" et "Lac" affichent des valeurs négatives sur Dim.2, suggérant qu'elles se trouvent dans une direction opposée par rapport aux stations "Zen", "Maq" et "Sub" le long de cet axe. Ces stations correspondent donc à des altitudes plus basses, allant de 0 à 60 m.

La lecture visuelle du plan (Dim1xDim2) de l'ACM traitant les variables qualitatives nous a permis d'identifier six formations floristiques distinctes :

La première formation 'Pl' est caractérisée par un support sableux et une altitude faible, ce qui peut favoriser le développement et la croissance d'une gamme d'astéracées ayant ses exigences. Les plantes de la famille des astéracées recensées au niveau des Pinèdes ont presque les mêmes affinités 'altitude moyenne et type de sol';

La zénaie est la deuxième formation ayant parmi cette formation des astéracées spécifiques préférant les argileux et une haute altitude;

Les astéracées des maquis et des subéraies 'Sub', groupés dans le G6, ont les mêmes exigences climatique et édaphique caractérisé par une forte altitude et sol argileux et argilo-limoneux. Ce groupe est en association avec les formations lacustres 'Lac' et les pelouses 'Pel'.

II.5. ANALYSE EN COMPOSANT PRINCIPALE (ACP)

L'analyse multivariée vise à examiner la structuration des stations de la présente étude et à examiner l'influence des paramètres physiques sur la distribution de végétation. Toutefois, les paramètres physiques (l'altitude et pente) sont utilisés comme variables quantitatives explicatives, tandis que, l'abondance est traitée comme une variable à expliquée (supplémentaire).

En effet, l'application de l'ACP a montré que 100% de la variabilité (inertie) totale de notre matrice des variables quantitatives est expliquée par les deux premières composantes principales seulement (Fig. 23). Le plan Dim1xDim2 de l'ACP, est un cercle de corrélation qui illustre la projection des variables quantitatives (abondance, altitude et pente).

Cependant, le premier axe, a expliqué à lui seul 36,75 % de la variation totale, il est caractérisé par une corrélation positive avec la diversité. Le deuxième axe d'ACP a expliqué à lui seul 14,5% de la variabilité totale, il est corrélé positivement avec l'altitude et la pente.

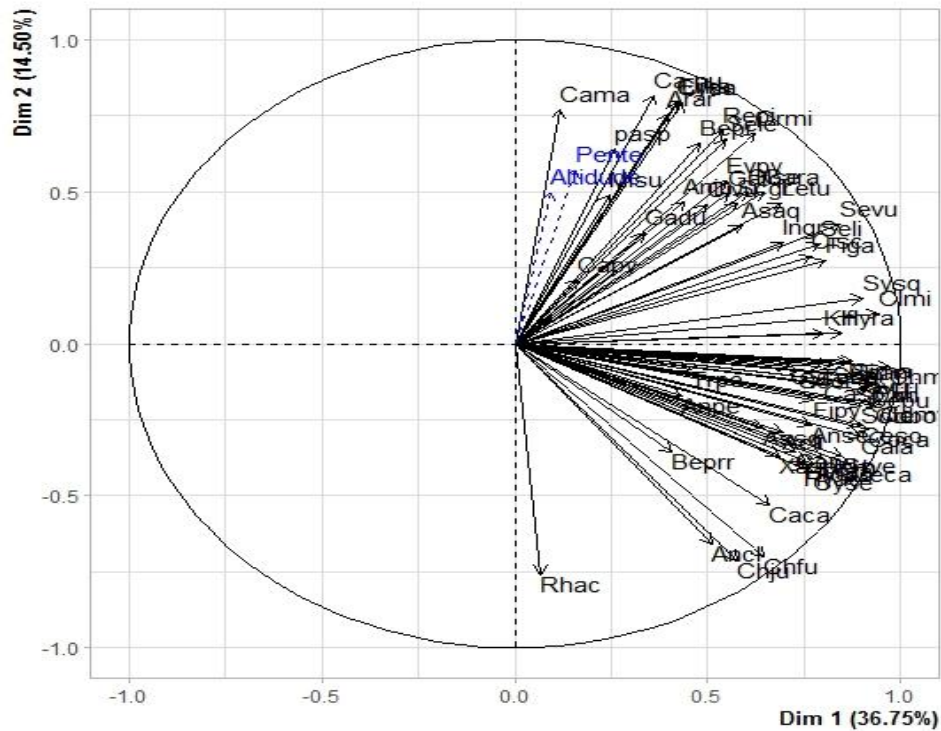


Figure 23- Cercle de corrélation des variables quantitatives (diversité, altitude et pente)

La figure met en évidence une corrélation positive entre l'altitude, la pente et la diversité des astéracées. Nous observons qu'une trentaine d'espèces d'Astéracées présentent une corrélation positive avec l'altitude et la pente dans les régions de haute altitude et aux pentes abruptes. Cela suggère que les environnements en haute altitude imposent des contraintes spécifiques, limitant la diversité des espèces adaptées à ces conditions particulières.

Notre étude révèle que 30 % des espèces répertoriées ont été significativement influencées par le gradient altitudinal, confirmant ainsi les conclusions d'études menées en Afrique centrale où les schémas floristiques étaient corrélés à l'altitude. Des chercheurs tels que Poulsen *et al.* (2005) et Ndayishimiye *et al.* (2010) ont attribué la richesse floristique observée au gradient altitudinal et à l'hétérogénéité des habitats. Des études antérieures ont montré que la variation microtopographique est fortement corrélée à la distribution et à la performance des individus végétaux (Eldridge *et al.*, 1991; Vivian-Smith, 1997)

Cependant, la variabilité floristique des Asteraceae non expliquée par altitude et pente (70 %) suggère l'implication d'autres éléments. Cela peut être attribué à une évaluation approximative de l'hétérogénéité environnementale. Dans les régions où la variation altitudinale est faible, la topographie est souvent citée comme une variable discriminante corrélée au type de sol ou à l'humidité du sol (Sinsin, 1993 ; Wala, 2004 *in* Ouedraogo *et al.* 2008).

De légers changements dans les précipitations, par exemple, peuvent contribuer à une variance floristique importante (Slik et *al.*, 2003; Kouob, 2009). Intégrer d'autres variables environnementales supplémentaires est susceptible d'augmenter la variabilité floristique expliquée. Toutefois, selon (Kouob, 2009), les processus stochastiques généreront toujours une partie de la variabilité floristique non expliquée. Il fait référence aux biais d'échantillonnage et à d'autres paramètres qui jouent un rôle majeur dans la composition et la structure des communautés végétales, y compris les interactions biotiques telles que la prédation, la pollinisation et la dispersion des graines (Sheil & Salim, 2004), la compétition et les obstacles géographiques à la dispersion des graines (Pearce & Ferrier, 2000). Bien qu'ils n'aient pas été pris en compte dans cette étude, ces facteurs pourraient également expliquer la variation floristique associée au gradient altitudinal dans les sites d'étude.

II.6. ANALYSE DES CORRESPONDANCES MULTIPLES (ACM) DE LA REPARTITION DES ESPECES

Le schéma de la figure (Fig. 24) superpose l'analyse des deux groupes de variables sur un même plan, où toutes les variables et groupes sont bien représentés sur les deux premiers axes. L'axe 1 représente un gradient exprimant la diversité, l'anthropisation et la pédologie, tandis que l'axe 2 représente un gradient de diversité, l'altitude et la pente.

À partir de la figure, on observe que 30 espèces du groupe A sont influencées par l'altitude et la pente. Ces espèces comprennent *Andryala integrifolia* L., *Anthemis pedunculata* Desf. subsp. *eu-pedunculata* M., *Artemisia arborescens* L., *Asteriscus aquaticus* (L.) Less., *Bellis prennis* L., *Carduus macrocephalus* Desf., *Carduus numidicus* Coss. & Durieu, *Carduus pycnocephalus* L. subsp. *pycnocephalus*, *Carlina lanata* L., *Carthamus caeruleus* L., *Chamaemelum fuscatum* (Brot.) Vasc., *Chondrilla juncea* L., *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., *Erigeron karvinskianus* DC., *Evax pygmaea* (L.) Brot., *Galactites tomentosa* (L.) Moench, *Galactites duriaei* Spach, *Inula graveolens*, *Leontodon tuberosus* L., *Micropus supinus* L., *Cladanthus mixtus* (L.) Chevall., *Reichardia picrioides* (L.) Roth., *Rhaponticum acaule* (L.), *Scolymus grandiflorus* Desf., *Senecio leucanthemifolius* Poir., *Senecio lividus* L. subsp. *lividus*, *Senecio vulgaris* L., *Pallenis spinosa* (L.) Cass., *Symphiotrichum squamatum* (Spengel) Nesom, *Tragopogon porrifolius* L. subsp. *porrifolius*.

Cependant, toutes les autres espèces restantes du groupe B, soit 71 au total, sont positivement corrélées avec le gradient d'anthropisation et la texture du sol.

Selon Hounnankpon et *al.* (2012) révèlent que la diversité est faible lorsque l'indice de diversité est inférieur à 3 bits / individu, moyenne si cet indice est compris entre 3 et 4 bits / individu puis élevé quand cet indice est supérieur ou égal à 4 bits / individu.

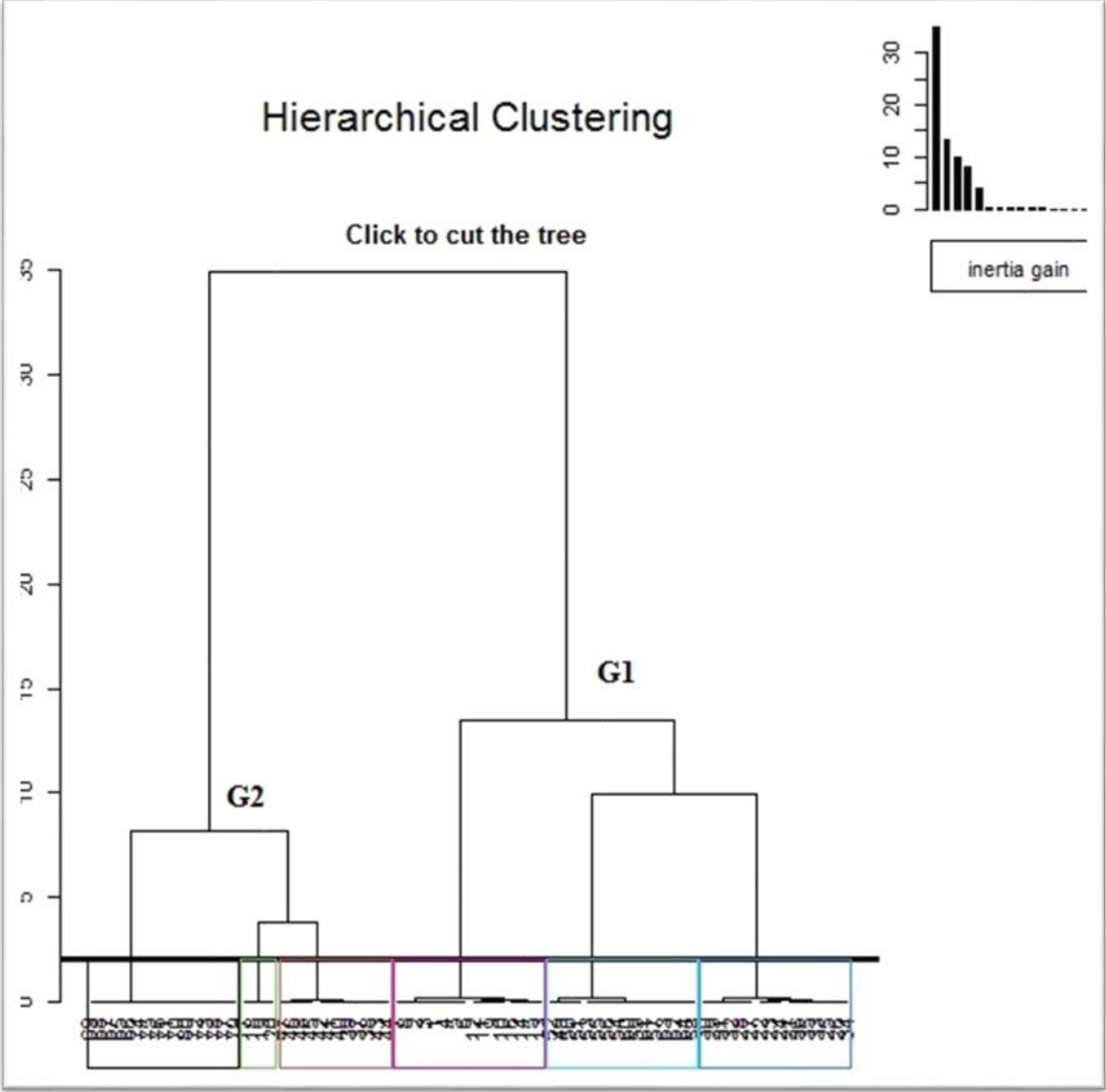


Figure 25- Classification Hiérarchique sur les Composantes Principales

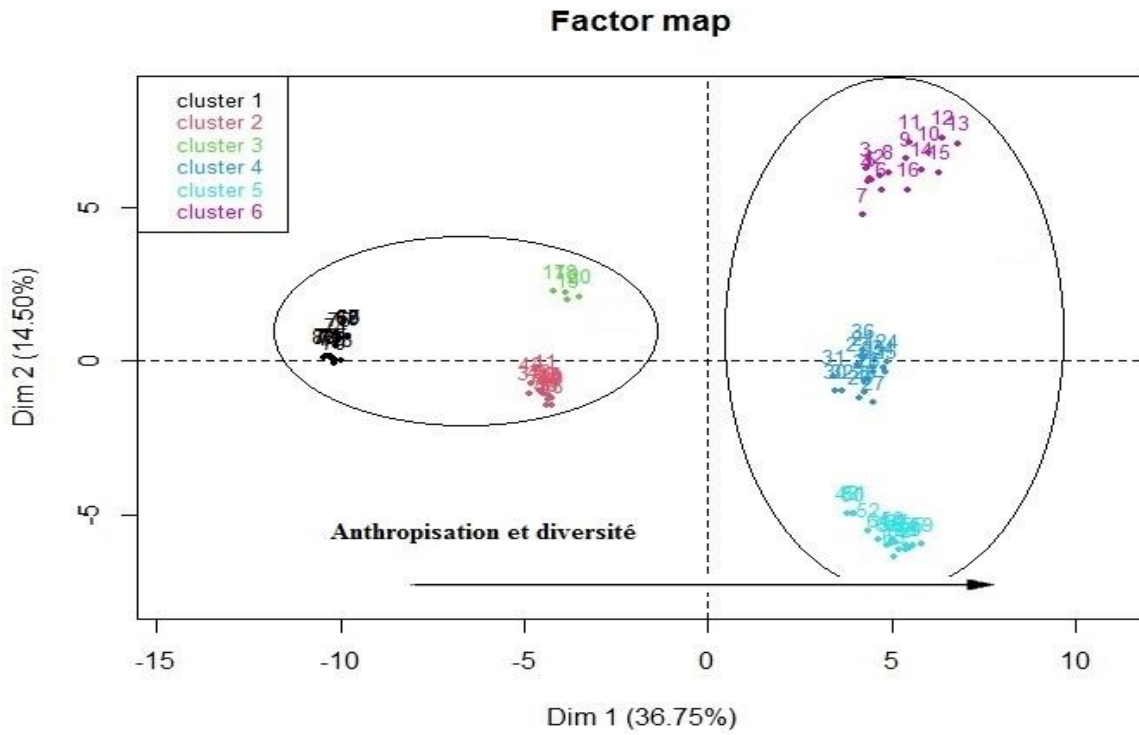


Figure 26- Classification Hiérarchique sur les Composantes Principales

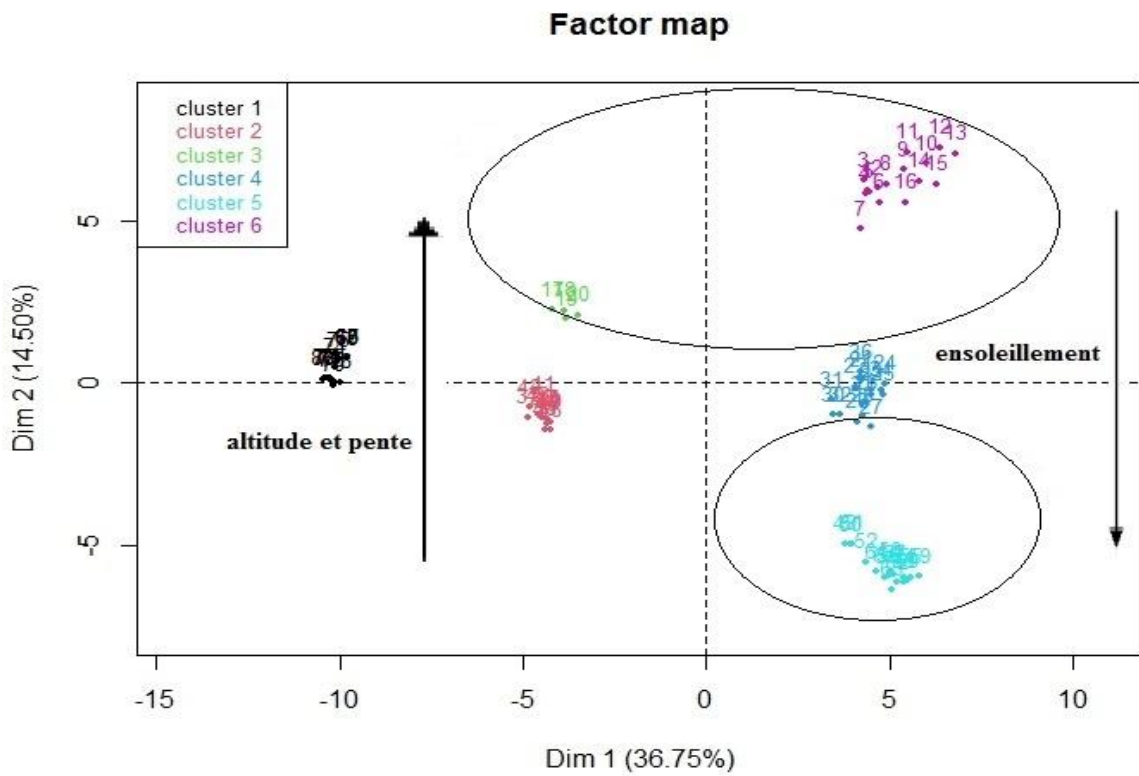


Figure 27- Plan Dim 1xDim2 projection des groupes d'individus (Cluster).

II.7.1. Interprétation Axe 1

Le long de l'axe 1, les relevés s'organisent selon un gradient de diversité, d'anthropisation et le type de sol, allant des formations moins anthropisées, moins diversifiées et dont la plupart ont une texture sableuse et sablo-limoneuse (dans le sens négatif de l'axe) vers les formations plus anthropisées, plus diversifiées et une texture argileuse à argilo-limoneuse (dans le sens positif de l'axe).

Dans la partie positive de l'axe 1, on observe une association avec les Asteraceae, qui se développent sur des sols argileux et argilo-limoneux. Cette partie de l'axe est également caractérisée par une anthropisation allant de forte à modérée, ainsi qu'une diversité considérable, et elle est associée au groupe 1 (clusters 4, 5, 6).

Groupes :

- Le cluster 4 qui représente la formation lacustre se distingue par les espèces suivantes:

Achillea ligustica All., *Achillea maritima* (L.) Ehrend. & Y.-P. Guo, *Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers, *Andryala integrifolia* L, *Andryala nigricans*, *Anthemis maritima* L., *Anthemis secundiramea* Biv., *Asteriscus aquaticus* (L.) Less., *Aster squamatus* (Spreng.) Hiéron., *Bellis annua* L. subsp. *eu-annua* M., *Bellis prostrata* Pomel, *Bellis sylvestris* Cirillo, *Bidens tripartita* L., *Calendula arvensis* (Vaill.) L., *Calendula suffruticosa* Vahl subsp. *boissieri* Lanza, *Carduus pycnocephalus* L. subsp. *Pycnocephalus*, *Carlina racemosa* L., *Carduus spachianus* Durieu, *Carthamus caeruleus* L., *Carthamus lanatus* L. subsp. *baeticus* (B. & R.) M., *Carthamus multifidus* Desf., *Centaurea solstitialis* L, *Centaurea calcitrapa* L., *Centaurea napifolia* L., *Centaurea pullata* L., *Chamaemelum fuscatum* (Brot.) Vasc., *Chondrilla juncea* L., *Cichorium intybus* L., *Cirsium scabrum* (Poir.) Bonnet & Barratte, *Cladanthus mixtus* (L.) Oberprieler & Vogt, *Coleostephus myconis* (L.) Cass., *Conyza bonariensis* (L.) Cronq., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Cotula coronopifolia* L., *Crepis vesicaria* L. subsp. *taraxacifolia* (Thuill.) Thell., *Chrysanthemum myconis*, *Cyanus segetum* J. Hill, *Cynara cardunculus* L., *Hypochoeris achyrophorus* L., *Hypochoeris radicata* L., *Inula graveolens*, *Jacobaea vulgaris* Gaertn., *Klasea flavescens* (L.) J. Holub subsp. *mucronata*, *Lactuca muralis* (L.) Gaertner, *Lactuca serriola* L., *Lapsana communis* L., *Leontodon tuberosus* L., *Limbarda crithmoides* (L.) Dumort., *Pallenis spinosa* (L.) Cass., *Phagnalon saxatile*, *Reichardia picrioides* (L.) Roth., *Scolymus grandiflorus* Desf., *Scolymus hispanicus* L.,

Senecio leucanthemifolius Poir., *Senecio lividus* L. subsp. *lividus*, *Senecio vulgaris* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Sonchus asper* (L.) Hill subsp. *asper*, *Sonchus oleraceus* L., *Sonchus tenerrimus* L. subsp. *tenerrimus*, *Symphiotrichum squamatum* (Spengel) Nesom, *Tolpis barbata* (L.) Gaertn., *Urospermum dalechampii* (L.) F.W.Schmidt, *Xanthium strumarium* L., *Xanthium spinosum* L.

Cluster 5 qui correspond aux formations des pelouses, se distingue par les espèces suivantes:

Achillea ligustica All., *Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers, *Andryala integrifolia* L, *Anthemis maritima* L., *Anthemis pedunculata* Desf. subsp. *eu-pedunculata* M., *Anthemis secundiramea* Biv., *Asteriscus aquaticus* (L.) Less., *Aster squamatus* (Spreng.) Hiéron., *Bellis annua* L. subsp. *eu-annua* M., *Bellis prennis* L., *Bidens tripartita* L., *Calendula arvensis* (Vaill.) L., *Calendula suffruticosa* Vahl subsp. *boissieri* Lanza, *Carlina racemosa* L., *Carduus spachianus* Durieu, *Carthamus caeruleus* L., *Carthamus lanatus* L. subsp. *baeticus* (B. & R.) M., *Centaurea solstitialis* L, *Centaurea calcitrapa* L., *Centaurea napifolia* L., *Centaurea pullata* L., *Chamaemelum fuscatum* (Brot.) Vasc., *Chondrilla juncea* L., *Cichorium intybus* L., *Cirsium scabrum* (Poir.) Bonnet & Barratte, *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., *Cladanthus mixtus* (L.) Oberprieler & Vogt, *Coleostephus myconis* (L.) Cass., *Conyza bonariensis* (L.) Cronq., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Cotula coronopifolia* L., *Crepis vesicaria* L. subsp. *taraxacifolia* (Thuill.) Thell., *Chrysanthemum myconis*, *Cyanus segetum* J. Hill, *Cynara cardunculus* L., *Erigeron canadensis* L., *Echinops spinosus* L. subsp. *bovei* (Boiss) Maire, *Filago gallica* L., *Filago pygmaea* L., *Galactites tomentosa* (L.) Moench, *Galactites mutabilis* Spach, *Hedypnois rhagadioloides* (L.) F. W. Schmidt, *Helichrysum rupestre* (Raf.) DC., *Hypochoeris achyrophorus* L., *Hypochoeris radicata* L., *Hypochaeris glabra* L., *Jacobaea vulgaris* Gaertn., *Klasea flavescens* (L.) J. Holub subsp. *mucronata*, *Lactuca muralis* (L.) Gaertner ou *Lactuca atlantica* Pomel, *Lactuca serriola* L., *Leontodon tuberosus* L., *Limbarda crithmoides* (L.) Dumort., *Pallenis spinosa* (L.) Cass., *Plagiurus maghrebinus* Vogt & Greuter, *Rhaponticum acaule* (L.) DC., *Scolymus hispanicus* L., *Scorzonera undulata*, *Senecio lividus* L. subsp. *lividus*, *Senecio vulgaris* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Sonchus asper* (L.) Hill subsp. *asper*, *Sonchus oleraceus* L., *Sonchus tenerrimus* L. subsp. *tenerrimus*, *Symphiotrichum squamatum* (Spengel) Nesom, *Tolpis barbata* (L.) Gaertn., *Tragopogon porrifolius* L. subsp. *porrifolius*, *Xanthium strumarium* L., *Xanthium spinosum* L.

Cluster 6 qui correspond aux formations des maquis et subéraies, se distingue par les espèces suivantes:

Achillea ligustica All., *Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers, *Andryala integrifolia* L, *Anthemis secundiramea* Biv., *Artemisia arborescens*, *Asteriscus aquaticus* (L.) Less., *Aster squamatus* (Spreng.) Hiéron., *Bellis annua* L. subsp. *eu-annua* M., *Bellis prostrata* Pomel, *Bellis prennis* L., *Carduus macrocephalus* Desf, *Carduus numidicus*, *Carduus pycnocephalus* L. subsp. *Pycnocephalus*, *Carlina racemosa* L., *Carthamus caeruleus* L., *Carthamus lanatus* L. subsp. *baeticus* (B. & R.) M., *Centaurea solstitialis* L, *Centaurea calcitrapa* L., *Centaurea napifolia* L., *Centaurea pullata* L., *Chamaemelum fuscatum* (Brot.) Vasc., *Chondrilla juncea* L., *Cichorium intybus* L., *Cirsium scabrum* (Poir.) Bonnet & Barratte, *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., *Cladanthus mixtus* (L.) Oberprieler & Vogt, *Coleostephus myconis* (L.) Cass., *Conyza bonariensis* (L.) Cronq., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Crepis vesicaria* L. subsp. *taraxacifolia* (Thuill.) Thell., *Chrysanthemum myconis*, *Cyanus segetum* J. Hill, *Cynara cardunculus* L., *Cynara scolymus* (Artichaut), *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter, *Echinops spinosus* L. subsp. *bovei* (Boiss) Maire, *Filago pygmaea* L., *Filago carpetana* var. *gallica* L., *Galactites tomentosa* (L.) Moench, *Galactites mutabilis* Spach, *Galactites duriaei*, *Glebionis segetum* (L.) Fourr., *Hedypnois rhagadioloides* (L.) F. W. Schmidt, *Hyoseris radiata* L., *Hypochoeris achyrophorus* L., *Hypochaeris radicata* L., *Inula graveolens*, *Jacobaea vulgaris* Gaertn., *Klasea flavescens* (L.) J. Holub subsp. *mucronata*, *Lactuca muralis* (L.) Gaertner, *Lactuca serriola* L, *Leontodon tuberosus* L., *Matricaria chamomilla* L., *Micropus supinus* L., *Onopordum macracanthum* Schousb, *Plagiis maghrebinus* Vogt et Greuter, *Cladanthus mixtus* (L.) Chevall., *Reichardia picrioides* (L.) Roth., *Rhaponticum acaule* (L.) DC., *Scolymus grandiflorus* Desf, *Scolymus hispanicus* L., *Senecio leucanthemifolius* Poir., *Senecio lividus* L. subsp. *lividus*, *Senecio vulgaris* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Sonchus asper* (L.) Hill subsp. *asper*, *Sonchus oleraceus* L., *Sonchus tenerrimus* L. subsp. *tenerrimus*, *Symphiotrichum squamatum* (Spengel) Nesom, *Tolpis barbata* (L.) Gaertn., *Tragopogon porrifolius* L. subsp. *porrifolius*, *Urospermum dalechampii* (L.) F.W. Schmidt, *Xanthium spinosum* L.

Groupe 2 :

Dans la partie négative de l'axe 1, on observe un regroupement des relevés caractérisés par une faible anthropisation ainsi qu'une faible diversité. Ces caractéristiques sont associées au groupe 2 (clusters 1, 2, 3)

Cluster 1, qui correspond à la formation des plages, se distingue par les espèces suivantes :

Anthemis secundiramea Biv., *Anthemis maritima* L., *Centaurea napifolia* L., *Galactites tomentosa* (L.) Moench, *Rhaponticum acaule* (L.) DC., *Bellis annua* L. subsp. *eu-annua* M., *Andryala integrifolia* L., *Hypochoeris achyrophorus* L., *Anthemis pedunculata* Desf. subsp. *eu-pedunculata* M., *Andryala nigricans*, *Centaurea solstitialis* L., *Centaurea calcitrapa* L., *Pallenis maritima* (L.) Greuter, *Matricaria chamomilla* L.

Cluster 2 qui correspond aux formations des Pinèdes se distingue par les espèces suivantes :

Achillea ligustica All., *Achillea maritima* (L.) Ehrend. & Y.-P. Guo, *Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers, *Andryala integrifolia* L., *Anthemis maritima* L., *Anthemis secundiramea* Biv., *Artemisia arborescens*, *Aster squamatus* (Spreng.) Hiéron., *Atractylis gummifera* L., *Bellis prostrata* Pomel, *Carthamus caeruleus* L., *Carthamus lanatus* L. subsp. *baeticus* (B. & R.) M., *Centaurea solstitialis* L., *Centaurea calcitrapa* L., *Centaurea napifolia* L., *Chamaemelum fuscatum* (Brot.) Vasc., *Chondrilla juncea* L., *Cichorium intybus* L., *Cladanthus mixtus* (L.) Oberprieler & Vogt, *Coleostephus myconis* (L.) Cass., *Conyza bonariensis* (L.) Cronq., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Crepis vesicaria* L. subsp. *taraxacifolia* (Thuill.) Thell., *Chrysanthemum myconis*, *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter, *Hedypnois rhagadioloides* (L.) F. W. Schmidt, *Helminthotheca echioides* (L.) J. Holub, *Hypochoeris radicata* L., *Hypochaeris glabra* L., *Jacobaea vulgaris* Gaertn., *Klasea flavescens* (L.) J. Holub subsp. *mucronata*, *Limbarda crithmoides* (L.) Dumort., *Filago pygmaea* L., *Galactites tomentosa* (L.) Moench, *Galactites mutabilis* Spach, *Pallenis maritima* (L.) Greuter, *Rhaponticum acaule* (L.) DC., *Scolymus hispanicus* L., *Scorzonera undulata*, *Senecio lividus* L. subsp. *lividus*, *Senecio vulgaris* L., *Sonchus asper* (L.) Hill subsp. *asper*, *Sonchus oleraceus* L., *Sonchus tenerrimus* L. subsp. *tenerrimus*, *Symphiotrichum squamatum* (Spengel) Nesom, *Tolpis barbata* (L.) Gaertn., *Tragopogon porrifolius* L. subsp. *Porrifolius*.

Cluster 3 qui correspond à la formation des zénaies se distingue par les espèces suivantes:

Andryala integrifolia L, *Anthemis pedunculata* Desf. subsp. *eu-pedunculata* M., *Asteriscus aquaticus* (L.) Less., *Atractylis gummifera* L., *Carduus macrocephalus* Desf., *Carduus numidicus*, *Carduus pycnocephalus* L. subsp. *Pycnocephalus*, *Carlina racemosa* L., *Carthamus caeruleus* L., *Carthamus lanatus* L. subsp. *baeticus* (B. & R.) M., *Centaurea solstitialis* L, *Centaurea calcitrapa* L., *Centaurea napifolia* L., *Chrysanthemum myconis*, *Cirsium scabrum* (Poir.) Bonnet & Barratte, *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., *Coleostephus myconis* (L.) Cass., *Conyza bonariensis* (L.) Cronq., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Crepis vesicaria* L. subsp. *taraxacifolia* (Thuill.) Thell., *Filago gallica* L., *Filago pygmaea* L., *Galactites tomentosa* (L.) Moench, *Galactites mutabilis* Spach, *Hedypnois rhagadioloides* (L.) F. W. Schmidt, *Hypochoeris achyrophorus* L., *Hypochoeris radicata* L., *Jacobaea vulgaris* Gaertn., *Klasea flavescens* (L.) J. Holub subsp. *mucronata*, *Lactuca muralis* (L.) Gaertner, *Cladanthus mixtus* (L.) Chevall., *Pallenis spinosa* (L.) Cass., *Plagius maghrebinius* Vogt & Greuter, *Reichardia picrioides* (L.) Roth., *Scolymus grandiflorus* Desf, *Senecio leucanthemifolius* Poir., *Senecio lividus* L. subsp. *lividus*, *Senecio vulgaris* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Sonchus asper* (L.) Hill subsp. *asper*, *Sonchus oleraceus* L., *Sonchus tenerrimus* L. subsp. *tenerrimus*, *Tolpis barbata* (L.) Gaertn., *Xanthium strumarium* L.

L'analyse de la diversité à travers l'indice de diversité de Shannon Weaver (H') a révélé une forte diversité au niveau des formations du groupe G1, tandis que la plus faible diversité a été observée au niveau des formations du groupe G2. Deux types de stations se distinguent clairement: celles caractérisées par une forte anthropisation (lacs, pelouses, maquis et subéraies) et d'autres habitats présentant une faible diversité ainsi qu'un degré d'anthropisation limité (Pinèdes, zénaies et plages).

Selon l'étude de Senouci (2021), il a été observé que les formations ouvertes les plus perturbées présentent une plus grande diversité. Cette constatation rejoint l'idée largement acceptée selon laquelle, jusqu'à un certain seuil, les perturbations peuvent contribuer à accroître la diversité au sein d'un écosystème. De plus, il est important de noter que les zones périphériques, caractérisées par des perturbations plus intenses, tendent à présenter une plus grande diversité que les zones situées à l'intérieur des forêts. Plusieurs chercheurs, tels que Forman et Godron (1986); Barot et *al.* (1999); Burel et Baudry (1999); Henkel (2003) ont également confirmé cette tendance.

Cependant, les résultats de notre étude indiquent que la diversité des asteraceae n'est pas significativement influencée par le type de milieu, qu'il s'agisse d'un milieu ouvert ou fermé. Ces constatations divergent des résultats obtenus précédemment par Benabdellah (2010; 2011) dans les monts de Tlemcen, ainsi que par Mekideche (2019) dans l'Atlas Blidéen. Ces études avaient en effet montré une plus grande diversité au sein des formations fermées, notamment les forêts, par rapport aux formations ouvertes.

Il est important de noter que les habitats les plus influencés par l'anthropisation sont les plus riches en espèces. Cela pourrait être expliqué pourquoi, dans de nombreuses études, la famille des asteraceae est fréquemment reconnue comme étant la plus diversifiée, malgré l'influence considérable de l'activité humaine sur d'autres habitats.

La famille des asteraceae se distingue par sa capacité à résister aux conditions climatiques rigoureuses et à s'adapter à l'augmentation de l'impact anthropique. En effet, dans diverses études, la famille des asteraceae se positionne en première place en termes de dominance après des incendies (Cheylan et Jacquet, 2008; Mekideche, 2019). Cette prédominance des asteraceae est également attribuée à la pression exercée par le pâturage, favorisant l'établissement des espèces épineuses appartenant à cette famille (Benabadji et *al.*, 2001; Mekideche, 2019).

II.7.2. Interprétation de l'Axe 2

L'axe 2 reflète un gradient de diversité, d'altitude et pente et l'exposition au soleil (un gradient d'ensoleillement) qui oppose le cluster 5 et 3 au cluster 6.

Du côté positif de l'axe, on trouve principalement des relevés liés aux zénaies, maquis et subéraies. Ils se localisent sur des pentes moyennes à très raides (de 15 à 75%) avec un ensoleillement faible, nécessitant de l'ombre, de la fraîcheur atmosphérique et de l'humidité du sol. Ces zones se situent à des altitudes comprises entre 120 et 1100 mètres.

Les espèces qui contribuent de manière significative à cette partie de l'écosystème sont : *Anthemis pedunculata* subsp. *eu-pedunculata*, *Anthemis secundiramea*, *Asteriscus aquaticus*, *Carduus macrocephalus*, *Carduus numidicus*, *Cirsium vulgare*, *Cynara scolymus*, *Dittrichia viscosa*, *Filago pygmaea* et *Scolymus hispanicus*.

Du côté négatif de l'axe, on trouve principalement des relevés avec un ensoleillement fort. Ils correspondent aux pelouses et se situent à des altitudes relativement basses, entre 10 et 40 mètres, sur des pentes légères de 6 à 7%. Sur ces pelouses, on distingue les espèces :

Anacyclus clavatus, Carthamus caeruleus, Chamaemelum fuscum, Crepis vesicaria subsp. *taraxacifolia, Cynara cardunculus, Filago pygmaea, Galactites duriaei, Rhaponticum acaule.*

III. ETUDE ETHNOBOTANIQUE DES ASTERACEAE

III.1. LES ASTERACEAE A USAGES THERAPEUTIQUES PRESENTES DANS LE PNEK

Selon les résultats présentés dans le tableau 10, dix-neuf plantes de la famille des Asteraceae sont à vertus médicinales; la majorité de ces espèces pousse à l'état spontané. Ces espèces appartenant à 17 genres, dont les *Matricaria*, *Cyanara* et *Artemisia* sont les plus réputées et utilisées par les populations autochtones du parc national d'El Kala.

En Algérie, d'après Arbia et Hamoudi (2017), il existe 52 plantes médicinales de la famille des Asteraceae, ainsi le PNEK présentent 36% de la dite famille à usages thérapeutiques.

Il est important de mentionner que la présente liste englobe un nombre important d'espèces considérées comme médicinales et à fort usage traditionnelle au Maroc orientale et en Andalousie orientale (Espagne) (Benítez et *al.*, 2021).

Dans la même région, Sarri (2002) a répertorié plus de 300 espèces, appartenant à 63 familles différentes, dont 74 plantes médicinales. Parmi celles-ci, 37 sont utilisées par les habitants locaux. Dans le massif forestier d'Oum Ali, situé dans la région de Zitouna, Boutabia et ses collaborateurs (2011) ont recensé un total de 122 espèces appartenant à 42 familles différentes. Parmi ces espèces, on compte 59 plantes médicinales, dont 15 appartenant à la famille des astéracées. Dans la région de Bougous, Lazli et *al.* (2019) ont identifié 17 espèces de la famille des Asteraceae, dont 4 sont médicinales.

Outre la région étudiée, des études ethnobotaniques menées dans d'autres régions du même pays, ainsi que dans d'autres pays, ont également montré que la famille des Asteraceae est la plus fréquemment citée. Cette observation a été soulignée par Chaachouay et *al.* (2020) et Koulibaly et *al.* (2016).

Selon le tableau 10, nous pouvons constater que le nombre d'espèces médicinales recensées représente près d'un quart du nombre total d'Astéracées inventoriées, soit 18 % de plantes utilisées à des fins médicinales contre 80 % de plantes ayant d'autres utilisations.

Tableau 10- Liste des Asteraceae à usages thérapeutiques présente dans le PNEK

N°	Nom Scientifique	Nom Français	Nom Local	Etat
1	<i>Achillea millefolium</i> L.	Millefeuille	Akhilia	Spontané
2	<i>Artemisia arborescens</i> L.	L'armoise arborescente	Chadjrat Meriam	Cultivé
3	<i>Atractylis gummifera</i> L.	Chardon à glu	Addad	Spontané
4	<i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L.	Calendula arvensis	E'Djemaïla	Spontané
5	<i>Centaurea benedicta</i> L.	Chardon béni	Acifira, Khirria, Chouk el-djamel	Spontané
6	<i>Centaurea calcitrapa</i> L.	Centaurée chausse-trape	Bouneggâr	Spontané
7	<i>Cichorium intybus</i> L.	Chicorée sauvage	Tilfaf, Seriss, Hendba	Spontané
8	<i>Cynara scolymus</i> L.	Artichaut	Garnoune	Cultivé
9	<i>Cynara cardunculus</i> L.	Carde	Khourchouf	Cultivé
10	<i>Dittrichia viscosa</i> L. Greuter	Inule visqueuse	Magramene	Spontané
11	<i>Helianthus annuus</i> L.	Tournesol	Nouarat chms,	Cultivé
12	<i>Helminthotheca echioides</i> L.	Picride fausse vipérine	Elharcha	Spontané
13	<i>Lactuca sativa</i> L.	Laitue	Elkhas	Cultivé
14	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Camomille	Elbaboundj	Spontané
15	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Scolyme d'Espagne	Zarnize	Spontané
16	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertner	Chardon Marie	Boug	Spontané
17	<i>Solidago virgaurea</i> L.	Solidage verge d'or	Âchba	Spontané
18	<i>Urospermum dalechampii</i> (L.) Scop. ex F.W. Schmidt.	Chicorée amère	Ras el hanech, Belrhem	Spontané

Tableau 11- Richesse totale quantifiées en catégorie médicinale

Nombre total	Nombre	Pourcentage
Plantes médicinale	18	18%
Plantes non médicinale	80	81%

III.2. LES PLANTES MEDICINALES LES PLUS UTILISEES PAR LA POPULATION

L'analyse des données collectées ont révélé que 10 plantes médicinales étaient utilisées dans la région étudiée, dont 6 étaient les plus couramment utilisées: *Matricaria chamomilla* L., *Cynara cardunculus* L., *Cyanara scolymus* L., *Artemisia arborescens* L., *Lactuca sativa* L. et *Atractylis gummifera* L., avec des taux d'utilisation respectifs de 85%, 75%, 70%, 68%, 60% et 10%. Les autres plantes, à savoir *Silybum marianum* (L.) Gaertner, *Scolymus hispanicus* L., *Helminthotheca echioides* L. et *Helianthus annuus* L., sont moins utilisées avec des taux d'utilisation respectifs de 1%, 0,56%, 0,5% et 0,45%, malgré leur abondance dans la région (Fig. 28).

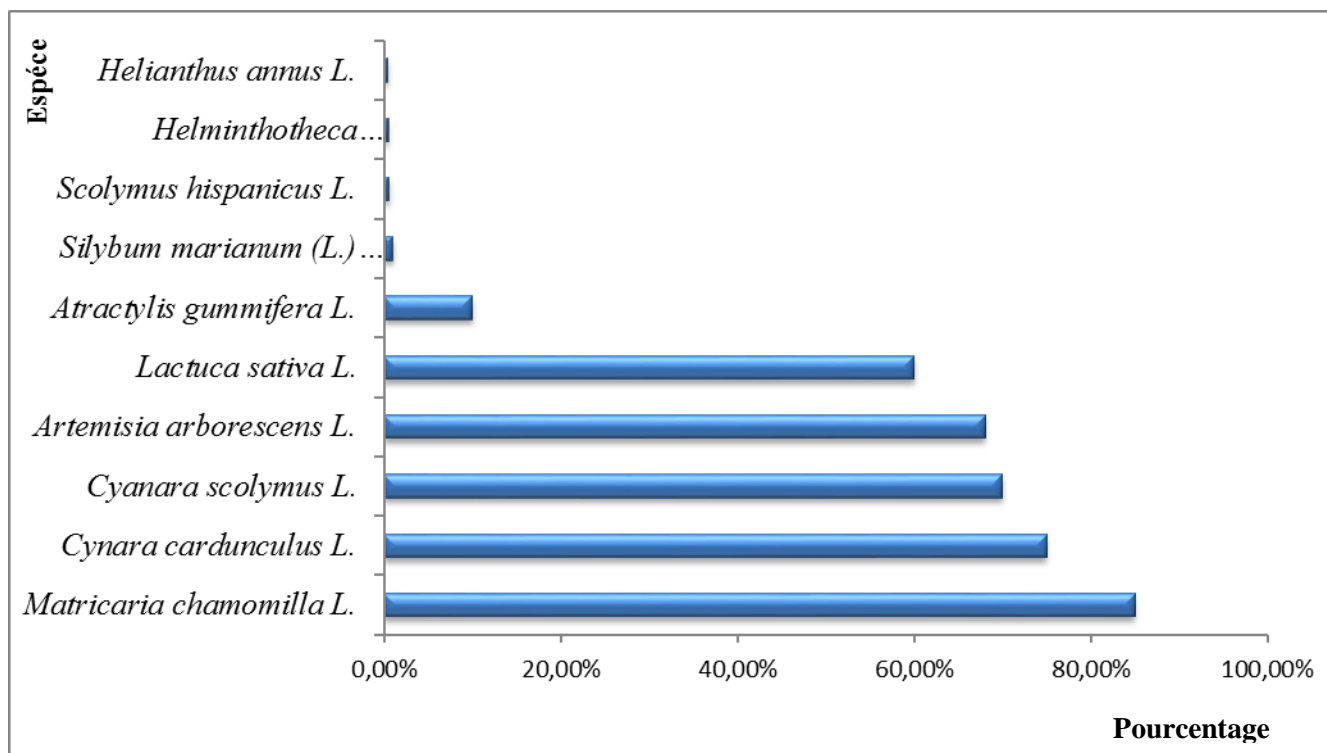


Figure 28- Les Asteraceae à intérêt thérapeutique utilisées par la population rurale du Parc National d'El Kala

III.3. FREQUENCE D'UTILISATION DES ASTERACEAE A INTERET THERAPEUTIQUES

III.3.1. Selon le sexe

Les résultats obtenus montrent que l'utilisation des plantes médicinales varie selon le sexe. En effet, 66,67% des femmes questionnées s'orientent vers la médecine traditionnelle contre 33,33 % de la population masculine (Fig. 29). Ceci peut être expliqué par l'utilisation des plantes médicinales par les femmes dans d'autres domaines que la thérapie conventionnelle et par leur responsabilité en tant que mères, ce sont elles qui donnent les premiers soins en particulier pour leurs enfants (Mehdioui et Kahouadji, 2007).

Omwenga et ses collaborateurs (2015) ont affirmé que les couples possèdent un savoir médical partagé, avec un léger avantage allant aux femmes. La même constatation a été faite par plusieurs chercheurs, citons par exemple (Bouزيد et al., 2017; Boutabia et al., 2020) dans leurs travaux réalisés en Algérie ont noté que les femmes sont des détentrices du savoir et le savoir-faire dans le domaine de la phytothérapie traditionnelle, alors que les hommes se réservent la tâche de la collecte des plantes dans les zones accidentées et dangereuses.

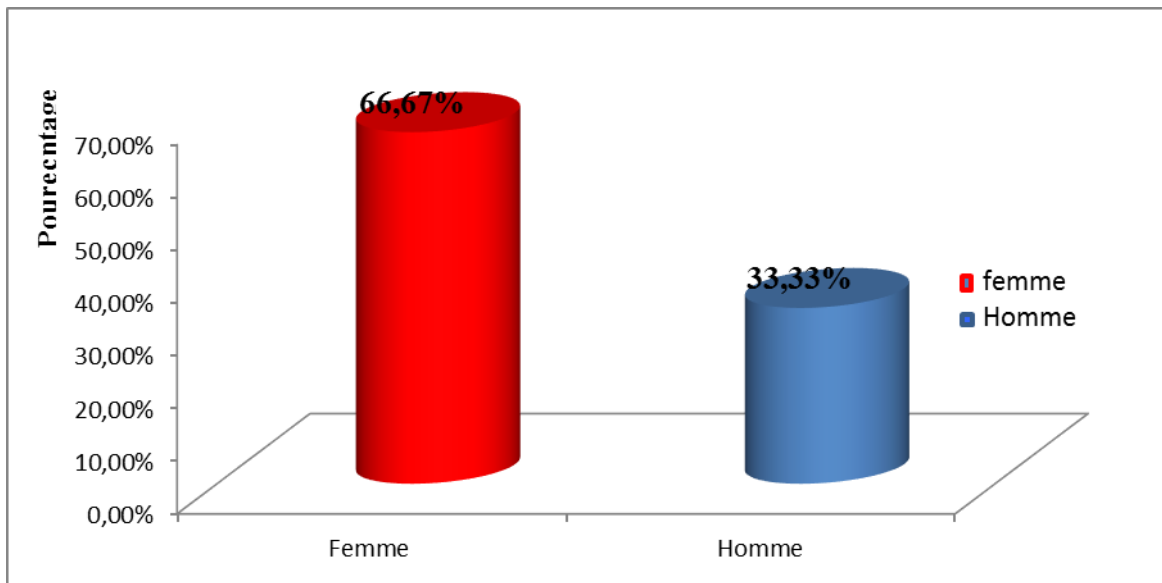


Figure 29- Utilisation des plantes médicinales selon le sexe.

III.3.2. La tranche d'âge

L'utilisation des plantes médicinales par la population du PNEK est répandue chez toutes les tranches d'âge, avec une prédominance chez les personnes âgées de 40 à 60 ans et 20 à 40 ans (31,67% et 28,06% respectivement), et faible chez la tranche d'âge de 60 à 80 ans et les personnes âgées plus de 80 ans (7,22%). Le dernier groupe ne représente pas un grand intérêt de point de vue connaissance de la phytothérapie, la même chose chez les personnes ayant un âge inférieur de 20 ans (4,44%) (Fig. 30).

La connaissance des propriétés et usages des plantes médicinales sont généralement acquises suite à une longue expérience accumulée et transmise d'une génération à l'autre. La transmission de cette connaissance est en danger actuellement parce qu'elle n'est pas toujours assurée. Les résultats obtenus montrent effectivement que les personnes appartenant à la classe d'âge de 40 à 60 ans ont plus de connaissances en plantes médicinales par rapport aux autres catégories. Les personnes âgées sont pourtant sensées fournir des informations plus fiables car elles détiennent une bonne partie du savoir ancestral qui fait partie de la tradition orale (Hsein et Kahouadji, 2007). L'utilisation des plantes médicinales par les personnes les plus âgées a été également rapportée dans d'autres travaux (Boutabia et *al.*, 2011; Lazli et *al.* 2019; Gherairia, 2021).

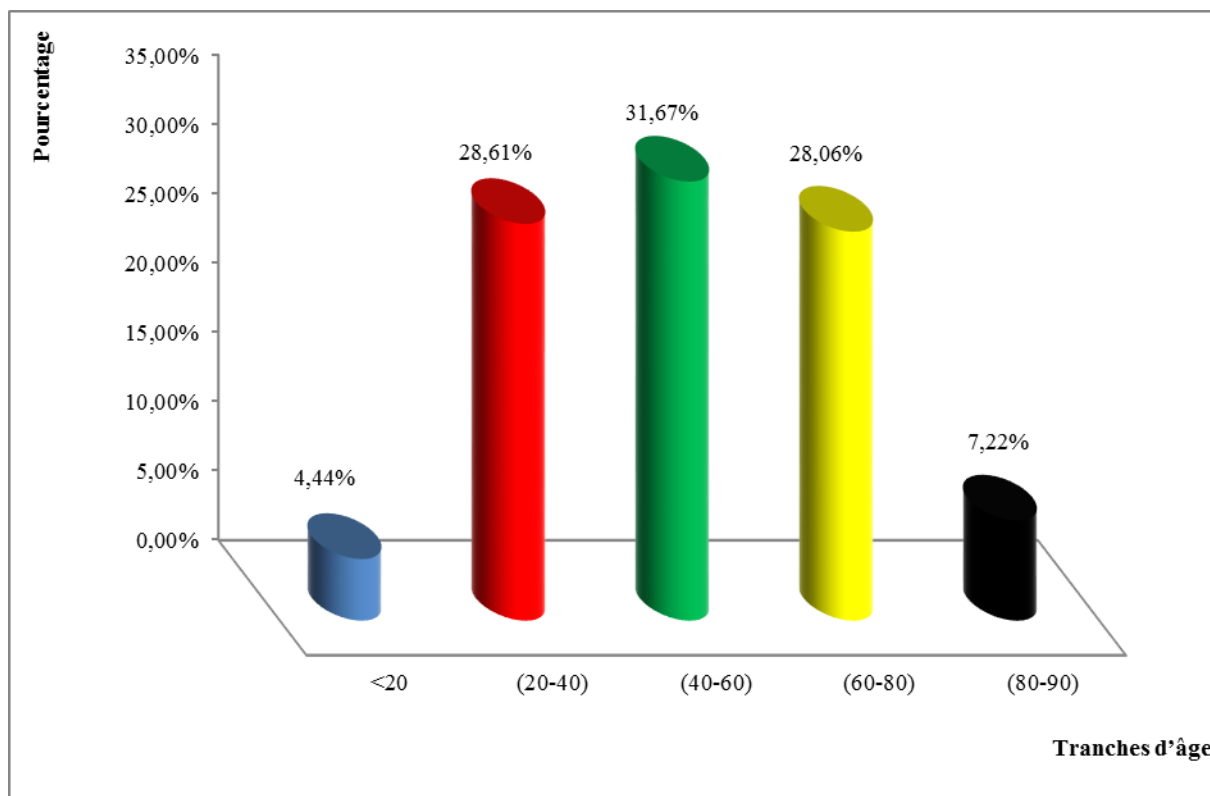


Figure 30- Utilisation des plantes médicinales par la population rurale selon l'âge.

III.3.3. Niveau d'étude

La majorité des usagers des plantes médicinales ont le niveau primaire, avec un pourcentage de 38,89 %, alors que ceux qui n'ont aucune formation pédagogique nommés dans notre société par les analphabètes représentent un pourcentage élevé (23,61%) parmi les personnes ayant recours à l'usage des plantes médicinales le traitement de leurs malaises. Ces résultats concordent avec ceux de (Birendra et al ,2015). Les personnes instruites ayant le niveau universitaire ont un pourcentage de 14,44%; tandis que les personnes ayant le niveau d'études secondaires participent avec un taux faible de l'ordre de 13,33%, alors que la dernière position est occupée par les personnes disposantes d'un niveau d'études moyenne (9,72%).

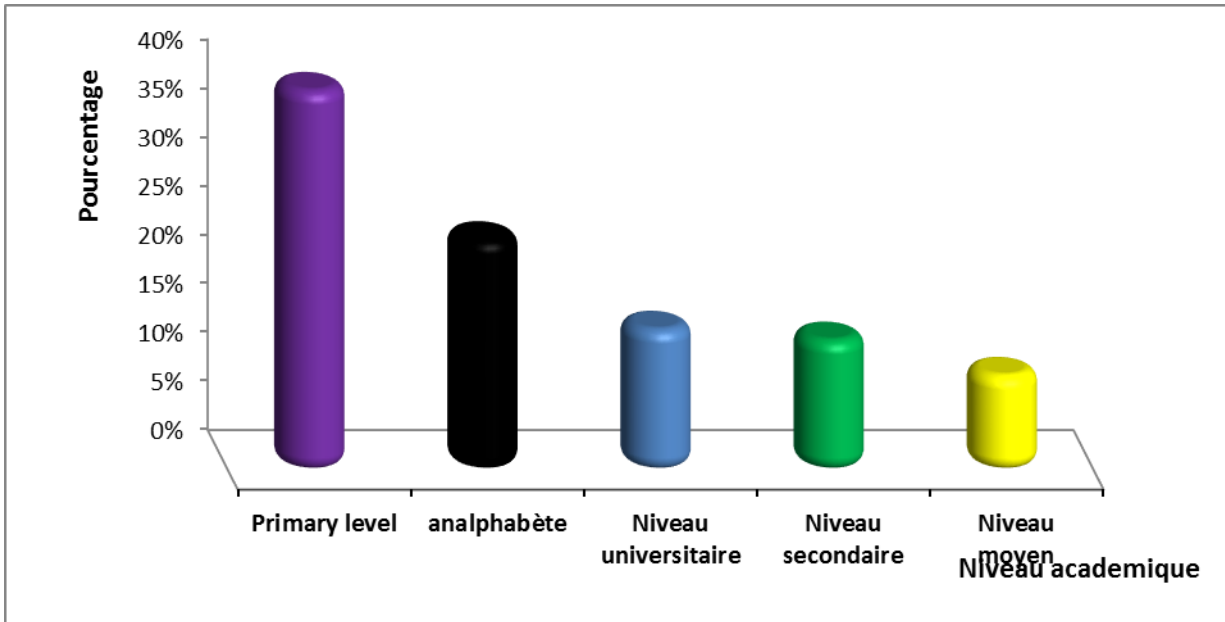


Figure 31- Utilisation des plantes médicinales par la population rurale selon le niveau d'étude.

III.3.4. Distribution des enquêtés selon la source de l'information

Plus de la moitié des enquêtés (55%) procurent les informations sur les plantes médicinales soit chez des membres de la famille ou bien de leur amis voisin et collègues qui ont des connaissances sur les vertus thérapeutiques des plantes de façon traditionnelle et empirique. Alors que 41% obtiennent ce qu'ils désirent chez les vendeurs des plantes. Le pourcentage le plus faible (4%) est attribué aux personnes du corps médical (médecin, pharmacien, chirurgien-dentiste, personnel paramédical) (Fig. 32).

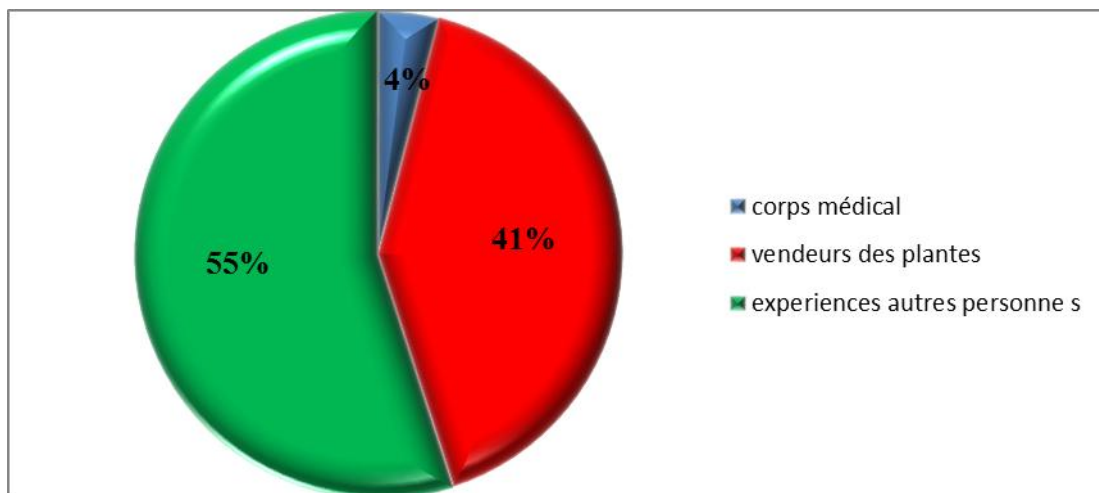


Figure 32- Origine de l'information

III.3.5. Selon la partie utilisée de la plante

La drogue la plus utilisée par la population était les feuilles de toutes les espèces végétales avec un taux de 29,33%, suivie par les autres parties (fleurs, racines et tiges) avec différentes proportions qui sont respectivement 23,34%, 21% et 19,32%. L'ensemble des graines, fruits, détiennent un pourcentage cumulatif de 6,99 % (Fig. 33). Ces résultats sont en concordance avec ceux obtenus par (Derridj *et al.*, 2010; Boutabia *et al.*, 2011; Boughrara et Legseir, 2016; Bouasla et Bouasla, 2017; Hamel *et al.*, 2018).

La fréquence d'utilisation élevée des feuilles peut être expliquée par l'aisance et la rapidité de la récolte (Bitsindou, 1996) mais aussi par le fait qu'elles sont le siège de la photosynthèse et parfois du stockage des métabolites secondaires responsables des propriétés biologiques de la plante (Polygenis et Lejoly, 1990).

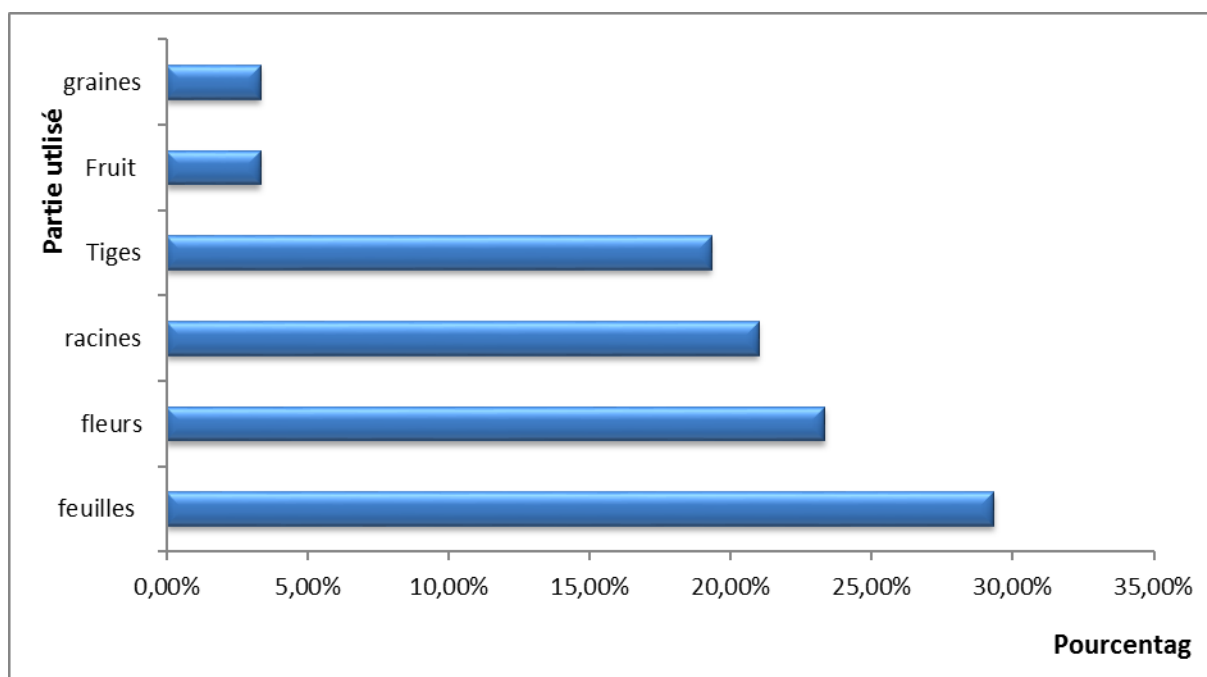


Figure 33- Fréquences d'utilisation des différentes parties des plantes médicinales par la population du PNEK.

III.3.6. Mode d'emploi

En phytothérapie, il existe plusieurs modes de préparation des tisanes. La décoction est le mode de préparation le plus utilisé par la population du parc national d'El Kala avec 27,03%, suivie par l'infusion avec 18,92%. L'utilisation sous forme de poudre, la consommation sans préparation et la macération sont représentées respectivement par 16,22%, 13,51% et 10,81%.

Les différentes parties des plantes médicinales sont aussi utilisées sous formes d'inhalation, fumigation et cataplasme avec 12.88% chacun (Fig. 34).

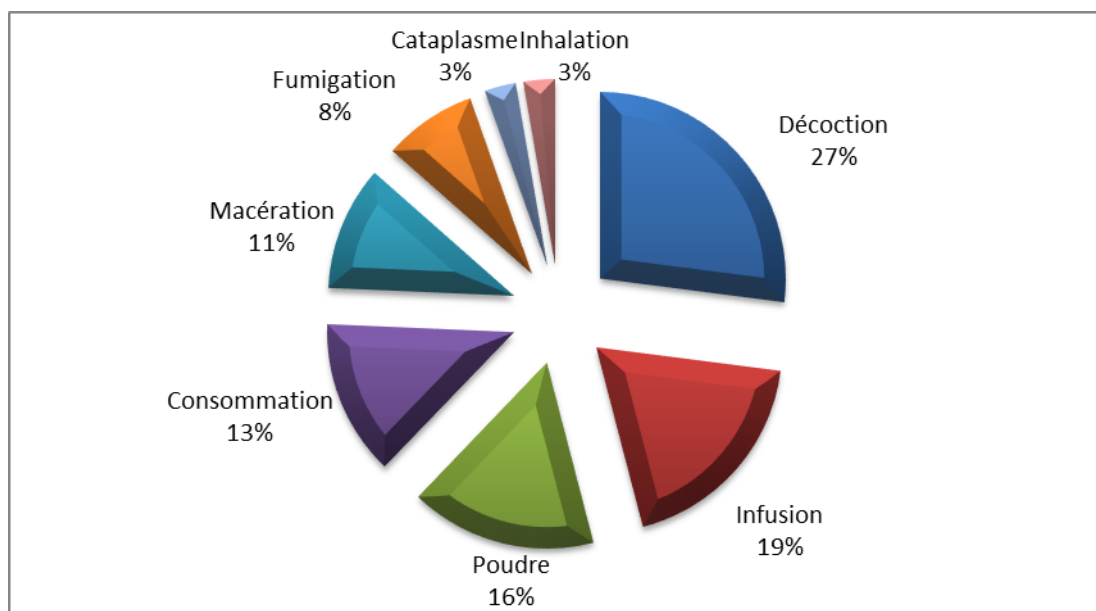


Figure 34- Fréquences des modes de préparations par la population rurale du PNEK.

Les résultats obtenus montrent que le mode d'emploi le plus utilisé par la population rurale est la décoction ce qui concorde avec ceux de (Lahsissene et Kahouadji, 2010) qui le trouve adéquat pour réchauffer le corps et éliminer les microorganismes présent sur la drogue végétale. De son coté (Salhi et *al.*, 2010) indiquent que la décoction permet de recueillir le plus de principes actifs et atténue ou annule l'effet toxique de certaines recettes.

Par ailleurs, en Algérie, les résultats obtenus relatifs aux modes d'utilisation des plantes recensées s'avèrent identiques à ceux obtenus par (Aouadi, 2021; Lazli et *al.*, 2019) au niveau de la région d'El Kala de la wilaya d'El Tarf. Il concorde également avec les résultats des travaux effectués dans d'autres régions à l'échelle nationale et internationale (Benkhniqne et *al.*, 2010-2011; Tahri et *al.*, 2012 ; Bouzid et *al.*, 2017; Bouasla & Bouasla, 2017; Hadjadj et *al.*, 2019).

III.3.7. Maladies Traitées

L'analyse ethnobotanique de l'information collectée sur terrain a permis de répertorier un certain nombre de maladies traitées par les plantes médicinales appartenant à la famille des Asteraceae. Les résultats représentés dans la figure numéro 35 montrent que la majorité des plantes répertoriées à travers les enquêtes sont principalement utilisées dans le traitement des maladies de l'appareil digestif (27,27%), les affectations métaboliques (18,18%), les maladies dermatologiques et les maladies respiratoire avec le même pourcentage (13,64%). Les

maladies uro-génitales, circulatoire, bucco-dentaires et celles du système nerveux ont un pourcentage plus au moins faible de 4,55 % et 9,09 %.

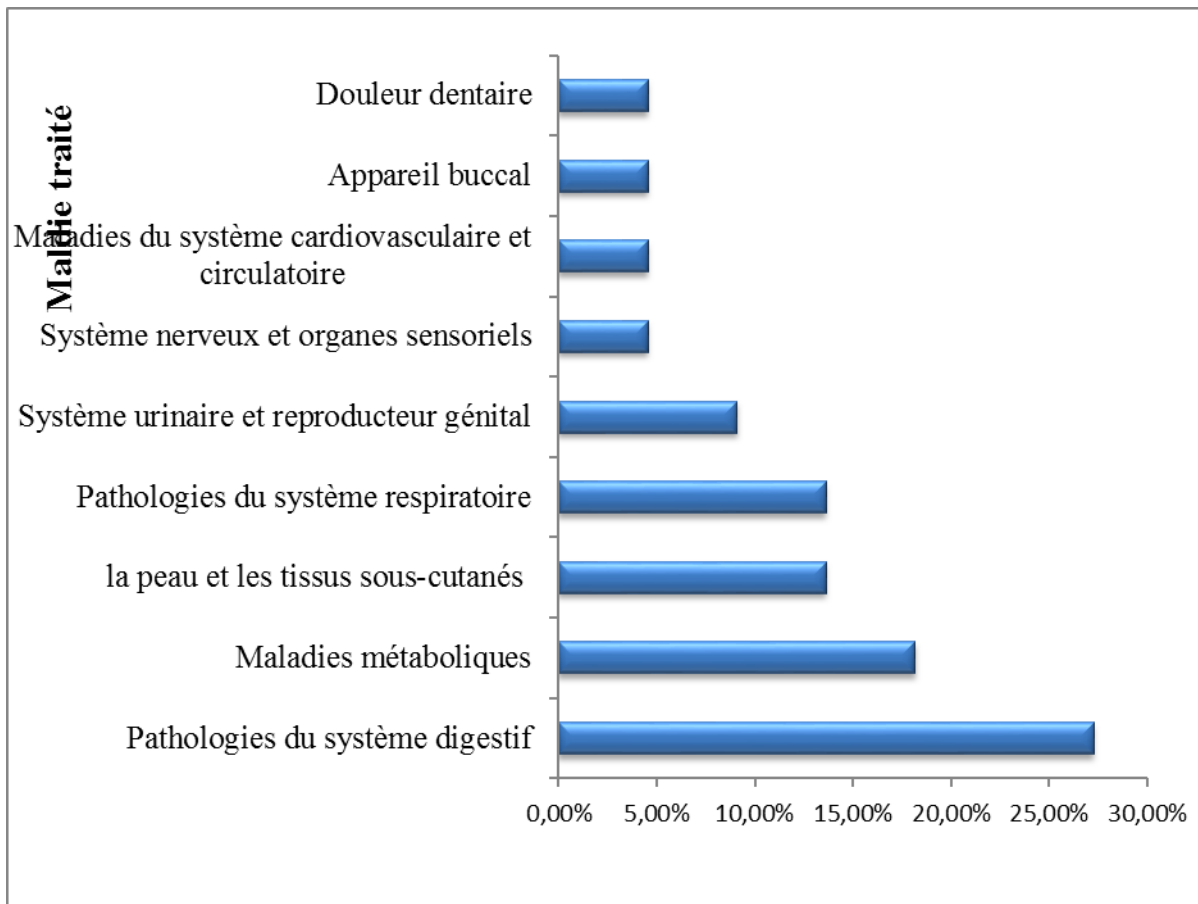


Figure 35- Fréquences des maladies traitées par les Asteraceae dans la région d'étude.

En Algérie, ces résultats concordent avec ceux obtenus par Chermat et Gharzouli (2015) ; Boughrara et Legseir (2016); Bouasla et Bouasla (2017); Hamel et *al.* (2018); Lazli et *al.* (2019); Bouhouia (2021). Au Maroc, ils concordent avec ceux de Salhi et *al.* (2010); Lahsissene et Kahouadji (2010); Hseini et *al.* (2011); Tahri et *al.* (2012); Rhattas et *al.* (2016) et en Tunisie, avec ceux de (Jdaidi et Hasnaoui, 2016).

Le chevauchement d'usage des espèces d'Asteraceae entre notre territoire étudié (Algérie) et celui de l'Andalousie orientale (Espagne) et du Maroc oriental (Benítez et *al.*, 2021) existe. La coïncidence des connaissances ethnobotaniques actuelles pour les Astéracées dans les trois territoires étudiés est élevée, puisque les usages des taxons concernés sont pratiqués de la même manière dans les trois territoires.

IV. PALYNO-SYSTEMATIQUE

Selon Fazal et *al.* (2013) ainsi qu'Amorim et *al.* (2014), les caractéristiques polliniques sont utiles pour différencier et établir des relations entre différentes espèces, parce qu'ils sont génétiquement déterminés et constante et spécifique à chaque espèce (c'est-à-dire taille des grains de pollen, nombre d'ouvertures, ouverture type et ornementation exine) et ont donc une haute valeur taxonomique (Mert, 2010; Tangarife et al., 2011).

Singh et Dathan (1980) ajoute que l'architecture du pollen a fait l'objet de discussions au fil des ans et, en tant que telle, revêt une grande importance dans la taxonomie des angiospermes et révèle l'interrelation entre les taxons végétaux.

L'analyse palynologique effectuée à l'aide de la microscopie optique des grains de pollen des astéracées a révélé des résultats intéressants. Cette étude a permis de dresser une description détaillée des caractéristiques morphologiques du pollen observé dans chaque espèce étudiée. Des variations significatives ont été observées en termes de taille, de forme, de nombre d'ouvertures et d'ornementation du pollen parmi les espèces étudiées.

IV.1. MORPHOLOGIE DES POLLENS

La vue polaire effectuée par le microscope optique montre la forme triangulaire du grain de pollen de taille moyenne, présence de trois ouvertures tricolporé avec un exine échinulé (Fig.36-1). Le pollen est moyen, tricolpé avec un exine échinulé et la présence des collumelles (Fig.36-2). Prise de photo en axe équatorial, le pollen est brevixaxe moyen, tricolporé à ornementation réticulée dès la première observation microscopique, les coupes optiques montrent que l'exine contient des petites épines (Fig.36-3). Grains de pollen de petite de taille marron très ornementé par des épines, à trois ouvertures (Fig.36-4). Pollen sphérique (vue polaire) moyen avec une ornementation échinulée avec la présence de trois ouvertures (tricolporé) (Fig.36-5). Pollen triangulaire en vue polaire de grande de taille, tricolporé à ornementation échinulée, les épines grandes. Le pollen de couleur rouge-brune. (Fig.36-6). Pollen petit en relation avec la taille du capitule. De couleur rouge-brun. Ayant selon la vue polaire quatre ouvertures et exine échinulé dont les épines sont de nombre limité et de grande de taille (Fig.36-7). Pollen de grande de taille, de couleur marron à exine échinulé triaperturé (Fig.36-8). Pollen très grand triaperturé à exine échinulé, les épines grandes. (Fig.36-9), vue polaire montre que le pollen est sphérique ayant trois ouvertures, l'ornementation échinulée avec des columelles (Fig.36-10). Forme polaire triangulaire,

triaperturé ornementation échinulée et présence de columelles (Fig.36-11). Pollen grand triaperturé avec une ornementation échinulée et présence des columelles (Fig.36-12). Pollen triangulaire (vue polaire) triaperturé à ornementation échinulée et présence des petites collumelles (Fig.36-13). Pollen moyen de couleur marron foncé échinulé à trois apertures (tricolpé) (Fig.36-14). Triaperturé moyen à ornementation échinulée avec des columelles (Fig.36-15). Pollen petit triaperturé échinulé, dont les épines sont grandes (Fig.36-16). Pollen de couleur jaune sphérique triaperturé et échinulé. Les épines à base large (Fig.36-17). Pollen de grande taille breviaxe avec une ornementation échinulée en présence des columelles (Fig.36-18).

Pollen petit triaperturé (tricolpé) à exine échinulé, subsphérique en vue équatoriale (Fig.36-19). Pollen de grande de taille triaperturé triangulaire (vue polaire) échinulé et fenestré (Fig.36-20). Sub-triangulaire en vue polaire, échinulé de grande de taille (Fig.36-21). Pollen marron de grande de taille échinulé triaperturé (Fig.36-22). Pollen Blanc Claire grand échinulé avec des longues épines columelles triaperturé (Fig.36-23). Pollen subsphérique (vue polaire) triaperturé réticulée (Fig.36-24). Pollen quadrangulaire (vue polaire) avec quatre apertures 'péripore' et exine échinulé (Fig.36-25). Pollen sphérique moyen triaperturé avec des épines grandes (Fig.36-26). Tricolporé longiaxe à ornementation échinulé (Fig.36-27). Pollen moyen sphérique (vue équatoriale) triangulaire (vue polaire) triaperturé (triporé) de couleur marron (Fig.36-28). Pollen moyen marron triangulaire triaperturé (tricolpé) échinulé fenestré (Fig.36-29). Pollen petit bréviaxe échinulé à épine grandes tricolpé (Fig.36-30). Pollen triangulaire en vue polaire de grande de taille, tricolporé à ornementation échinulée, les épines grandes. Le pollen de couleur rouge-brune (Fig.36-31). Pollen grand longiaxe tricolporé à exine réticulé (Fig.36-32). Sphérique (vue équatoriale) et triangulaire (vue polaire) triaperturé (tricolpé) à exine échinulé (Fig.36-33). Pollen de grande de taille tricolpé sub-triangulaire échinulé à épines isolées grandes à base rétrécie (Fig.36-34). Pollen moyen triangulaire (vue polaire) fenestré tricolpé (Fig.36-35). Pollen moyen sphérique échinulé. (Fig.36-36). Pollen grand sphérique échinulé tricolporé (Fig.36-37). Sphérique à sub-équiaxe (vue équatoriale) triangulaire (vue polaire) avec trois sillons ornementation échinulé (Fig.36-38). Grand pollen sub-équiaxe échinulé avec des columelles (Fig.36-39). Pollen moyen sphérique tricolporé échinulé de couleur marron (Fig.36-40). Pollen moyen tricolpé échinulé fenestré (Fig.36-41). Pollen sphérique à sub-sphérique échinulé des épines à base large tripore (pore à anneau) (Fig.36-42). Pollen moyen tricolpé fenestré échinulé triangulaire à sub-sphérique (Fig.36-43). Sphérique moyen péripore (pore large) à ornementation réticulée (Fig.36-44). Pollen de petite de taille, longiaxe par vue équatoriale triaperturé (tricolporé)

dont le pore assez important, l'écine ornementé par des maillon identique (réticulé) (Fig.36-45).

IV.2. FORME ET TAILLE

La forme du pollen est un caractère diagnostique important et possède une valeur taxonomique significative selon (Moore, 1991), La morphologie du pollen est utilisée pour identifier les différentes espèces et taxons au sein de leurs familles respectives (Shubharani et al., 2013).

Dans notre étude, nous avons observé une grande variabilité de la forme du pollen parmi les espèces étudiées. Certaines espèces, telles que *Bellis annua*, *Chrysanthemum myconis* et *Guizotia abyssinica*, présentent un pollen de forme sphérique ou subsphérique, tandis que d'autres, comme *Cyanus segetum* et *Helianthus annuus*, ont un pollen de forme triangulaire. Des formes polaires ont également été observées chez des espèces telles que *Jacobaea vulgaris* et *Urospermum dalechampii*.

En ce qui concerne la taille du pollen, des différences significatives ont été constatées entre les espèces. Certaines espèces, comme *Matricaria chamomilla* et *Senecio vulgaris*, ont un pollen de petite taille, tandis que d'autres, comme *Helianthus annuus* et *Glebionis segetum*, ont un pollen de grande taille. Alors que dans une étude précédente menée par (Singh et al., 2017), il a été constaté que les espèces végétales appartenant à la famille des Asteraceae présentaient des grains de pollen de petite taille.

Les résultats de notre étude montrent des variations morphologiques et des similitudes au niveau de la famille, corroborant ainsi les travaux antérieurs (Salamah et al., 2019). La forme du pollen est un attribut évolutif qui peut être utilisé pour déterminer le mode de pollinisation, comme le suggèrent les études de (Lemmens et Bunyapraphatsara, 2003; Olga et al., 2013). De plus, il a été observé que lorsque le grain de pollen est plus long que large, cela peut favoriser une dispersion efficace par le vent, ce qui pourrait expliquer les formes spécifiques de pollen enregistrées dans notre étude (Mbagwu et Edeoga, 2006). Ainsi, les espèces présentant ces formes de pollen spécifiques sont considérées comme étant très prolifiques et sont souvent observées poussant en groupes dans divers habitats.

De plus, des chercheurs tels que (Mbagwu et Edeoga, 2006) ont suggéré que la forme du pollen peut être liée à des adaptations évolutives et au mode de pollinisation. Par exemple, la forme allongée du pollen peut faciliter sa dispersion par le vent.

IV.3. TYPE D'APERTURE

Le type d'aperture s'est avéré être un caractère taxonomique utile, notamment au niveau tribal (Singh et Dathan, 1980). Comme rapporté par El Naggat et Sawady (2008), les grains de pollen des premières angiospermes étaient sans ouverture (de type acolpate) et ont ensuite développé des types monocolpates, multicolpates et multiporés à un stade ultérieur.

Les résultats de cette étude ont révélé quatre types d'ouverture, Il s'agit des types: triporé, périporé, tricolporé et tricolpé.

Parmi ces quatre types d'ouvertures, le tricolporé est le plus dominant, suivi du type tricolpé présenté par *Cladanthus mixtus* (L.) Chevall., *Cynara scolymus*, *Filago pygmaea* L., *Lactuca muralis* (L.) Gaertner., *Glebionis segetum* (L.), *Senecio vulgaris* L., *Chondrilla juncea* L., *Helminthotheca echioides* (L.) J. Holub). Il convient toutefois de noter que les autres types d'ouverture, tels que le triporé et le périporé, sont mentionnés seulement pour deux espèces spécifiques, *Xanthium strumarium* L. et *Leontodon tuberosus* L.

Les résultats obtenus ici sont cohérents avec ceux de Wodehouse (1930, 1935); Skvarla et al. (1977) ; Laouar, 2017 ; Benmoussa et Debbeche (2022); Khizar et al. (2023); qui ont rapporté que la plupart des Asterceae étudiées présentaient un type d'ouverture tricolporé.

IV.4. ORNEMENTATION DE L'EXINE

L'analyse de la structure de l'exine revêt une grande importance pour la compréhension de l'évolution, de la systématique et de l'écologie des plantes. Cette importance a été démontrée par plusieurs études citons par exemple les travaux de Zavada et Villiers (2000) et Coutinho et al. (2012) ainsi que celui de Skvarla et al. (2005)

Les grains de pollen de la famille des Asteraceae sont principalement tricolporés et échinés, et leur taille ainsi que le nombre de *colpus* varient significativement (Wodehouse 1930, 1935; Skvarla et al., 1977).

Les résultats de cette étude ont révélé la présence d'une exine échinulé et réticulé parmi les différentes espèces étudiées. La majorité des espèces présentent une exine échinulée avec de grandes épines, comme le montre la figure 36. Cependant, certains pollens ont montré une exine réticulée, comme illustré dans la figure 36.

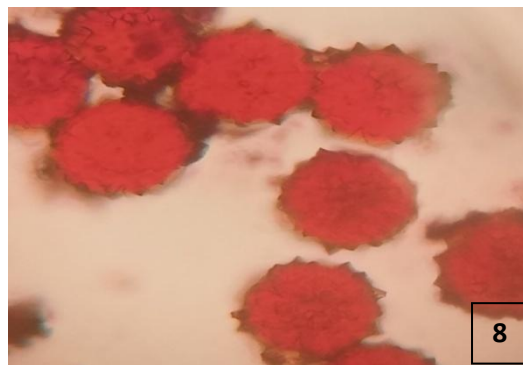
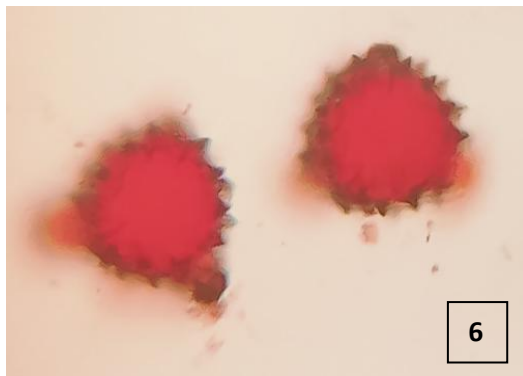
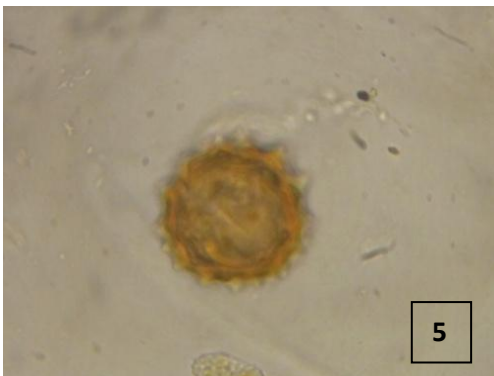
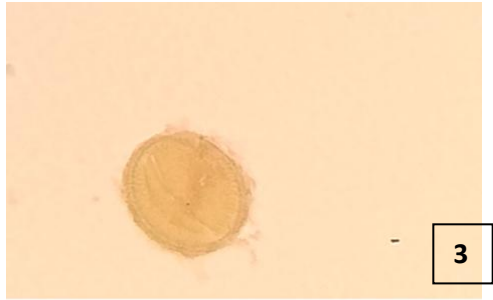
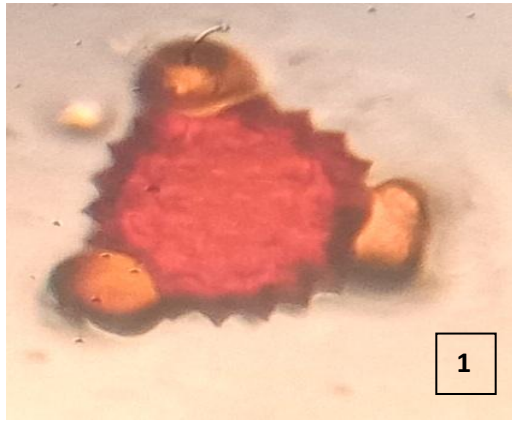
De manière intéressante, nous avons également observé la présence de columelles dans certaines espèces, notamment *Achillea maritima* (L.) Ehrend. & Y.-P. Guo, *Chrysanthemum myconis*, *Sonchus oleraceus* L., *Urospermum dalechampii* (L.) F.W.Schmidt., *Sonchus asper* (L.) Hill *subsp. Asper.*, *Senecio leucanthemifolius* Poirret *subsp.*, *Carlina racemosa* L., *Scolymus grandiflorus* Desf. et *Bidens tripartita* L.. Les columelles jouent un rôle important dans la structure de l'exine et peuvent contribuer à la stabilité du grain de pollen.

En ce qui concerne les fenestrations, elles ont été observées dans le pollen de *Cichorium intybus*, *Lactuca muralis* (L.) Gaertner, *Chondrilla juncea* L. et *Helminthotheca echioides* (L.) J. Holub., où des pores relativement grands sont présents. Les fenestrations peuvent faciliter les échanges de matière et d'eau entre le pollen et son environnement.

Nos résultats sont proches avec l'étude d'Umber et *al.* (2021), qui ont examiné la morphologie des espèces de la famille des Asteraceae. Ils ont constaté que toutes les espèces étudiées présentaient des motifs d'ornementation de l'exine de type échiné, échinés fenestrés, échinés perforés et échinés scabreux.

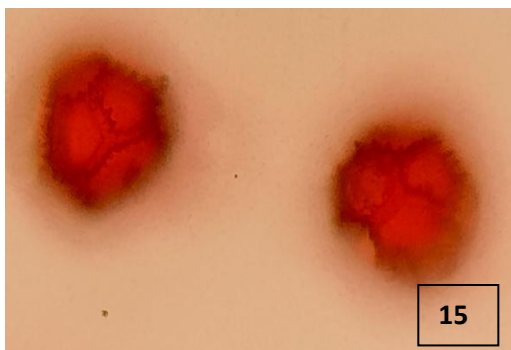
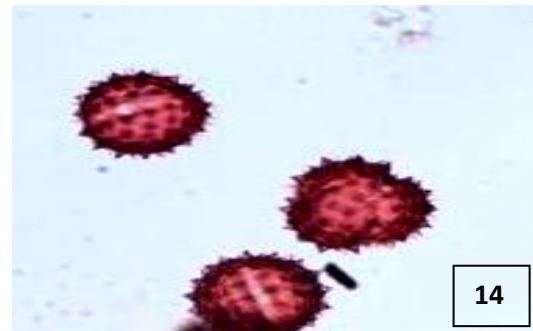
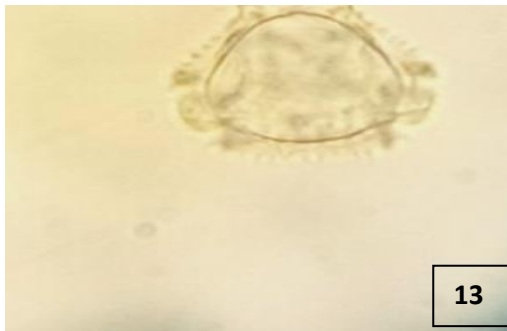
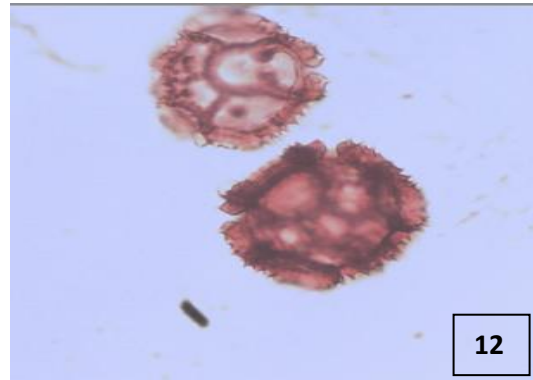
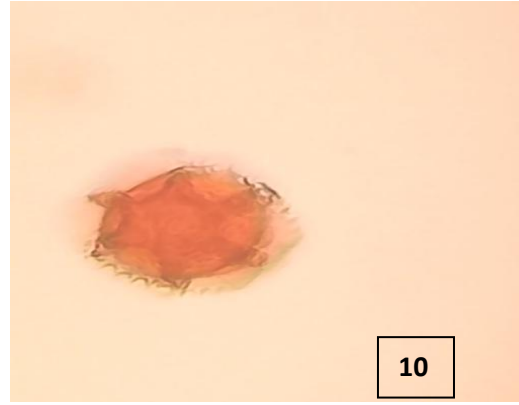
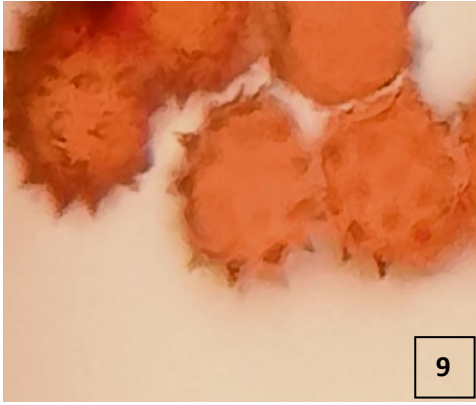
Plusieurs études ont été réalisées sur la morphologie du pollen dans la famille des Asteraceae. Akyalçın et *al.* (2011) ont signalé que le genre *Achillea* L. présente une diversité de morphologies polliniques, notamment échiné-microperforé et échiné-rugulé-microperforé. Dans une autre étude, Çeter et *al.* (2013) ont examiné la morphologie du pollen de deux genres étroitement liés, *Matricaria* L. et *Tripleuspermum* Sch. Bip. Selon leurs résultats, les pollens de ces genres présentent respectivement une ornementation échiné granulé-perforé ou réticulé-perforé, ainsi qu'une ornementation échiné rugulé-perforé.

En opposition à nos résultats, Hayat et *al.* (2010) ont observé une ornementation scabrate pour le genre *Artemisia* L., tandis que dans notre étude, nous avons identifié une ornementation réticulée.



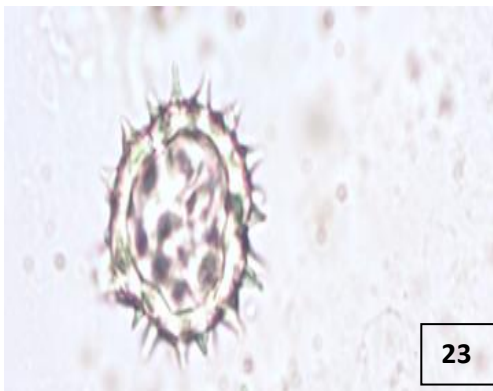
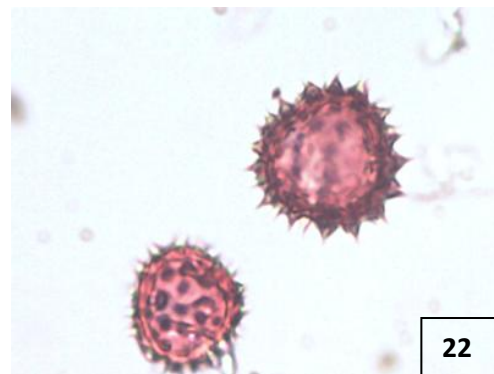
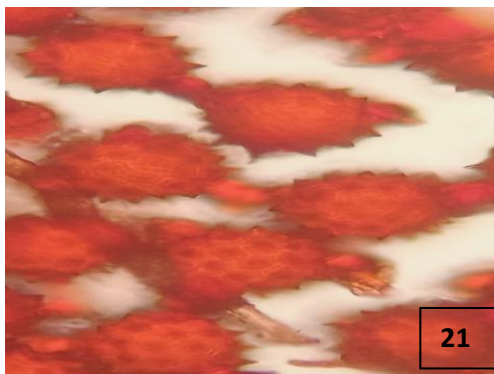
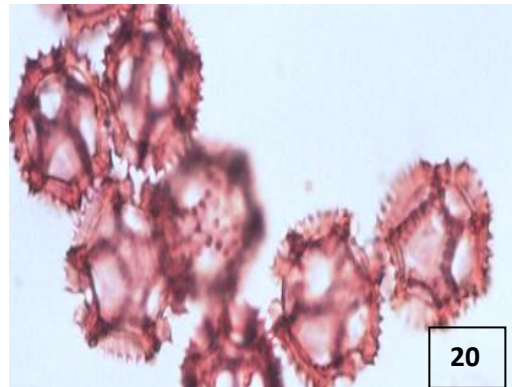
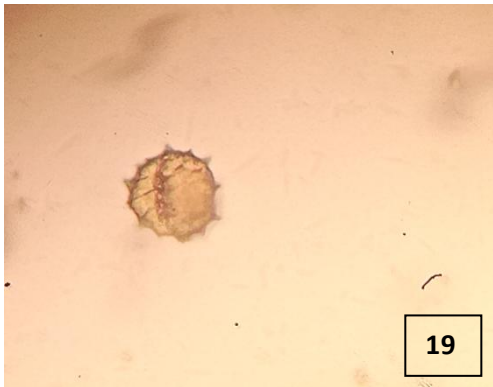
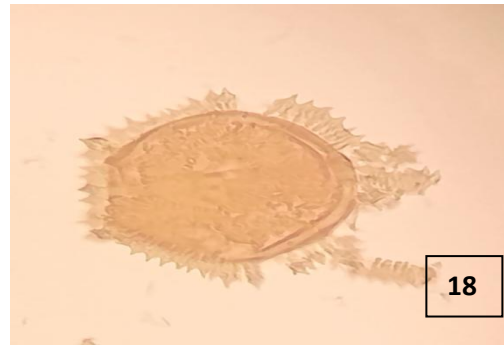
© A. Klech

Figure 36- 1. *Silybum marianum* (L.) Gaertn., 2. *Achillea maritima* (L.) Ehrend. & Y.-P. Guo , 3. *Artemisia herba-alba* Asso., 4. *Tolpis barbata* (L.) Gaertn., 5. *Pallenis spinosa* (L.) cass., 6. *Centaurea solstitialis* L., 7. *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., 8. *Galactites tomentosa*.



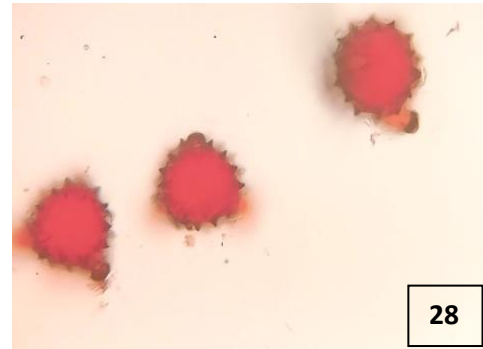
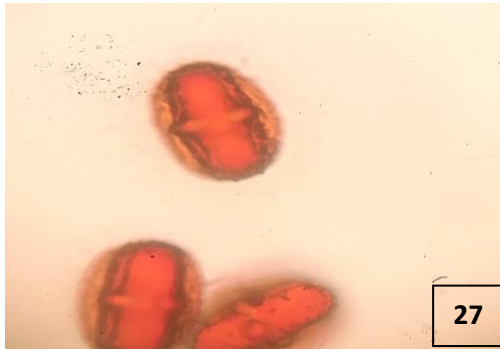
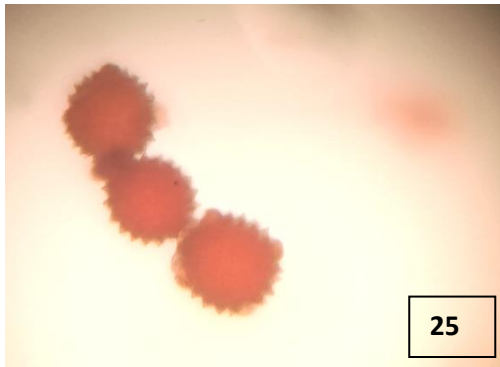
© A. Klech

Figure 36- 9. *Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers., 10. *Sonchus oleraceus* L., 11. *Urospermum dalechampii* (L.) F.W. Schmidt., 12. *Sonchus asper* (L.) Hill subsp. *asper*., 13. *Senecio leucanthemifolius* Poir. subsp. *leucanthemifolius*, 14. *Jacobaea vulgaris* Gaertn., 15. *Carlina racemosa* L., 16. *Matricaria chamomilla* L.



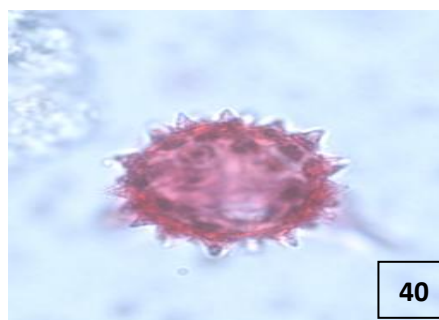
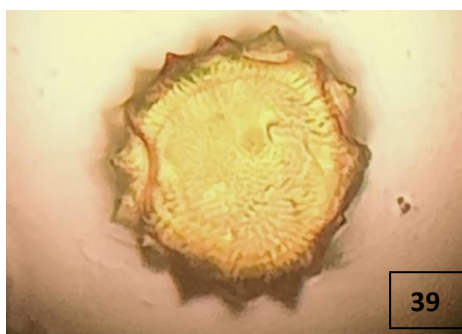
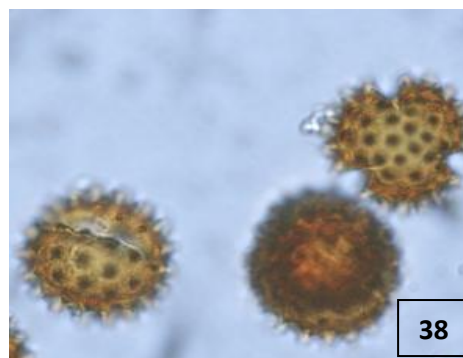
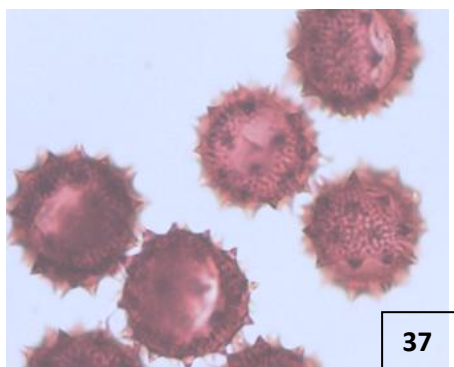
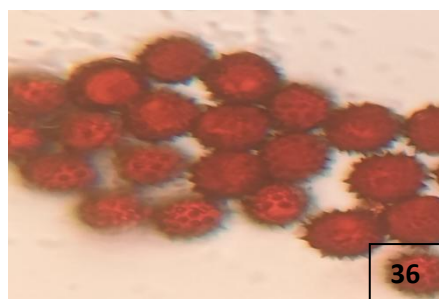
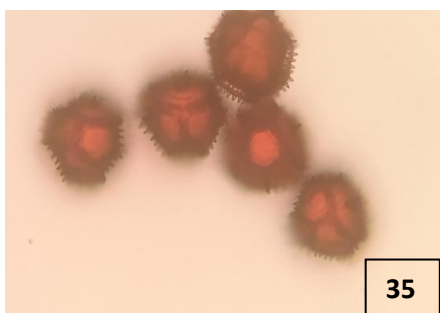
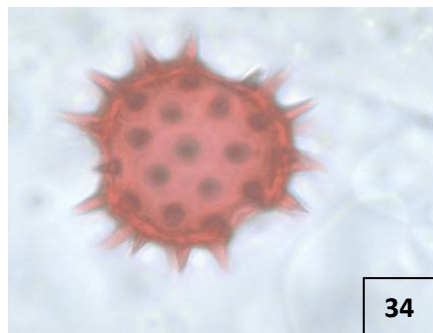
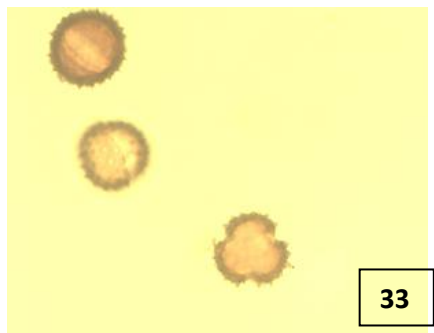
© A. Klech

Figure 36- 17. *Cirsium scabrum* (Poiret) Bonnet., 18. *Scolymus grandiflorus* Desf., 19. *Chrysanthemum myconis*, 20. *Andryala integrifolia* L., 21. *Atractylis gummifera* L., 22. *Bellis prennis* L., 23. *Bidens tripartita* L., 24. *Hypochoeris achyrophorus* L.



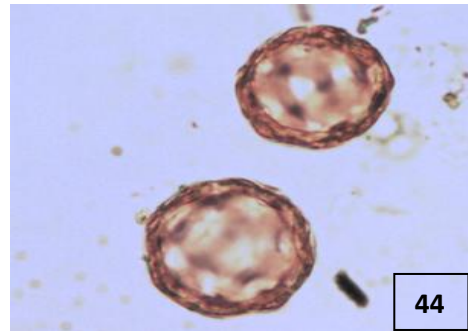
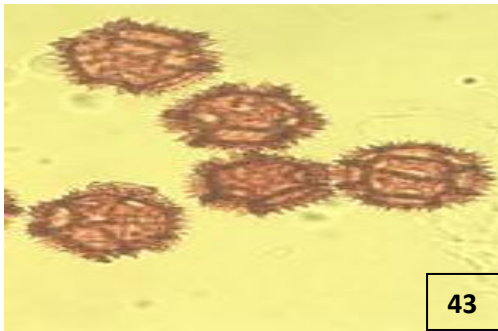
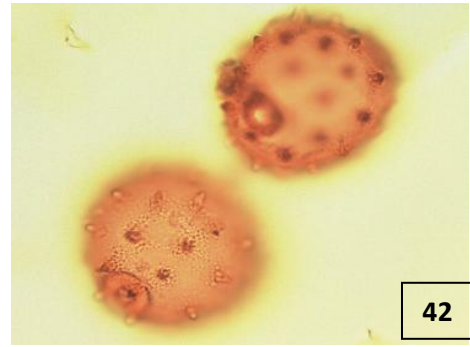
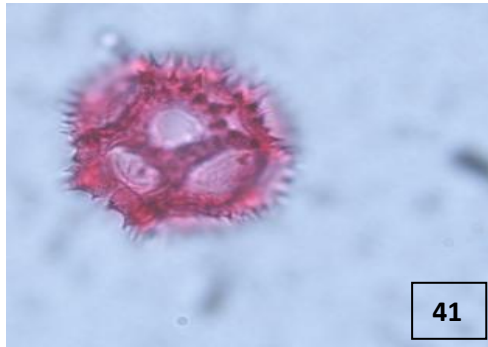
© A. Klech

Figure 36- 25. *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., 26. *Bellis annua* L., 27. *Echinops spinosus* subsp. *bovei*(Boiss.) Maire s, 28. *Calendula arvensis* (Vaill.) L., 29. *Cichorium intybus* L., 30. *Cladanthus mixtus* (L.) Chevall., 31. *Centaurea solstitialis* L., 32. *Cyanus segetum* J. Hill.



© A. Klech

Figure 36- 33. *Cynara scolymus*, 34. *Filago pygmaea* L., 35. *Lactuca muralis* (L.) Gaertner., 36. *Limbarda crithmoides* (L.) Dumort., 37. *Glebionis segetum* (L.), 38. *Senecio vulgaris* L., 39. *Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass., 40. *Helianthus annuus* L.



© A. Klech

Figure 36- 41. *Chondrilla juncea* L., 42. *Xanthium strumarium* L., 43. *Helminthotheca echioides* (L.) J. Holub., 44. *Leontodon tuberosus* L., 45. *Centaurea napifolia* L.

Conclusion

Cette étude floristique approfondie des Asteraceae, menée dans le Parc National d'El Kala en Algérie, a révélé la richesse et la diversité exceptionnelles de ces plantes au sein de la région. Cette découverte a été rendue possible grâce à l'utilisation de l'échantillonnage aléatoire et à la réalisation de relevés floristiques effectués dans sept stations correspondant à différentes formations végétales, à savoir les zénaies, la pinède, les lacs, les maquis, les subéraies, les pelouses et les plages.

Au total, 98 espèces d'Asteraceae ont été répertoriées, représentant environ 24% de la diversité totale des espèces d'Asteraceae en Algérie. Ces espèces ont été classées dans 67 genres distincts, ce qui équivaut à environ 61,46% de l'ensemble des genres d'Asteraceae recensés dans le pays.

Le spectre biologique des espèces répertoriées se compose principalement de thérophytes et d'hémicryptophytes. En ce qui concerne leur répartition géographique, la majorité des espèces appartiennent à l'élément méditerranéen, représentant environ 62,37% du total, suivi de près par l'élément nordique à hauteur de 15,84%, tandis que l'élément plurirégional est présent à hauteur de 10,89%.

Les divers indicateurs de diversité utilisés pour étudier la structure spatiale des Asteraceae dans sept stations ont été pris en compte. L'abondance, la richesse spécifique, l'indice de Shannon-Wiener, l'indice d'équitabilité, l'indice de Simpson et l'indice de similarité de Jaccard ont été utilisés pour évaluer la diversité et l'équilibre écologique de chaque site échantillonné dans la zone d'étude.

Lors de l'évaluation de l'abondance de la végétation dans les sept stations d'étude, des différences significatives ont été observées entre les différentes stations, en fonction du nombre d'espèces. L'abondance est plus importante respectivement dans les pelouses, les maquis, les subéraies, les lacs, les zénaies, les pinèdes et les plages.

Les résultats de ces mesures ont montré que l'indice de Shannon-Wiener fluctue entre 2,7 bits (au minimum, observé dans la station des plages) et 4,13 bits (au maximum, observé dans les subéraies). La richesse spécifique présente également des variations, s'étendant de 22 à 77 espèces dans les différentes stations. Par ailleurs, les valeurs d'équitabilité varient entre 0,22 et

0,29 pour l'ensemble des sept stations d'étude. En outre, les indices de dominance de Simpson oscillent entre 0,9 et 0,98 pour l'ensemble des stations des sept sites étudiés.

Après avoir caractérisé qualitativement la flore, l'étude quantitative de la végétation a impliqué l'analyse des gradients régissant l'organisation et la distribution des espèces végétales. Pour cela, nous avons utilisé une combinaison d'approches analytiques, notamment l'Analyse Factorielle des Données Mixtes (AFDM), l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM), l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et le Hierarchical Clustering on Principal Components (HCPC). Cette approche a permis d'obtenir une compréhension approfondie de la relation complexe entre les facteurs environnementaux tels que l'action anthropique, le type de sol, l'altitude, la pente et le gradient d'ensoleillement, et la diversité floristique des Asteraceae.

En effet, Les résultats ont clairement démontré l'impact des facteurs environnementaux tels que la texture du sol, l'altitude, la pente et l'anthropisation sur la diversité des espèces d'Asteraceae.

La texture du sol exerce une influence significative sur l'abondance des Asteraceae, se révélant plus marquée dans les sols argileux que dans les sols sableux. En ce qui concerne le gradient d'altitude et de pente, seulement 30% des espèces d'Asteraceae présentent une corrélation positive avec ces paramètres dans les régions étudiées. Cependant, une grande partie de la variabilité floristique des Astéracées (75%) reste inexpliquée par l'altitude et la pente. L'action anthropique émerge comme le principal facteur entraînant une augmentation de la diversité dans toutes les stations.

Dans la deuxième partie de notre étude, nous avons entrepris une exploration ethnobotanique des plantes médicinales spontanées situées dans le Parc National d'El Kala (PNEK), un réservoir majeur de ces précieuses plantes. Nos recherches approfondies auprès de la population locale ont abouti à l'identification et à la classification de 18 plantes appartenant à la famille des Astéracées, qui sont fréquemment utilisées dans la phytothérapie traditionnelle. Parmi ces espèces, *Matricaria chamomilla* L., *Cynara cardunculus* L., *Cynara scolymus* L., *Artemisia arborescens* L., *Lactuca sativa* L. et *Atractylis gummifera* L. sont les plus utilisées.

Les feuilles sont la partie préférée des utilisateurs locaux, représentant 29,33% du choix. De même, la décoction est la forme la plus largement utilisée, avec un taux de 27,03%. Parmi les affections traitées, les troubles digestifs sont les plus souvent mentionnés, avec un taux de

27,27%, suivis des problèmes urogénitaux et des infections cutanées, avec respectivement des taux de 18,18% et 13,64%.

À la lumière de ces découvertes, il est donc très important de soumettre certaines des principales espèces à des études phytochimiques et pharmacologiques afin de valider leur utilisation traditionnelle et potentiellement découvrir de nouvelles molécules bioactives.

Enfin, nous avons mené une étude approfondie des caractéristiques polliniques au sein de la famille des astéracées, révélant une diversité morphologique remarquable parmi les différentes espèces examinées. Les observations minutieuses ont mis en évidence une variété de formes, allant de sphériques à triangulaires, et même à des formes polaires distinctes. De plus, la taille des grains de pollen varie significativement d'une espèce à l'autre, certains présentant des pollens de petite taille tandis que d'autres ont des grains beaucoup plus grands.

En analysant les ouvertures polliniques, il est remarquable de constater que le tricolporé est l'aperture la plus courante dans la famille des astéracées, suivi du type tricolpé. Toutefois, des types d'ouvertures moins communs, tels que le triporé et le périporé, ont également été observés chez certaines espèces spécifiques, ajoutant ainsi à la diversité de cette famille botanique.

Les grains de pollen présentent une multitude de caractéristiques, notamment des échinures et des réticulations, avec des variations notables dans la taille et le nombre de *colpus*. De plus, la présence de columelles dans certaines espèces confère une stabilité remarquable aux grains de pollen, tandis que d'autres espèces présentent des fenestrations facilitant les échanges de matière et d'eau.

Ces découvertes mettent en évidence l'extraordinaire adaptabilité de ces espèces aux différents environnements dans lesquels elles évoluent. L'identification de caractéristiques polliniques communes, telles que les échinures et les réticulations, révèle des adaptations spécifiques de ces espèces aux pressions environnementales uniques. La présence de columelles dans certaines espèces indique des mécanismes évolutifs complexes, contribuant à la stabilité et à la résilience des grains de pollen.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- 1. Abad M-J., L.M.B. Del Olmo L.A. & Ticona Benito P.B., 2012.** « Chapter 2 – The *Artemisia* L. genus: a review of bioactive sesquiterpene lactones ». *Studies in natural products chemistry*, édité par Atta-ur-Rahman, 37: 43- 65. *Studies in natural products chemistry*. Elsevier.
- 2. Akyalçım H., Arabacı T. & Yıldız B., 2011.** Pollen morphology of six *Achillea* L. sect. *Achillea* (Asteraceae) species in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 35(2): 183-201. <https://doi.org/10.3906/bot-1005-23>
- 3. Amorim j. S., souza, m. M., viana, a. J. C., corrêa, r. X., aráujo, i. S., ahnert, d., 2014.** Cytogenetic, molecular and morphological characterization of *Passiflora capsularis* L. and *Passiflora rubra* L. *Plant Syst Evol*, 300, 1147-1162.
- 4. Anderberg A.A., Baldwin B.G., Bayer R.G., Breitwieser J., Jeffrey C., Dillon M.O., Eldenäs P., Funk V., Garcia-Jacas N., Hind D.J.N., Karis P.O., Lack H.W., Nesom G., Nordenstam B., Oberprieler Ch., Panero J.L., Puttock C., Robinson H., Stuessy T.F., Susanna A., Urtubey E., Vogt R., Ward J., Watson L.E., 2007.** Compositae. In: Kadereit, J.W. & Jeffrey, C. (eds) *The families and genera of vascular plants. VIII. Flowering Plants Eudicots, Asterales*. In: Kubitzki, K. (series ed.) *The families and genera of vascular plants*. Springer, Berlin, 61–588.
- 5. Andi S., Rachmi L. & Astari D., 2019.** Pollen morphology of eight tribes of *Asteraceae* from Universitas Indonesia Campus, Depok. *Indonesia, journal biodiveritas*, 20 (1), 152-159.
- 6. Anonyme, 1998.** Landscape aménagement Co., plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides + 16 cartes au 1/25 000. Agence nationale pour la conservation de la nature. Algérie 234 p.
- 7. Antolin G., F.V. Tinaut, Y. Briceno, V. Castano, C. Perez, et A.I. Ramirez. 2002.** Optimisation of biodiesel production by sunflower oil transesterification. *Bioresource technology* 83 (2): 111- 14.
- 8. Antolin G., Tinaut F.V., Briceno Y., Castano V., Perez C. & Ramirez A.I., 2002.** Optimization of Biodiesel Production by Sunflower Oil Transesterification. *Bioresource Technology*, 83: 111-114. [http://dx.doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00200-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00200-0).

- 9. Aouadi G., 2021.** *Étude ethnobotanique et screening phytochimique en vue d'une recherche antimicrobienne et antioxydante de quatre plantes médicinales de la flore Algérienne (La Ronce, le Myrte, l'Arbousier et la menthe à feuilles rondes) dans la région d'Annaba et El-Tarf.* Thèse de Doctorat *es* Sciences, Université Chadli Bendjedid-El Tarf (Algérie), 175 p.
- 10. Aouar-Sadli M., Louadi K. & Doumandji S., 2012.** Comportement de butinage et efficacité pollinisatrice de quelques espèces d'abeilles en milieu cultivée. 3^{ème} congrès franco-maghrébin de Zoologie et d'ichtyologie, 6-10 novembre, Marrakech, 24.
- 11. Arbia K. & Hamoudi A., 2017.** *Aperçu ethnobotanique et chimique des Astéracées.* Master en Gestion de l'Environnement, Univ. Mohamed Boudiaf - M'sila (Algérie): 1-43.
- 12. Armand M., Gourgues F., Marciau R. & Villaret J. C. 2008.** Atlas des plantes protégées de l'Isère et des plantes dont la cueillette est réglementé, Biotope, Mèze, p120.
- 13. Arora D., Rani A. & Sharma A., 2013.** A review on phytochemistry and ethnopharmacological aspects of genus *Calendula*. *Pharmacognosy Reviews*, 7 (14):179-187. doi: 10.4103/0973-7847.120520
- 14. Azzouz F., 2006.** *Etude de l'atmosphère pollinique de la région d'El-Hadjar.* Thèse doctorat en Biologie, Université de Annaba, 192p.
- 15. Baba Aissa F., 2000.** *Encyclopédie des plantes utiles: Flore d'Algérie et du Maghreb, substances végétales d'Afrique d'Orient et d'Occident.* Ed. EDAS, Librairie moderne, Rouiba. 178 p.
- 16. Balick MJ. & Cox PA., 1996.** Plants, People, and Culture. The Science of Ethnobotany. Scientific American Library, New York, USA. *J. Nat. Prod.*, 60 (4): 428–429.
- 17. Ballais C., 1971.** Plantes adventices des environs de Bordeaux. *Bull. Soc. Linn. Bordeaux*, 1 (1) : 5-6.
- 18. Balent, d. Alard, v. Blanfort , Poudevigne,1999 :** Pratiques de gestion, biodiversité floristique et durabilité des prairies, revue Fourrage n°160 ,p385-402.
- 19. Bammou M., Daoudi A., Sellam K., El Rhaffari L., Ibijbijen J. & Nassiri L., 2015.** Etude ethnobotanique des Asteracées dans la region de Meknès-Tafilalet (Maroc). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 13 (4): 789-815.
- 20. Barkely T.M., Brouillet L. & Strother J.L., 2006.** Asteraceae in Flora of North America. Oxford University Press, New York, 19: 3-69.

- 21. Barkley T. M., Brouillet L. & Strother J.L., 2006.** Flora of North America Editorial Committee (eds). Asteraceae Martinov Tribe Cardueae Cassini. Flora of North America North of Mexico, Vol. 19: Magnoliophyta: Asteridae (In Part): Asteraceae, Part 1, 3–12.
- 22. Barrau J. 1971.** L'Ethnobotanique au carrefour des sciences naturelles et des sciences humaines. *Bulletin de la Société botanique de France*, 118 (3-4) : 237-248.
- 23. Baya B., 1998 .** climat,system de coupe et croissance dune fétuque élevée.cycle reproducteur et repousses végétatives ;revue Fourrage n° 107 ;p48-80.
- 24. Becila-Korteby H., Abed L. & Larbaoui D., 1988.** Influence des facteurs météorologiques sur la pluie pollinique des Graminées de la région algéroise. *Annales des sciences naturelles. Botanique et Biologie Végétale*, 13 (9) : 67-71.
- 25. Belhadid Z., Chakali G., Ghalem M., Haddar L. & Boughrara H., 2013.** Distribution des Caraboidea dans différents peuplements forestiers du Parc National d Chréa, Algérie. *Lebanese Science Journal*, 14 (2) : 53-61.
- 26. Bellon S.,1992 :**Méthodes et outils pour le diagnostic et le pilotage des couverts et systèmes fourragers extensifs, extensification en production fourragères,revue fourrage n° hors série ,p 131-142.
- 27. Belem O.M., 1988.** *Recensement, Ecologie et Systématique des Asteraceae du Campus Universitaire d'Abidjan.* DEA d'Ecologie Tropicale Appliquée, option Biologie et Ecologie Végétales, FAST, Université d'Abidjan, Côte d'Ivoire, pp: 96.
- 28. Belhaj S., Dahmani J., Belahbib N. & Zidane L., 2020.** Ethnopharmacological and Ethnobotanical study of Medicinal plants in the High Atlas Central, Morocco. *Ethnobotany Research & Applications*, 20 (18): 1-40. <http://dx.doi.org/10.32859/era.20.18.1-40>.
- 29. Belrhazi Y., 2015.** *Étude de pollen des taxons pollinifères dans la région de Skoura.* Thèse de doctorat, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah de Fès , Maroc, 210p.
- 30. Benabadji N., Bouazza M. & Mahboubi A., 2001.** L'impact de l'homme sur la forêt dans la région de Tlemcen (Oranie-Algérie). *Forêt méditerranéenne*, 22: 269-274.
- 31. Benahmed M., Akkal S., Elomri A., Laouar H., Vérité P. & Seguin E., 2011.** Étude phytochimique d'une Asteraceae (*Anthemis pedunculata* Desf.). 2ème Séminaire International sur les Plantes Médicinales SIPM'2, 74 :PB89.
- 32. Benítez G., El-Gharbaoui A., Redouan F-Z., Gonzalez-Tejero M.R., Molero-Mesa J. & Merzouki A., 2021.** Cross-cultural and historical traceability of ethnomedicinal

Asteraceae. Eastern Morocco and Eastern Andalusia: Two sides of a sea in 20 centuries of history. *South African Journal of Botany*, 139: 478-493.

33. Benkhniq O., Zidane L., Fadli M., Elyacoubi H., Rochdi A. & Douira A., 2010-2011. Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Mechraâ Bel Ksiri (Région du Gharb du Maroc). *Acta Botanica Barcinonensia*, 53:191-216.

34. Benmoussa H. & Debbeche A., 2022. *Étude palynologique de quelques espèces spontanées dans la wilaya de Constantine*. Mémoire de Master en Biodiversité et physiologie végétale, Université de Constantine 1. 80p.

35. Benyacoub S., Louanchi M. & Baba Ahmed R., 1998. Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe de zones humides. Projet GEF (Global Environment Facility). Banque Mondiale, 220 p.

36. Bergès C., Corriol G., Largier G. & Leblond N., 2005. Les collections d'herbiers et leur apport à l'activité d'un conservatoire botanique, Pyrénées. *Bulletin pyrénéen*, 223 (3), 277-286.

37. Bessah, G., 2005. *Les parcs nationaux d'Algérie*. Première réunion du Comité de pilotage du «Réseau des parcs –INTERREG IIIC Sud» Naples-Italie, du 29 janvier au 1^{er} février 2005.

38. Bigendako-Polygenis M.J. & Lejoly J., 1990. La pharmacopée traditionnelle au Burundi, pesticides et médicaments en santé animale. Pres. Université Namur: 425-442.

39. Birendra M., Dhurv, P., Gaucha, R. & Chhetri B., 2015. An ethnobotanical study of medicinal plants used by ethnic people in Parbat district of western Nepal. *Journal of Ethnopharmacology*, 13 (165): 103–117.

40. Bitsindou M., 1996. *Enquête sur la phytothérapie traditionnelle à Kindamba et Odzala (Congo) et analyse de convergence d'usage des plantes médicinales en Afrique centrale*. Thèse de Doctorat, Faculté des Sc., Univ. Libre de Bruxelles. 482 p.

41. Blondel J., 2012. Biodiversité et naturalité : histoire et évolution des concepts , forêt méditerranéenne T. XXXIII, n° 2.

42. Bonnier A., 1934. Flore complète de France, Suisse et Belgique. Édition 10, 118p.

43. Botineau M., 2010. *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. Ed. Lavoisier, Paris. Le journal de botanique, 51, 120p.

- 44. Bouaka M.E.A., 2016.** *Pollen atlas for some Saharian species*. Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah, Ouargla, 166 p.
- 45. Bouasla A. & Bouasla I., 2017.** Ethnobotanical survey of medicinal plants in northeastern of Algeria. *Phytomedicine*, 36: 68-81.
- 46. Bouazza M., Mahboubi A., Loisel R. & Benabadji N., 2001.** Bilan de la flore de la région de Tlemcen (Oranie-Algérie). *Forêt méditerranéenne XXII*. 2 (7): 130-136.
- 47. Boughediri L., 1994.** *Le pollen de palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) Approche multidisciplinaire et modélisation des différents paramètres en vue de créer une banque de pollen*. Thèse de Doctorat. Université Paris 6. Spécialité botanique tropicale. 158p.
- 48. Boughrara B. & Legseir B., 2016.** Ethnobotanical study close to the population of the extreme north-east of Algeria: The municipalities of El Kala National Park (EKNP). *Industrial Crops and Products*, 88: 2-7.
- 49. Bouhouia A., 2021.** *Etude de la dynamique de production des huiles essentielles chez l'Armoise blanche et ses activités thérapeutiques*. Thèse de Doctorat es Sciences, Université Mohamed Cherif Messaadia-Souk Ahras (Algérie), 92 p.
- 50. Boulacel M., Bousmid A. & Benlaribi M., 2015.** Contribution A l'étude De La Biologie Florale De Quelques Rosacées Cultivées de la Région De Constantine (Algérie). *European Scientific Journal*, 12(36), 150-152.
- 51. Boutabia L., 2022.** *Biologie Végétale*. Editions Universitaires Européennes. 109p.
- 52. Boutabia L., Telailia S. & Mena M., 2020.** Utilisations thérapeutiques traditionnelles du *Marrubium vulgare* L. par les populations locales de la région de Haddada (Souk Ahras, Algérie). *Ethnobotany Research and Applications*, 19 (44): 1-11. <http://dx.doi.org/10.32859/era.19.44.1-11>.
- 53. Boutabia L., Telailia S., Boukhatem K., Bouguessa K., Ferhani F., Dahmani C., Bendaya H., Gasmi S. 2019.** L'Orchidoflore du Parc National d'El Kala (Extrême Nord-Est algérien): inventaire et état des lieux. *Revue Algérienne des Sciences*, 2 : 7-15.
- 54. Boutabia L., 2016.** *Étude systématique et bioécologique des lichens corticoles de différents phorophytes au niveau de la région d'El Kala (Nord-est algérien)*. Thèse de Doctorat es Sciences, Université Badji Mokhtar, Annaba.

- 55. Boutabia L., Telailia S. & Chefrour A., 2016.** Spectre pollinique de miels d'abeille (*Apis mellifera* L.) de la région d'El Tarf (Nord-Est algérien). *Livestock Research for Rural Development*, 28 (8), Article 150. <http://www.lrrd.org/lrrd28/8/tela28150.html>
- 56. Boutabia L., Telailia S., Cheloufi R. & Chefrour A., 2011.** La flore médicinale du massif forestier d'Oum Ali (Zitouna, Wilaya d'El Tarf - Algérie): inventaire et étude ethnobotanique. Acte des 15èmes Journées Scientifiques de l'INRGREF: "Valorisation des Produits Forestiers non Ligneux" 28-29 Septembre 2010, Gammarth-Tunis. Annales de l'INRGREF, 15, Numéro spécial, 201-213.
- 57. Bouxin G., 2004.** Analyse statistique des données de végétation- URL://users. Skynet. Be-Bouxin. Guy/ ASDV. Ht. (Version 30/01/2005).
- 58. Bouzid A., Chadli R. & Bouzid K., 2017.** Étude ethnobotanique de la plante médicinale *Arbutus unedo* L. dans la région de Sidi Bel Abbés en Algérie occidentale. *Phytothérapie*, 15: 373–378. DOI 10.1007/s10298-016-1027-6
- 59. Braun-Blanquet J., 1975.** *Phytosociologie*. Ed.2, 631. Spring, Vienne, Autrich.631p.
- 60. Braun-Blanquet J., Roussine N. & Nègre R., 1952.** Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Dir. Carte Group. Vég. Afr. Nord, CNRS, 292 p.
- 61. Bremer K., 1994.** Asteraceae: Cladistics and Classification. Timber Press, Portland, Oregon, 752 p. CABI. (2018). *Centaurea hyalolepis* Boiss. Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/113063>.
- 62. Bremer, K. 1994.** Asteraceae: cladistics & classification, Published in 1994 in Portland Or by Timber press, 752 p. <https://lib.ugent.be/catalog/rug01:000672443>.
- 63. Brousse C., 2011.** Une analyse historique et ethnobotanique des relations entre les activités humaines et la végétation prairiale. *Revue Fourrages*, 208 : 245-251.
- 64. Calero J., Luna D., Sancho E.D., Luna C., Bautista F.M., Romero A.A., Posadillo A., Berbel J., Verdugo-Escamilla C., 2015.** An overview on glycerol-free processes for the production of renewable liquid biofuels, applicable in diesel engines. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2015; 42:1437–1452. doi: 10.1016/j.rser.2014.11.007.
- 65. Calero J., Luna D., Sancho E.D., Luna C., Bautista F.M., Romero A.A., Posadillo A. & Verdugo C., 2014.** Development of a new biodiesel that integrates glycerol, by using CaO as heterogeneous catalyst, in the partial methanolysis of sunflower oil. *Fuel*, 122 : 94- 102.

- 66. Casida J.E. & Quistad G.B., 1995.** Pyrethrum flowers: production, chemistry, Toxicology, Edited by J. E., Oxford University Press, New York. DOI <https://doi.org/10.2307/2807884>.
- 67. Casida J.E. & Quistad G.B., 1995.** *Pyrethrum flowers: production, chemistry, Toxicology, and uses*. Oxford University Press, 356 p.
- 68. Cauneau- Pigot A., 1988.** Biopalynological Study of *Lapageria rosea* and *Iris inguicularis*. Storage of pollen. *Grana*, 27: 297 – 312.
- 69. Cerceau-Larrival M.Th., Carbonnier M.C., Verhille A.M., Peltre G. & Senechal H., 1993.** Le pollen et l'allergie. Rapport de projet de recherche entre le lab. de palynologie, (M.N.H.N.) Paris et l'Unité d'immuno-allergie de l'institut Pasteur, Paris 35p.
- 70. Cerceau-Larrival M.Th. & Hideux M., 1983.** Pollen de quelques plantes médicinales du Rwanda. Ed. Agence de Coopération Culturelle et Technique. Paris 62p.
- 71. Cerceau-Larrival M.Th., 1959.** La clé de détermination des Ombellifères de France et d'Afrique du Nord d'après leurs grains de pollen. *Pollen et Spores*, 1 (2): 145-190.
- 72. Charpin J., 1986.** Allergologie. Edition 2 par flamarion medecine, p. 218-241.
- 73. Charpin J., 2021.** Les pollens: les pollinoses et autres maladies respiratoires allergiques, service pneumo-allergologie de l'hôpital Nord France, Édition Mars 2021 - ORS PACA Faculté de médecine Marseille ,30p .
- 74. Chassany V., Potage M., et Ricou M., 2012.** Mini manuel de biologie végétale. éd. Dunod, Paris, Pp.121-122, 125-126, 181-182.
- 75. Chefrour A., 2008.** *Miels Algériens: Caractérisation physicochimique et méliissopalynologique (cas des miels de l'Est de l'Algérie)*. Thèse de Doctorat d'Etat en Biologie Végétale, Univ. Badji Mokhtar Annaba. 194p.
- 76. Chermat S. & Gharzouli R., 2015.** Ethnobotanical study of medicinal flora in the North East of Algeria - An empirical knowledge in Djebel Zdim (Setif). *Journal of Materials Science and Engineering*, 5: 50-59.
- 77. Cheylan M. & Jacquet K., 2008.** Synthèse des connaissances sue l'impact du feu en région méditerranéenne. Technical Report, 80p.
- 78. Friedberg C., 1968.** Les Méthodes d'Enquête en Ethnobotanique. Comment mettre en évidence les taxonomies indigènes? *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée* 15-7-8. 297-324.
- 79. Cordier J., 2020.** Clé de détermination des Ptéridophytes. U. Centre-Val de Loire. Compilation et adaptation, 78p.

- 80. Crête, P., 1965.** Précis de botanique, Tome I : Morphologie et reproduction des plantes vasculaires. Systématique des Cryptogames vasculaires et des Gymnospermes. . Masson, Paris, édition 2, 429p.
- 81. Cronquist A., 2001.** An Integrated System of Classification of Flowering Plants, édition, Réimprimée, ISBN, 8121101077, 9788121101073, 1262p.
- 82. Cronquist A., 1977.** The compositae revisited. *Brittonia*, 29(2), 137-153.
- 83. Curtis J.T. & McIntosh R.P., 1950.** L'interrelation de certains caractères phytosociologiques analytiques et synthétiques. *Écologie*, 31 (3) : 434-455.
- 84. Dahmani A., 1997.** *Le chêne vert en Algérie: syntaxonomie, phytoécologie et dynamiques de peuplement.* Thèses de Doctorat, Univ. Sci. Technologie. Alger, 383p.
- 85. Daurby G., 2007.** *Étude Floristique et Biogéographique du Parc National De La Pongara.* Thèse doctorat en Biologie, Université libre de Bruxelles. Faculté des Sciences, 186p.
- 86. de Bélair, G., 1990.** *Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustres et marécageux (El Kala, Est-Algérien).* Thèse de doctorat, Université Montpellier II (FR): 193 p. + tableaux, graphes et cartes (122 p.).
- 87. Delpech R., 2006.** La phytosociologie. Disponible à l'adresse Internet: http://www.tela-botanica.org/page:menu_407.
- 88. Delpech R. & Géhu J.M., 1988.** Intérêt de la phytosociologie actuelle pour la typologie, l'évaluation et la gestion des écosystèmes. In : « La gestion des systèmes écologiques : des progrès de la recherche au développement des techniques », 4e colloque national de l'AFIE & Société d'écologie, Bordeaux, 14-16 mai 1987, 39-52.
- 89. Derridj A., Ghemouri G., Meddour R., & Meddour-Sahar O., 2010.** Approche ethnobotanique des plantes médicinales en Kabylie (wilaya de Tizi Ouzou, Algérie). *Acta Hort.*, 853 : 425-434. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.853.52
- 90. Djah F.M., 2016.** *Ethnobotanique quantitative éléments de réflexion.* Licence III Botanique et Phytothérapie. Université Nangui Abrogoua Ufr SN. 23 p.
- 91. Djelloul R., 2014.** *Cartographie des champignons au niveau du Parc National d'El Kala (Nord Est Algérien).* Thèse de Doctorat es Sciences, Université Badji Mokhtar, Annaba. 260p.

- 92. Dobson HEM., 2000.** The ecology and evolution of pollen odors. Plant systematic and evolution, v.222, Pp: 1-4.
- 93. Donadieu Y., 1982.** Le Pollen. éd. 5 Maloine, p 17-45.
- 94. Donadieu Y., 1983.** Le pollen. Thérapeutique naturelle. 6ème édition, Librairie Maloine S.A. Paris, 97p.
- 95. Dupont F. & Guignard J.L., 2012.** Abrégé de pharmacie (Botanique), 15ème édition. Editions Masson, Paris, 300p.
- 96. Dupont F. & Guignard J.L., 2012.** Abrégé de Botanique, Edition : Paris, Elsevier-Masson, 15ème édition. Éditions, Collection : Abrégés de pharmacie, 300 p.
- 97. Duru M., Langlet A., 1986 :** climat, système de coupe et croissance d'une fétuque élevée, cycle reproducteur et repousses végétatives, revue fourrage N°107 ; pp48-80.
- 98. Dustman J., 1993.** Scanning electron microscopic studies on pollen form honey. Surface pattern of *Sapium sebiferum* and *Euphorbia spp* (Euphorbiaceous). *Apidologie*, 24: 59- 66.
- 99. Eldridge D.J., Westoby M. & Holbrook K.G., 1991.** Soil-surface characteristics, microtopography and proximity to mature shrubs: Effects on survival of several cohorts of *Atriplex vesicaria* seedlings. *Journal of Ecology* 78: 357-364.
- 100. El Hilah F., Dahmani J. & Zidane L., 2021.** Ethnobotanical study of medicinal plants used to control diabetes in population of the central plateau, Morocco. *Plant Archives*, 21 (2): 560-564.
- 101. El Nagggar S.M. & Sawady N., 2008.** Morphologie du pollen des Malvacées et sa signification taxonomique au Yémen. *Revue Flore méditerranéenne*, 18 : 431-439.
- 102. Emberger L., 1971.** La végétation de la région méditerranéenne (essai d'une classification des groupements végétaux). Dans « Travaux de botanique et d'écologie » ED, Masson et Cie Paris, 25-50.
- 103. Escoffier B. & Pagès J., 2008.** *Analyses factorielles simples et multiples: Objectifs, méthodes et interprétation.* (4ème édition), Editeur, Dunod, Collection Sciences Supérieures, 318 p.
- 104. Faulks P.J., 1958.** An introduction to ethnobotany. Ed. Moredale Publications Ltd., London.

- 105. Faostat, 2014.** Production crops. tomatoes. Mushrooms and truffles. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT Agricultural production database. <http://faostat3.fao.org>.
- 106. Fazal H., Ahmad N., Abbasi B.H., Anwar S. & Basir A., 2013.** DPPH free radical scavenging activity and phenotypic difference in hepatoprotective plant (*Silybum marianum* L.). *Toxicol Ind Health*, 29: 460–467.
- 107. Ford R.I., 1978.** The nature and status of ethnobotany. Anthropological Papers n° 67, Museum of Anthropology, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, 428 p., 57 illustrations, 28 tableaux, 20 contributeurs.
- 108. Fournier P. & Arborio A.-M., 1999.** L'Enquête et ses méthodes: L'observation directe. Armand Colin., p. 843.
- 109. Frontier S. & Pichod-Viale D., 1991.** *Ecosystèmes, structure-fonctionnement, évolution*. Coll. d'Ecol. 21. 1ère éd. Masson. 373 p.
- 110. Funk V.A., Susanna A., Stuessy T.F. & Robinson H., 2009.** Classification of Compositae. Systematics, evolution, and biogeography of Compositae. Evolution, and Biogeography of Compositae, edited by Funk, Vicki Ann, Susana, A., Stuessy, T. F., and Bayer, Randall J., 171–189. Vienna, Austria: International Association for Plant Taxonomy (IAPT).
- 111. Funk V.A., Ba R.J., Er S.K., Chan R., Watson L., Gemeinholzer B., Schilling E., Panero J.L., Baldwin B.G. & Garcia-Jacas N., 2005.** Everywhere but Antarctica: using a super tree to understand the diversity and distribution of the Compositae. Plant Diversity and Complexity Patterns: Local, Regional and Global Dimensions: Proceedings of an International Symposium Held at the Royal Danish Academy of Sciences and Letters in Copenhagen, Denmark, 25-28 May, 2003, 55:343.
- 112. Gherairia N., 2020.** *Etude ethnobotanique, caractérisation chimique et activités biologiques des huiles essentielles du genre Thymus de la région de Souk-Ahras*. Thèse de Doctorat es Sciences, Université Mohamed Cherif Messaadia-Souk Ahras (Algérie), 156 p.
- 113. Girardi C., 2015.** *Recherche d'accepteurs de Michael à visée antiparasitaire à partir d'une Asteraceae 'Pseudelephantopus spiralis (Less.) Cronquist'*. Thèse de Doctorat de l'Université de Toulouse, France, 158p.

- 114. Girard M. & Maley J., 1987.** Étude palynologique. *In* Autopsie d'une momie égyptienne du musée de Lyon. *Nouvelles Archives du Museum d'Histoire Naturelle de Lyon*, (25) :103-110.
- 115. Gorenflot R. & De Foucault B., 2005.** Initiation à la phytosociologie. Complément au chapitre 23. *In* : Biologie végétale, les Cormophytes. éd. Dunod, 1-27.
- 116. Gounot M., 1969.** *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Masson, Paris, 314p.
- 117. Graziose R., Lila M.A. & Raskin I., 2010.** Merging traditional Chinese medicine with modern drug discovery technologies to find novel drugs and functional foods. *Current drug discovery technologies*, 7 (1): 2-12.
- 118. Grace J. ,1990** : On the relationship between plant traits and competitiveability», *Perspective on Plant Competition* , Edition , Academie Press, San Diego, p51-65.
- 119. Guérin B., & Michel F., 1993.**Pollen et Allergie. Ed. Allerbio, Varennes-en Agronne, 279p.
- 120. Guinochet M., 1973.** *La phytosociologie*. Masson, Paris 227 p.
- 121. Hadjadj K., Benaissa M., Mahammedi M., Ouragh A. & Rahmoué A., 2019.** Importance des plantes médicinales pour la population rurale du Parc National de Djebel Aissa (Sud-Ouest algérien). *Lejeunia*, 199: 1-12.
- 122. Hamel T., Sadou S., Seridi R., Boukhdir S., Boulemtafes A., 2018.** Pratique traditionnelle d'utilisation des plantes médicinales dans la population de la péninsule de l'Edough (nord-est algérien). *Ethnopharmacologia*, 59: 75-81.
- 123. Hamel T., Boulemtafes A. & Bellili A., 2018.** Inventaire des ptéridophytes dans le Parc National d'El Kala (Algérie orientale). *Acta Botanica Malacitana*, 43: 1-12. DOI: <http://dx.doi.org/10.24310/abm.v43i0.4909>
- 124. Hamel T. & Boulemtafes A., 2017.** Les plantes butinées par les abeilles à la péninsule de l'Edough (nord-est algérien), *Livestock Research for Rural Development* 29 (9) : 1-14.
- 125. Harkati B., 2011.** *Valorisation et identification structurale des principes actifs de la plante de la famille Asteraceae: Scorzonera undulata*. Thèse de doctorat en sciences, spécialité: chimie organique option: phytochimie, Université Mentouri- Constantine, 195p.

- 126. Hayat K., Khan W.M., Khan M.N. & Shah S.N., 2023.** Pollen morphological investigation of selected species of family Asteraceae from Pakistan by using light and scanning electron microscopy. *Microscopy Research and Technique*, 1-16. DOI <https://doi.org/10.1002/jemt.24308>.
- 127. Henderson J. & Harringtons J.P., 1914.** Ethnozoology of the Tewa Indians. *Bureau of American Ethnology Bulletin*, 56:1–76.
- 128. Hengeveld R., 1990.** Biogéographie dynamique. Cambridge: La Presse de l'Université de Cambridge. *Progress in Physical Geography Earth and Environment* 15(1): 122-122. DOI:10.1177/030913339101500117
- 129. Hobbs R.J. & Mooney H.A., 1995.** Effects of episodic rain events on Mediterranean climate ecosystems. In: Roy, J., Aronson, J. & Di Castri, F. (Eds.). *Time scales of biological responses to water constraints*. 71- 85. SPB Academic Publishing, Amsterdam.
- 130. Hoen C., 1999.** *Physiologie Végétale*. 6ème Ed., Dunod, Paris, 323 P.
- 131. Hounnankpon Y., Aristide C.A, Akpovi A. & Bruno D., 2012.** Diversité spatiotemporelle des ressources florales autour d'un rucher en zone de végétation de transition soudano-guinéenne au Bénin. *Acta Botanica Gallica*, 159 (1): 97 - 108.
- 132. Hsein S. & Kahouadji A., 2007.** Étude ethnobotanique de la flore médicinale dans la région de Rabat (Maroc occidental). *Lazaro*, 28: 79-93.
- 133. Hussain H., Al-Harrasi A., Abbas G., Rehman N.U., Mabood F., Ahmed I., Saleem M., Van Ree T., Green I.R., Anwar S., Badshah A., Shah A. & Ali, I., 2013.** The Genus *Pluchea*: Phytochemistry, Traditional Uses, and Biological Activities. *Chemistry and Biodiversity*, 10, 1944-1971.
- 134. Husson F., Josse J. & Pagès J., 2010.** *Analyse de données avec R - Complémentarité des méthodes d'analyse factorielle et de classification*. 42èmes Journées de Statistique, 2010, Marseille, France, 1-7, <https://inria.hal.science/inria-00494779>
- 135. Imran K., Naser M.A., Hasan F., Akash T., Riaz U. & Muhammad A., 2014.** Application of ethnobotanical indices on the use of traditional medicines against common diseases. *Evid. Based. Complement. Alternate. Med.*, 635371. doi: 10.1155/2014/635371.
- 136. Ionesco T. , Sauvage., 1962 :** Les types de végétation du Maroc: essai de nomenclature et définition. *Revue de géographie du Maroc Rabat*, p74-87.

- 137. Jack A.R., Norris P.L. & Storrs F.J., 2013.** Allergic contact dermatitis to plant extracts in cosmetics. *Seminars in cutaneous medicine and surgery*, 32:140-46. DOI: 10.12788/j.sder.0019.
- 138. Janine P., 1996.** Recherche biochimique et physiologie sur les pollens emmagasinés par les abeilles. *Ann. Abeille*, 9(3), 209-236.
- 139. Jdaidi N. & Hasnaoui B., 2016.** Etude floristique et ethnobotanique des plantes médicinales au nord-ouest de la Tunisie: cas de la communauté d'Ouled Sedra. *Journal of Advanced Research in Science and Technology*, 3(1): 281-291.
- 140. John J., Skvarlaa M.L., DeVoreb W. & Chissoec F., 2005.** Sculpture lophate du pollen de Vernoniae (Compositae). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 133 : 51–68.
- 141. Kaabeche M., 1990.** *Les groupements végétaux de la région de Bousaada (Algérie) ; essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb.* Thèse de Doctorat en Sciences biologiques et fondamentales appliquées. Univ. - Paris-Sud, Centre Orsay, 104 p. + Ann.
- 142. Kadid Y., Thébaud G., Pétel G. et H. Abdelkrim, 2013.** Les communautés végétales aquatiques de la classe des *Potametea* du lac Tonga, El-Kala, Algérie, *Acta Botanica Gallica* 154(4): 597-61. DOI:10.1080/12538078.2007.10516082.
- 143. Kassambara A., 2017.** Practical guide to cluster analysis in R: Unsupervised machine learning (Vol. 1). Sthda. 205p.
- 144. Ketfi L., 2016.** *Etude aéropalynologique de l'atmosphère d'El-Hadjar, Annaba.* Thèse Doctorat, Uni. Badji Mokhtar, Annaba. 193p.
- 145. Kerharo J. & Adam J.G., 1974.** La Pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Plantes médicinales et toxiques. [compte-rendu], journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, Année 1974 21-1-3. 76-77.
- 146. Kim K.J., Choi K.S. & Jansen R.K., 2005.** Two chloroplast DNA inversions originated simultaneously during the early evolution of the sunflower family (Asteraceae). *Mol. Biol. Evol.*, 22: 1783-1792. <https://doi.org/10.1093/molbev/msi174>.
- 147. Kouob B.S., 2009.** Organisation de la diversité végétale dans les forêts matures de terre ferme du Sud-Est Cameroun. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, 195 p.
- 148. Klech A., Boutabia L. , Chefrou A., 2022.** Ethnobotanical study of Asteraceae from El Kala National Park (North-East of Algeria). *Plant Archives*, 22(2): 124-130. <https://doi.org/10.51470/PLANTARCHIVES.2022.v22.no2.022>

- 149. Kraft M-M., 1943.** Méthode spéciale de coloration des grains de pollen, Thèse doctorat en Biologie, Ein Dienst der ETH-Bibliothek ETH Zürich, Rämistrasse 101p, 8092 Zürich, Schweiz. www.library.ethz.ch <http://www.e-periodica.ch>.
- 150. Kremer A., 2000.** Changements climatiques et diversité génétique. *Revue Forestière Française*, 52, 91. <https://doi.org/10.4267/2042/5408>.
- 151. Lahsissene H. & Kahouadji A., 2010.** Analyse ethnobotanique des plantes médicinales et aromatiques de la flore marocaine: cas de la région de Zaër. *Phytothérapie*, 8: 202-209.
- 152. Laine A., 2000.** La palynologie. Ed. *Archeologia* (1): 43-45.
- 153. Laouar H., 2017.** Analyses polliniques et physico-chimiques des miels du Nord Est algérien. Thèse de Doctorat *es Sciences en Biologie Végétale*. Univ. Badji Mokhtar Annaba. 159p.
- 154. Lazli A., Beldi M., Ghouri L., Nouri NEH., 2019.** Étude ethnobotanique et inventaire des plantes médicinales dans la région de Bougous (Parc National d'El Kala-Nord-Est algérien). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 88: 22-43.
- 155. Léger, N., Depaquit, J., Ferté, H., 2000.** Les phlébotomes (Diptera-Psychodidae) de l'île de Chypre. Description de *Phlebotomus (Transphlebotomus) economidesi* n. sp. *Parasite*, 7: 135-141
- 156. Lê S., J. Josse J. & Husson F., 2008.** Factominer: An R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software*, 2 (1): 1–18.
- 157. Lelievre F., Volaire F., 1993.** rythme saisonniers de quelques espèces fourragères utilisables en complément des parcours naturels en, revue fourrage n°133 ,p59-81.
- 158. Lezine A.M., 2011.** *Introduction à la Palynologie*. Edit, Société Géologie Nancy, France.110 p.
- 159. Le Houerou H. N., Claudin J. et Pouget M., 1977.** Etude bioclimatique des steppes Algériennes. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord Alger.* t. 68, fasc. J et 4: 33-74.
- 160. Li T-C. & Mündel H-H., 1996.** Safflower, *Carthamus Tinctorius* L. Edition, International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy: IPGRI, Vol 7, 89p.

- 161. Lieux M. H., 1980.** Acetolysis applied to microscopical honey analysis. *Grana*, 19, 57-61.
- 162. Loukkas, A., 2006.** *Atlas des parcs nationaux algériens*. Ed. Diwane, Tissmsilet, 96 p.
- 163. Louveaux J., Maurizio A. & Vorwohl G., 1978.** Methods of Melissopalynology. *Bee World*, 59, 139-157.
- 164. Lyss G., Schmidt T., Merfort I. & Pahl H.L., 1998.** Helenalin, an anti-inflammatory sesquiterpene lactone from Arnica, selectively inhibits transcription factor NF-kappaB. *Journal Biological Chemistry*, 273: 33508-16. <https://doi.org/10.1515/bchm.1997.378.9.951>.
- 165. Ma F. & Hanna M.A., 1999.** Biodiesel production: A review. *Bioresource technology*, 70 (1): 1-15.
- 166. Mansouria Amel 2001.** Essai de fertilisation des parcours dans la commune d'el tarf, thèse magistère, université badji mokhtar, 149p.
- 167. Maire R., 1952.** Flore de l'Afrique du nord. Volume 1, ptéridophyte; gymnosperme et monocotylédone. Edition le chevalier, paris, 371 p.
- 168. Margalef R., 1958.** Théorie de l'information en écologie. Système général. 3, 36-71.
- 169. Marouf A. & Reynau J., 2007.** La Botanique de A à Z . éd. Dunod, pp : 238- 239.
- 170. Margiouda K.A., Abraham M.E., Kyriazopoulos P.A., Papadimitriou M., Parissi M.Z., 2016.** Floristic diversity of the understory in *Pinus brutia* plantations as affected by elevation and grazing intensity. Ecosystem services and socio-economic benefits of Mediterranean grassland, Zaragoza: CIHEAM Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens. n. 114 2016. 399-402
- 171. Marre A. 1987.** *Étude géomorphologique du Tell oriental algérien du Collo à la frontière tunisienne*. Thèses, Doc. Univ. d'Aix-Marseille, 559p.
- 172. Maurizio A. & Louveaux J., 1961.** Pollen de plantes mellifères d'Europe II. *Pollen et Spores*, 3(2): 219 -246.
- 173. Mbagwu F.N. & Edeoga H.O., 2006a.** Observations on the vegetative and floral morphology of some *Vigna* species (Leguminosae-Papilionoideae). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(9): 1754-1758.

- 174. Mbagwu F. N. et Edeoga H.O., 2006b.** Palynological Studies on Some Nigerian species of *Vigna* sp. *Journal of Biological Science*, 6 (6): 1122-1125.
- 175. McNeely, J. A., Miller, K. R., Reid, W. V., Mittermeier, R. A., Werner, T. B., 1990.** Conserving the world's biological diversity. Ed. World Bank. Washington, DC, Etats-Unis et UICN, Gland, Suisse. pp.193
- 176. Médail F. & Vidal E., 1998.** Organisation de la richesse et de la composition floristique d'îles de la Méditerranée occidentale (sud-est de la France). *Can. J. Botany*, 76: 321-331. doi: 10.1139/b97-135.
- 177. Médail F. & Quezel P., 1997.** Analyse des points chauds pour la conservation de la biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen. *Anne. Mo. Bot. Gard.*, 84, 121-127.
- 178. Meddour R., Meddour-Sahar O. & Derridj A., 2011.** Plantes médicinales et leurs usages traditionnels en Kabylie (Algérie) : une enquête ethnobotanique. *Planta Medica*, 77-29.
- 179. Meddour R., 2008.** La méthode phytosociologique sigmatiste, université de Tizi Ouzou, Algérie, http://www.telabotanica.org/page:methode_phytosociologique_sigmatiste.
- 180. Mehdioui R. & Kahouadji A., 2007.** Etude ethnobotanique auprès de la population riveraine de la forêt d'Amsittène: cas de la commune d'Imin'Tlit (Province d'Essaouira). *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat, section Sciences de la Vie*, 29: 11-20.
- 181. Mekideche S., 2019.** *Influence des perturbations sur la dynamique de la diversité végétale des écosystèmes forestiers du Nord de l'Algérie (Atlas Tellien)*. Thèse de Doctorat, USTHB, Algérie, 167p + annexes.
- 182. Merfort I., 2011.** Perspectives on sesquiterpene lactones in inflammation and cancer. *Curr. Drug Targets*, 12: 1560-1573.
- 183. Mert C., 2010.** Anther and Pollen Morphology and Anatomy in Walnut (*Juglans regia* L.). *American Society for Horticultural Science*, 45 (5): 757-760.
- 184. Messaoudene M., Laribi M., Laribi M., Derridj A., 2007.** Etude de la diversité floristique de la forêt de l'akfadou. *Bois Forests Trop.*, 291:75-81.
- 185. Minckley, R.L., T.H. Roulston, 2006.** Incidental mutualisms and pollen specialization among bees, pp. 69-98. In, *Plant-Pollinator Interactions: From Specialization to Generalization*. Waser, N.M. and J. Ollerton (eds.), Univ. of Chicago Press.

- 186. Monod T., 1957.** *Les grandes subdivisions chorologiques de l'Afrique.* Pub. ACTC/CSA 24, 146 p. n° 7. New York.: 225-283.
- 187. Moore P.D., Webb J.A. & Collinson M.E., 1991.** *An illustrated guide to pollen analysis.* 2nd edition. Oxford, UK, Blackwell Scientific Publications. 305p.
- 188. Moore P.D. & Webb J.A., 1978.** *An Illustrated Guide to Pollen Analysis.* Londres, Hodder and Stoughton, viii, 133 p.. DOI : <https://doi.org/10.7202/1000329ar>.
- 189. Mora C., Tittensor D.P., S. Adl, A.G.B. Simpson & Worm B., 2011.** How many species are there on earth and in the ocean?. *PLoS Biol* 9 (8): e1001127. DOI: 10.1371/journal.pbio.1001127
- 190. Müller A. & Kuhlmann M., 2008.** Pollen hosts of western palearctic bees of the genus *Colletes* (Hymenoptera: Colletidae): the Asteraceae paradox. *Biological Journal of the Linnean Society*, 95: 719–733.
- 191. Narinderjit S., Kiran R., Harish K.S., Meena T. & Thakur R.K., 2017.** Palynological Studies to Determine Pollen Resources of *Bombus haemorrhoidalis* Smith. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6 (9): 2590-2602. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.609.319>.
- 192. Ndayishimiye J., Bigendako M. J., Lejoly J., Sibomana S., Koffi J. K. & Bogaert J., 2010.** Modèle de distribution des Mimosoideae de l’Afrique Centrale. In: van der Burgt X., van der Maesen J. & Onana J.-M. (eds.), *Systematics and conservation of African plants*, pp. 243-250. Royal Botanic Gardens, Kew
- 193. Necer A., Tadjine A., Belouahem-Abed D. & Saoudi M., 2019.** Vegetation heterogeneity of black alder forests in and around El-Kala, Biosphere Reserve, northeastern Algeria. *Botanical Sciences*, 97(1) : 13-34.
- 194. Necib A. & Boughediri L., 2012.** Le contenu pollinique de l’atmosphère de la région de Sidi Amar (Annaba, Algérie). 22èmes Journées Nationales de Biologie de la SSNT, 15-18 décembre, Hammamat, Tunisie: 128.
- 195. Noss, R.F. 1990 :** Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach, revue; *Conservation Biology* n° 4, 355-364.
- 196. Olivier L., Muracciole M. & Reduron J.P., 1995.** Premiers bilans sur la flore des îles des la Méditerranée. État des connaissances et conservation. *Ecologia Mediterranea*, 21-1-2 , 355-372.

- 197. Ortiz S. & Coutinho A.P., 2001.** Achyrothalamus reduced to Erythrocephalum (Asteraceae, Mutisieae). *International journal of plant taxonomy*, Taxon, 50: 389–403.
- 198. Orth D. & Balay C., 2010.** Biodiversité des prairies permanentes : Une méthode simple de diagnostic. Ed. Educagri, Approches Dijon. 141p.
- 199. Orth D., Loiseau P., Loisel A. & Balay C., 2004.** Un cas d'évaluation phytosociologique de la biodiversité : options et questions. *Fourrages*, 179 : 335-352.
- 200. Ouedraogo I., Savadogo P., Tigabu M., Cole R., Oden P.C. & Ouadba J.-M., 2008.** Trajectory analysis of forest cover change in the tropical dry forest of Burkina Faso. *West Africa. Landsc. Res.*, 36 (3): 303-320.
- 201. Ouelmouhoub S., 2005.** *Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du parc national d'El Kala (Algérie)*. Montpellier, CIHEAM-IAMM, série « Master et Science » n° 78, 129p.
- 202. Ozenda P., 1982.** *Les végétaux dans la Biophère*. Revue de Géographie, Alpine, 70-3. 310-311.
- 203. Policot P., Le Bourgeois T., Daget Ph. & Toutain B., 2002.** Perspectives pour le développement de la botanique au CIRAD, 18p.
- 204. Panero J.L. & Crozier B.S., 2016.** Macroevolutionary dynamics in the early diversification of Asteraceae. *Mol. Phylogenet.* 99: 116–132. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2016.03.007>. Quer, J., 1764. Flora Espa.
- 205. Paulsen E., Chistensen L.P. & Andersen K.E., 2008.** Cosmetics and herbal remedies with Compositae plant extracts: are they tolerated by Compositae-allergic patients? *Contact Dermatitis*, 58 (1): 15-23.
- 206. Pereira Coutinho A., Almeida da Silva R., Sá da Bandeira D. & Ortiz S., 2012.** Pollen Morphology in Tribe Dicomeae Panero and Funk (Asteraceae). *Plant Systematics and Evolution*, 298 (10): 1851–65. <http://www.jstor.org/stable/43558385>.
- 207. Pearce J. & Ferrier S., 2000.** Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression. *Ecological Modelling* 133: 225-245.
- 208. Picman A.K., 1986.** Biological activities of sesquiterpene lactones. *Biochemical systematics and Ecology*, 14(3): 255-281.

- 209. Pignatti S., 1982.** *Flora d'Italia*. Vol I., Ed. Agricole, Bologna, p 29.
- 210. Piroux A. 2002.** *Évolution des classifications botaniques: utilitaires, morphologiques, phylogéniques*. DESS Ingénierie documentaire, Lyon 50.
- 211. Pons A. 1970.** *Le pollen. Collections, que sais-je?* Edition Presse Universitaire de France. Paris. 128p.
- 212. Poulsen A.D., Hafashimana D., Eilu G., Liengola I.B., Ewango C.E.N. , Hart T.B., 2005.** Composition and species richness of forest plants along the Albertine Rift, Africa. *Biologiske Skrifter* 55: 129-143.
- 213. Portères R., 1961.** L'éthnobotanique: place - objet - méthode - philosophie. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 8 (4-5): 102-109. DOI: 10.3406/jatba.1961.6902.
- 214. Prieu C., 2015.** Evolution et Développement des grains de pollen chez les Angiospermes. Université Paris-Saclay, Français, P 42-49.
- 215. Quézel P. & Santa S., 1962-1963.** Nouvelles flores de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CNRS, Paris, 2 Tomes. 1170p.
- 216. Quézel P. & Barbero M., 1991.** Caractéristiques écologiques, dynamiques et structurales des populations naturelles de sapins sur le pourtour méditerranéen. *In* : Ducrey M. & Oswald H. (éds.). *Sapins méditerranéens : adaptation, sélection et sylviculture*. Avignon (France) 11-15 juin 1990 : 3-25.
- 217. Quézel P., Barbero M., Benabid A. & Rivas - Martinez S., 1995.** Les structures de végétation arborées à Acacia sur le revers méridional de l'Anti-Atlas et dans la vallée inférieure du Draa (Maroc). *Phytocoenologia*, 25 : 279 - 304.
- 218. Quezel P., 1976 –** Les forêts du pourtour méditerranéen ; in'' Forêts et maquis méditerranéen : écologie, conservation et aménagement''. Notes techniques du MAB N° 2, UNESCO, Paris : 10-23.
- 219. Rahayu S.I., Purba R. & Matondang I., 2021a.** Ethnobotanical study of medicinal plants inurug indigenous village, Bogor district, Indonesia. *Plant Archives*, 21 (2): 116-125.
- 220. Rahayu S.E., Marisa Y. & Matondang I. 2021b.** Ethnobotanical studies of medicinal plants used in managing diabetes mellitus in Rejang Lebong districts, Bengkulu - Indonesia. *Biosaintifika*, 13 (3): 275-283.
- 221. Ramade F., 1994.** *Éléments d'écologie: écologie fondamentale*. 2ème édition, Ed. Science Internationale, Paris. 576p.

- 222. Reddy S.M., Mahender Reddy M., Srinivas Reddy A., Madhusudhana Rao M. & Janardhana Chary S., 2008.** *University botany III (plants taxonomy, plant embryology, plant)*. 1st Edition, par new age international, 388 p.
- 223. Reeb M., 2008.** *Biologie végétale- associations et interactions chez les plantes*. Ed : Dunod, Paris, 164 p.
- 224. Regel 1954.** Ethnobotanique et végétation. 8ème Congrès International de Botanique, Paris. Rapports et Communications 15 : 34-35.
- 225. Reille M. 1990.** *Leçons de palynologie et d'analyse pollinique*. Ed. CNRS, Paris. 206p.
- 226. Renault-Miskovsky J. & Petzold M., 1992.** *Spores et pollen*. Ed. La Duralie, Paris. 248p.
- 227. Reveal J.L., 2012.** An outline of a classification scheme for extant flowering plants. *Phytoneuron*, 37: 1-221.
- 228. Rhattas M., Douira A. & Zidane L., 2016.** Étude ethnobotanique des plantes médicinales dans le Parc National de Talassemtane (Rif occidental du Maroc). *Journal of Applied Biosciences*, 97: 9187-9211.
- 229. Richard D., Chevolet P. & Fournel S., 2012.** *Biologie*. Ed. 2. p 606-610.
- 230. Roland J., Roland F., El Maarouf-Bouteau H. & Bouteau F., 2008.** *Atlas biologie végétale*. Ed. 9ème Dunod, Paris. 140 p.
- 231. Saidi B., Latrech A., Dif M.M. & Hakemi Z., 2015.** Phytoecological and phytogeographical study on *Asteraceae* family of Tessala Mount (Western Algeria). *Global Journal of Biodiversity Science and Management*, 5(1): 1-9.
- 232. Salamah A., Luthfikasari R. & Dwiranti A., 2019.** Pollen morphology of eight tribes of *Asteraceae* from Universitas Indonesia Campus, Depok, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(1), 152-159.
- 233. Salhi S., Fadli M. & Zidane L., 2010.** Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *Lazaroa*, 31: 133–46.
- 234. Samraoui B. & de Bélair G., 1998.** Les zones humides de la Numidie orientale. Bilan des connaissances et perspectives de gestion. Synthèse (numéro spécial), 4, 1–90.
- 235. Saxena M. R., 1993.** *Palynology, a treatise*. Oxford and I.B.H. Publishing C.O. 109 p.

- 236. Schmidt M., Ouédraogo A., Dressler S. & Thiombiano A., 2016.** Méthodes De Collection D'herbiers. *Annales des Sciences Agronomiques* 20 – spécial Projet Undesert-UE : 177-185.
- 237. Sensöz S. & Angin D., 2008.** Pyrolysis of safflower (*Charthamus tinctorius* L.) seed press cake: part 1. The effects of pyrolysis parameters on the product yields. *Bioressour Technol*, 99(13): 5492-7. DOI: 10.1016/j.biortech.2007.10.046.
- 238. Shubharani R., Roopa P. & Sivaram V., 2013.** Pollen morphology of selected bee forage plants. *Global Journal of Bio-Science and Biotechnology*, 2: 82-90.
- 239. Singh D. & Dathan A., 1980.** Programme and Abstracts. Conference on the Biology and Chemistry of the *Cucurbitaceae*, August 3-6. Cornell University, Ithaca, New York.
- 240. Singh G., 2004.** *Plant Systematics: An Integrated Approach*. Science Publishers, 561p.
- 241. Sinsin B., 1993.** Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, production et capacité de charge des pâturages du périmètre Nikki-Kalale au Nord-Benin. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, 350 p.
- 242. Skvarla J.J., Pastel V.C. & Tomb A.S., 1977.** Pollen morphology in the Compositae and in related families. *In: Biology and Chemistry of the Compositae*. (Eds.): V.H. Heywood, J.B. Harbrone, H.L. Turner. Academic Press, London, 2 : 141-265.
- 243. Slik J.W.F., Poulsen A.D., Ashton P.S., Cannon C.H., Eichhorn K.A.O., Kartawinata K., Lanniari I., Nagamasu H., Nakagawa M., Van Nieuwstadt M.G.L., Payne J., Purwaningsih Saridan A., Sidiyasa K., Verburg R.W., Webb C.O. & Wilkie P., 2003.** A floristic analysis of the lowland dipterocarp forests of Borneo. *Journal of Biogeography* 30: 1517-1531.
- 244. Soma A., Sanon S., Gansané A., Ouattara LP., Ouédraogo N., Nikiema J-B. & Sirima SB. 2017.** Antiplasmodial activity of *Vernonia cinerea* Less (Asteraceae), a plant used in traditional medicine in Burkina Faso to treat malaria. *Afr J Pharm Pharmacol.*, 11:87–93. doi: 10.5897/AJPP2016.4703.
- 245. Sheil D. & Salim A., 2004.** Forest tree persistence, elephants, and stem scars. *Biotropica* 36(4): 505-521.
- 246. Sonke B., 1998.** *Études floristiques et structurales des forêts de la Réserve de faune du Dja (Cameroun)*. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles; 266 p.

- 247. Stevens P.F., 2012.** Angiosperm Phylogeny. Disponible dans le Website. Version 12, July 2012. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.
- 248. Stevens P.F., 2018.** Angiosperm phylogeny website. Version 14, July 2017 <http://www.Mobot.org/M,OBOT/research/APweb/>(assessed March 2019).
- 249. Tahri N., El Basti A., Zidane L., Rochdi A. & Douira, A., 2012.** Étude ethnobotanique des plantes médicinales dans la province de Settat (Maroc). *Journal of Forestry Faculty of Kastamonu University*, 12 (2): 192-208.
- 250. Tangarife M., Caetano CM. & Chávezsérvia JI., 2011.** Palynology of some species of *Passifloraceae* Neotropical. *Rev Investig Univ Quíndio*, 22: 141-149.
- 251. Tchuenguem Fohouo F.-N., Pauly A., Messi J., Brückner D., Ngamo Tinkeu L. & Basga E., 2004.** Une abeille afrotropicale spécialisée dans la récolte du pollen de Graminées (Poaceae): *Lipotriches notabilis* (Schletterer 1891) (Hymenoptera Apoidea Halictidae). *International Journal of Entomology, Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*, 40 (2). <https://doi.org/10.1080/00379271.2004.10697411>.
- 252. Tlili N. 2000.** *Influence de la pollution atmosphérique globale sur certains caractères du pollen des arbres de la famille des Rosaceae dans les régions d'Annaba*. Thèse Magistère en Biologie, Université d'Annaba, 97p.
- 253. Turner IM., 1996.** The architecture and allometry of mangrove saplings. *Functional Ecology*, 9: 205-212.
- 254. Vaissie P., Monge A. & Husson F., 2017.** Perform Factorial Analysis from « FactoMineR » with a Shiny Application. R package version 1.0.6 : (s.n.), URL : <https://CRAN.R-project.org/web/packages/Factoshiny/Factoshiny.pd>.
- 255. Véla E. & Benhouhou S., 2007.** Evaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *C. R. Biologies*, 330: 589–605.
- 256. Verlaque R., Médail F. & Aboucaya A., 2001.** Valeur prédictive des types biologiques pour la conservation de la flore méditerranéenne. *Life Sciences*, 324 :1157-1165.
- 257. Vestal PA. & Schultes R.E., 1939.** *The economic botany of the Kiowa Indians: as it relates to the history of the tribe*. Edition Botanical Museum Cambridj, 140p.
- 258. Vignau-Loustau L. , Huyghe C. 2008 .** Stratégies alimentaires. Pâturage-ensilage-foin. édition La France Agricole, 336p.

- 259. Vivian-Smith G., 1997.** Microtopographic heterogeneity and floristic diversity in experimental wetland communities. *Journal of Ecology* 85: 71-82.
- 260. Walker B.H., 1992.** Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation Biology*, 6:18.
- 261. Walker B.H., 1995.** Conserving Biological diversity through ecosystem resilience. *Conservation Biology*, 9: 747-752.
- 262. Wang G.-W., Qin J.-J., Cheng X.-R., Shen Y.-H., Shan L., Jin H.-Z. & Zhang W.-D., 2014.** *Inula sesquiterpenoids*: structural diversity, cytotoxicity and anti-tumor activity. *Expert Opinion on Investigational Drugs*, 23 (3): 317-45.
- 263. Wodehouse R.P., 1935.** *Pollen grains: their structure, identification and significance, in science and medicine*. Ed: Hafner Publishing CO, New York, 66-76.
- 264. Wodehouse R.P., 1930.** Pollen grains in identification and classification of plant V. haplopappus and other Asteraceae: the origin of their furrow configuration. *Bull Torrey Botanical Club*, 57: 21-46.
- 265. Yahi N., Vela E., Benhouhou S., de Bélair G. & Gharzouli R., 2012.** Identifying Important Plants Areas (Key Biodiversity Areas for Plants) in northern Algeria. *Journal of Threatened Taxa*, 4 (8) : 2753-2765. <https://doi.org/10.11609/JoTT.o2998.2753-65>
- 266. Yahia N. & Marniche F., 2019.** Inventaire des espèces lichéniques et estimation de la qualité de l'air dans le massif forestier de Chréa. *Revue des BioRessources*, 9 (1) : 38 – 50.
- 267. Yapi A. B., Kassi N. J., Fofie N. B. Y. & Zirihi G. N., 2015.** Etude ethnobotanique des Asteraceae médicinales vendues sur les marchés du district autonome d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(6): 2633-2647.
- 268. Yin X., Ma H., You Q., Wang Z., & Chang J., 2012.** Comparison of four different enhancing methods for preparing biodiesel through transesterification of sunflower oil. *Applied Energy*, 91 (1): 320- 25.
- 269. Younesse G. & Saporta G., 2004.** Une méthodologie pour la comparaison des partitions. *Revue de Statistique Appliquée*, 52 (1): 97-120.
- 270. Zavada M. & de Villiers S., 2000.** Pollen of the Asteraceae from the Paleocene-Eocene of South Africa. *Grana*, 39: 39-45.

- 271. Zedam A., Mimeche F., Benkherif M., Sarri D. & Fenni M., 2016.** Diversity and plant distribution according to the topographical factors in Djebel Messaad forest (M'Sila-Algeria). *Advances in Environmental Biology*, 10 (6): 27-38.
- 272. Zehra E., 2005.** Resurgence of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) utilization: a global view. *Journal of Agronomy*, 4 (2): 83-87.
- 273. Zheng X., Wang W., Piao H., Xu W., Shi H. & Zhao C., 2013.** The genus *Gnaphalium* L. (Compositae): phytochemical and pharmacological characteristics. *Molecules* (Basel, Switzerland), 18 (7): 8298-8318.

ANNEXES

Station	Altitude	Pente	Cordonnées de GPS	
			Latitude	Longitude
Sub1	60	25	36°51'48.51"N	8°25'10.21"E
Sub2	110	15	36°51'24.58"N	8°28'27.03"E
Sub3	194	15	36°42'58.03"N	8°27'17.48"E
Sub4	69	13	36°50'49.07"N	8°20'30.89"E
Sub5	182	15	36°47'13.95"N	8°33'49.34"E
Sub6	311	14	36°50'42.99"N	8°35'22.16"E
Sub7	194	12	36°44'28.92"N	8°26'0.16"E
Sub8	25	13	36°42'31.36"N	8°14'34.72"E
Sub9	194	15	36°40'47.15"N	8°21'38.30"E
Sub10	195	14	36°36'40.17"N	8°23'1.79"E
Sub11	195	29	36°37'31.45"N	8°24'3.96"E
Sub12	270	15	36.72'0.37"N	8.42'4.32"E
Sub13	354	28	36°38'43.91"N	8°22'42.80"E
Sub14	200	19	36°40'46.18"N	8°21'38.67"E
Sub15	25	10	36°42'33.44"N	8°14'34.32"E
Sub16	900	64	36°32'38.02"N	8°16'35.12"E
Maq1	69	22	36°49'24.46"N	8°20'40.23"E
Maq2	194	26	36°44'39.40"N	8°26'6.66"E
Maq3	46	9	36°45'59.93"N	8°23'2.85"E
Maq4	100	11	36°47'50.50"N	8°30'23.64"E
Maq5	180	16	36°47'14.62"N	8°33'49.05"E
Maq6	81	11	36°52'22.78"N	8°35'26.45"E
Maq7	44	10	36°52'59.22"N	8°35'37.15"E
Maq8	284	28	36°41'20.88"N	8°23'0.89"E
Maq9	244	29	36°41'34.78"N	8°23'1.63"E
Maq10	32	8	36°48'18.58"N	8°25'20.22"E
Maq11	113	31	36°47'55.07"N	8°28'43.91"E
Maq12	112	30	36°48'32.65"N	8°28'7.48"E
Maq13	125	27	36°51'37.22"N	8°15'57.21"E
Maq14	23	4	36°53'21.52"N	8°18'6.99"E
Maq15	50	5	36°49'7.60"N	8°12'25.74"E
Maq16	18	7	36°46'33.01"N	8°14'13.70"E
Zén1	1100	66	36°36'12.25"N	8°23'22.77"E
Zén2	1155	60	36°35'54.46"N	8°23'18.78"E
Zén3	1100	61	36°36'25.87"N	8°23'42.72"E
Zén4	1050	59	36°36'41.30"N	8°23'49.37"E
Zén5	991	55	36°35'57.32"N	8°23'16.72"E
Zén6	989	43	36°35'58.57"N	8°23'28.09"E

Zén7	910	42	36°36'12.61"N	8°23'6.25"E
Zén8	1070	62	36°36'58.66"N	8°23'30.79"E
Zén9	1002	61	36°36'12.22"N	8°23'15.89"E
Zén10	915	47	36°36'18.10"N	8°23'1.30"E
Zén11	901	45	36°36'24.53"N	8°23'28.22"E
Zén12	1010	63	36°36'44.20"N	8°23'17.63"E
Zén13	990	56	36°35'56.27"N	8°23'19.92"E
Zén14	989	55	36°35'44.77"N	8°23'12.86"E
Zén15	1000	76	36°36'11.99"N	8°23'2.34"E
Zén16	950	51	36°36'36.46"N	8°23'29.04"E
Lac1	41	9	36°49'5.44"N	8°23'47.09"E
Lac2	29	9	36°49'55.77"N	8°25'5.10"E
Lac3	20	6	36°52'43.26"N	8°18'46.08"E
Lac4	62	6	36°50'48.40"N	8°20'31.30"E
Lac5	4	50	36°52'9.10"N	8°24'30.95"E
Lac6	33	6	36°51'54.05"N	8°23'32.80"E
Lac7	5	7	36°51'27.27"N	8°28'28.08"E
Lac8	29	7	36°47'49.58"N	8°30'22.68"E
Lac9	12	7	36°52'4.91"N	8°32'34.83"E
Lac10	9	7	36°51'13.53"N	8°28'26.48"E
Lac11	22	6	36°52'17.77"N	8°29'8.11"E
Lac12	14	5	36°54'22.42"N	8°20'13.32"E
Lac13	26	7	36°53'34.32"N	8°18'17.22"E
Lac14	24	7	36°54'10.51"N	8°18'8.63"E
Lac15	10	8	36°52'46.54"N	8°30'16.75"E
Lac16	11	7	36°52'46.54"N	8°30'16.75"E
Pin1	22	5	36°53'44.31"N	8°21'15.48"E
Pin2	25	5	36°52'4.30"N	8°28'27.48"E
Pin3	27	4	36°54'23.31"N	8°21'7.99"E
Pin4	20	6	36°54'53.63"N	8°21'4.07"E
Pin5	35	7	36°52'23.97"N	8°28'37.73"E
Pin6	10	7	36°52'10.62"N	8°28'20.54"E
Pin7	33	5	36°51'59.62"N	8°28'10.31"E
Pin8	15	6	36°51'50.61"N	8°27'49.15"E
Pin9	25	7	36°50'54.04"N	8°10'50.36"E
Pin10	29	7	36°50'57.91"N	8°10'46.18"E
Pin11	24	7	36°50'51.23"N	8°10'22.12"E
Pin12	28	7	36°50'53.46"N	8°10'1.96"E
Pin13	28	8	36°50'53.12"N	8° 9'53.98"E
Pin14	27	7	36°50'58.34"N	8°10'0.25"E
Pin15	42	7	36°51'54.50"N	8°10'44.85"E
Pin16	30	7	36°50'59.94"N	8°10'41.73"E
Pel1	16	6	36°48'21.07"N	8° 7'24.23"E

Annexe 1 : CORDONNEES DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE.

Pel4	22	7	36°47'0.21"N	8°28'33.68"E
Pel5	32	7	36°52'12.57"N	8°32'17.75"E
Pel6	26	7	36°54'8.75"N	8°17'40.26"E
Pel7	19	7	36°54'0.05"N	8°15'43.06"E
Pel8	21	7	36°54'12.02"N	8°17'46.25"E
Pel9	30	6	36°53'47.50"N	8°16'56.77"E
Pel10	31	7	36°47'16.85"N	8°19'9.00"E
Pel11	20	5	36°49'14.35"N	8°7'47.74"E
Pel12	19	5	36°46'39.17"N	8°12'45.00"E
Pel13	16	5	36°49'29.41"N	8°19'16.10"E
Pel14	26	5	36°36'30.71"N	8°18'33.40"E
Pel15	23	5	36°47'30.61"N	8°10'25.26"E
Pel16	20	5	36°48'34.86"N	8°5'54.48"E
P11	20	5	36°54'10.45"N	8°28'46.85"E
P12	15	4	36°54'9.43"N	8°29'4.56"E
P13	27	4	36°54'13.55"N	8°30'53.28"E
P14	10	5	36°56'5.35"N	8°36'38.87"E
P15	122	6	36°55'57.51"N	8°37'1.70"E
P16	60	6	36°56'11.28"N	8°36'32.12"E
P17	10	6	36°54'30.82"N	8°31'24.28"E
P18	33	6	36°54'15.75"N	8°30'26.73"E
P19	24	7	36°54'12.68"N	8°29'17.88"E
P110	17	7	36°53'59.83"N	8°28'21.40"E
P111	64	7	36°55'3.55"N	8°22'29.70"E
P112	66	6	36°55'1.98"N	8°22'38.41"E
P113	63	6	36°55'2.56"N	8°22'24.66"E
P114	83	6	36°55'3.15"N	8°22'16.98"E
P115	10	6	36°55'3.18"N	8°20'53.19"E
P116	102	5	36°56'48.85"N	8°14'23.31"E

Annexe 2 : QUESTIONNAIRE D'ENQUETE ETHNOBOTANIQUE

- 1.** Fiche No
- 2.** Nom (herboriste tradipraticien).....
- 3.** Age :
- 4.** Sexe : M .. F
- 5.** Lieu :
- 6.** Quel est le nom vernaculaire de la plante :
- 7.** Connaissez-vous cette plante ? oui non
- 8.** Quelles utilisations faites-vous de cette plante ?
- 9.** Quelles maladies soigne-t-elle ?
- 10.** Quelles parties récolter (Feuilles Ecorces de tronc Racines) ?
- 11.** Quand doit-on récolter ?
- 12.** Faut-il l'utiliser à l'état frais ou sec ?
- 13.** Comment procède t-on au séchage ?
- 14.** Comment se fait la préparation ?
- 15.** En cas de décoction ou d'infusion quelle est la durée correspondante ?
- 16.** Comment utilise-t-on la préparation?

Annexe 3 : LISTE NOMBRE DES ESPECES PAR STATION

Espèces	Sub1	Sub2	Sub3	Sub4	Sub5	Sub6	Sub7	Sub8	Sub9	Sub10	Sub11	Sub12	Sub13	Sub14
<i>Acli.</i>	20	10	8	10	18	25	10	22	9	14	15	32	20	10
<i>Ancl</i>	20	11	3	11	20	17	17	15	13	11	21	17	20	11
<i>Anin</i>	10	8	7	9	10	5	3	12	5	9	10	8	10	8
<i>Anpe</i>	2	2	0	0	1	1	0	0	3	5	6	3	2	2
<i>Anse</i>	30	24	22	15	39	34	26	19	20	28	22	27	30	24
<i>Arar</i>	2	3	3	4	2	4	3	2	3	2	2	3	2	3
<i>Asaq</i>	10	16	12	19	22	16	9	8	7	9	11	10	10	16
<i>Assq</i>	6	2	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	6	2
<i>Bean</i>	20	30	34	29	20	33	21	27	23	22	11	23	20	30
<i>Bepr</i>	10	5	5	6	8	4	4	8	9	20	16	20	10	5
<i>Bepr</i>	3	4	5	6	3	3	5	3	4	2	0	0	3	4
<i>Cama</i>	5	5	6	7	9	6	7	8	8	8	9	10	5	5
<i>Ca nu</i>	8	9	7	6	8	5	6	7	9	9	9	10	8	9
<i>Capy</i>	2	1	2	0	2	2	1	0	3	2	2	1	2	1
<i>Cara</i>	6	7	8	9	9	10	8	8	8	8	8	8	6	7
<i>Casp</i>	5	3	4	5	6	7	5	6	6	6	6	7	5	3
<i>Caca</i>	5	4	0	0	3	2	4	1	3	3	4	5	5	4
<i>Cala</i>	4	4	4	8	9	10	12	12	8	9	10	11	4	4
<i>Ceso</i>	5	4	5	8	10	10	12	13	8	10	10	12	5	4
<i>Ceca</i>	7	8	8	10	9	10	7	7	9	9	10	10	7	8
<i>Cena</i>	8	9	9	11	10	11	8	9	10	12	12	14	8	9
<i>Cepu</i>	8	9	10	11	12	11	13	14	15	16	19	20	8	9
<i>Chfu</i>	4	3	5	3	3	2	3	3	6	4	3	3	4	3
<i>Chju</i>	1	2	3	2	1	4	2	1	0	0	1	1	1	2
<i>Ciin</i>	14	19	20	21	20	19	17	18	20	19	18	17	14	19
<i>Cisc</i>	20	10	20	15	15	15	18	19	19	19	20	20	20	10

<i>Civu</i>	10	14	15	16	20	21	20	19	18	20	21	20	10	14
<i>Clmi</i>	20	20	17	18	20	21	23	24	25	21	22	27	20	20
<i>Comy</i>	21	19	18	17	19	21	20	19	19	21	21	20	21	19
<i>Cobo</i>	20	22	13	21	10	13	16	18	23	23	21	22	20	22
<i>Coca</i>	21	23	14	22	11	13	15	17	22	22	20	19	21	23
<i>Crve</i>	10	11	13	11	10	9	12	10	22	11	14	10	10	11
<i>Chmy</i>	12	13	16	20	19	18	20	21	20	19	19	20	12	13
<i>Cyse</i>	4	5	6	6	7	5	4	5	5	4	3	4	4	5
<i>Cyca</i>	10	12	10	13	11	12	11	17	11	12	10	18	10	12
<i>Cysc</i>	5	6	7	7	7	7	8	9	9	9	9	9	5	6
<i>Divi</i>	10	13	14	11	15	14	13	10	15	14	11	15	10	13
<i>Ecri</i>	13	13	15	14	16	14	17	15	15	16	17	15	13	13
<i>Erka</i>	17	15	17	15	14	11	14	17	18	19	20	21	17	15
<i>Eypy</i>	5	8	10	9	9	10	8	9	9	9	9	9	5	8
<i>Figa</i>	10	16	16	15	14	11	16	10	9	12	12	10	10	16
<i>Fipy</i>	14	15	16	16	13	12	15	11	14	11	11	11	14	15
<i>Gato</i>	16	17	18	18	19	19	16	17	17	17	18	19	16	17
<i>Gadu</i>	4	4	0	0	2	2	0	0	0	3	4	5	4	4
<i>Glse</i>	5	8	8	7	6	5	4	5	6	5	7	7	5	8
<i>Herh</i>	6	7	6	8	6	6	5	5	4	6	6	7	6	7
<i>Hyra</i>	6	7	8	9	4	3	6	7	8	10	9	7	6	7
<i>Hyac</i>	5	3	4	5	4	4	4	2	3	2	2	5	5	3
<i>Hyra</i>	6	5	3	1	0	6	8	8	6	7	7	6	6	5
<i>Ingr</i>	5	4	5	4	3	3	2	3	2	3	4	5	5	4
<i>Javu</i>	6	8	7	6	5	8	9	10	8	9	9	10	6	8
<i>Klfl</i>	12	10	9	9	7	8	9	10	9	9	8	7	12	10
<i>Letu</i>	6	7	7	6	6	7	6	7	7	7	8	8	6	7

<i>Mach</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	4	0	0
<i>Misu</i>	8	4	3	2	0	0	0	0	5	4	2	3	8	4
<i>Ormi</i>	6	7	8	8	9	10	9	9	8	10	9	9	6	7
<i>pasp</i>	5	4	4	5	2	6	0	3	4	0	4	3	5	4
<i>Repi</i>	11	12	10	9	12	10	8	9	11	12	10	11	11	12
<i>Rhac</i>	5	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	5	2
<i>Scgr</i>	5	6	8	8	9	10	8	7	7	6	6	5	5	6
<i>Schi</i>	10	12	13	11	14	15	15	13	11	13	12	13	10	12
<i>Sele</i>	10	11	12	10	12	10	11	12	14	13	12	11	10	11
<i>Seli</i>	12	13	10	11	14	11	12	13	15	13	11	11	12	13
<i>Sevu</i>	20	19	17	11	16	17	18	19	20	21	20	18	20	19
<i>Sima</i>	15	16	17	10	10	12	10	12	12	10	11	10	15	16
<i>Soas</i>	12	10	11	9	9	9	9	10	10	10	9	9	12	10
<i>Sool</i>	10	12	10	9	9	10	10	12	10	10	9	9	10	12
<i>Sote</i>	6	7	8	9	9	9	10	10	9	9	9	10	6	7
<i>Sysq</i>	10	11	12	10	11	10	9	11	10	12	10	12	10	11
<i>Toba</i>	9	10	11	10	9	8	8	9	9	10	10	11	9	10
<i>Trpo</i>	5	6	6	7	8	9	9	9	10	10	9	9	5	6
<i>Urda</i>	10	5	6	7	7	8	9	11	10	9	9	9	10	5
<i>Xasp</i>	6	7	8	9	9	9	10	10	9	9	9	10	6	7
Altitude	60	110	194	69	182	311	194	25	194	195	195	270	354	200
Pente	25	15	15	13	15	14	12	13	15	14	29	15	28	19
exposition	D	D	D	C	C	C	D	D	D	D	D	D	C	C
Type sol	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux
anthropisation	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	moyen	moyen

Sub16	Maq1	Maq2	Maq3	Maq4	Maq5	Maq6	Maq7	Maq8	Maq9	Maq10	Maq11	Maq12	Maq13	Maq14	Maq15
10	15	18	16	11	15	18	16	11	15	18	16	11	15	18	16
11	15	12	10	9	15	12	10	9	15	12	10	9	15	12	10
9	6	7	9	5	6	7	9	5	6	7	9	5	6	7	9
0	1	2	0	0	1	2	0	0	1	2	0	0	1	2	0
15	31	26	30	19	31	26	30	19	31	26	30	19	31	26	30
4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
19	11	9	10	11	11	9	10	11	11	9	10	11	11	9	10
0	4	5	5	0	4	5	5	0	4	5	5	0	4	5	5
29	20	23	32	19	20	23	32	19	20	23	32	19	20	23	32
6	22	10	6	9	22	10	6	9	22	10	6	9	22	10	6
6	2	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
7	8	9	9	6	8	9	9	6	8	9	9	6	8	9	9
6	6	7	9	8	6	7	9	8	6	7	9	8	6	7	9
0	2	2	1	0	2	2	1	0	2	2	1	0	2	2	1
9	9	8	8	9	9	8	8	9	9	8	8	9	9	8	8
5	5	4	2	6	5	4	2	6	5	4	2	6	5	4	2
0	7	7	4	3	7	7	4	3	7	7	4	3	7	7	4
8	12	10	12	11	12	10	12	11	12	10	12	11	12	10	12
8	13	10	13	12	13	10	13	12	13	10	13	12	13	10	13
10	9	9	10	10	9	9	10	10	9	9	10	10	9	9	10
11	12	11	16	17	12	11	16	17	12	11	16	17	12	11	16
11	20	19	17	17	20	19	17	17	20	19	17	17	20	19	17
3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2
2	1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1
21	19	19	20	19	19	19	20	19	19	19	20	19	19	19	20
15	21	19	19	20	21	19	19	20	21	19	19	20	21	19	19
16	22	21	20	19	22	21	20	19	22	21	20	19	22	21	20
18	28	27	26	23	28	27	26	23	28	27	26	23	28	27	26

17	21	20	19	19	21	20	19	19	21	20	19	19	21	20	19
21	23	19	20	21	23	19	20	21	23	19	20	21	23	19	20
22	20	19	20	21	20	19	20	21	20	19	20	21	20	19	20
11	9	10	11	10	9	10	11	10	9	10	11	10	9	10	11
20	19	21	20	19	19	21	20	19	19	21	20	19	19	21	20
6	5	6	5	5	5	6	5	5	5	6	5	5	5	6	5
13	19	11	10	15	19	11	10	15	19	11	10	15	19	11	10
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
11	13	12	11	14	13	12	11	14	13	12	11	14	13	12	11
14	17	16	18	19	17	16	18	19	17	16	18	19	17	16	18
15	19	19	18	18	19	19	18	18	19	19	18	18	19	19	18
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
15	11	18	16	17	11	18	16	17	11	18	16	17	11	18	16
16	16	17	10	18	16	17	10	18	16	17	10	18	16	17	10
18	19	20	20	20	19	20	20	20	19	20	20	20	19	20	20
0	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0
7	8	9	9	9	8	9	9	9	8	9	9	9	8	9	9
8	8	7	7	7	8	7	7	7	8	7	7	7	8	7	7
9	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9
5	3	4	6	7	3	4	6	7	3	4	6	7	3	4	6
1	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6
4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4
6	12	10	11	10	12	10	11	10	12	10	11	10	12	10	11
9	8	8	9	9	8	8	9	9	8	8	9	9	8	8	9
6	8	9	8	8	8	9	8	8	8	9	8	8	8	9	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

8	11	11	10	9	11	11	10	9	11	11	10	9	11	11	10
5	8	6	6	4	8	6	6	4	8	6	6	4	8	6	6
9	12	14	10	8	12	14	10	8	12	14	10	8	12	14	10
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	10	11	12	11	10	11	12	11	10	11	12	11	10	11	12
11	14	15	16	12	14	15	16	12	14	15	16	12	14	15	16
10	17	10	10	10	17	10	10	10	17	10	10	10	17	10	10
11	14	11	14	13	14	11	14	13	14	11	14	13	14	11	14
11	19	18	17	18	19	18	17	18	19	18	17	18	19	18	17
10	12	10	10	11	12	10	10	11	12	10	10	11	12	10	10
9	10	7	7	8	10	7	7	8	10	7	7	8	10	7	7
9	10	10	10	9	10	10	10	9	10	10	10	9	10	10	10
9	5	5	6	6	5	5	6	6	5	5	6	6	5	5	6
10	13	13	17	10	13	13	17	10	13	13	17	10	13	13	17
10	10	9	12	11	10	9	12	11	10	9	12	11	10	9	12
7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
7	9	8	8	7	9	8	8	7	9	8	8	7	9	8	8
9	5	5	6	6	5	5	6	6	5	5	6	6	5	5	6
900	69	194	46	100	180	81	44	284	244	32	113	112	125	23	50
64	22	26	9	11	16	11	10	28	29	8	31	30	27	4	5
C	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	limoneux	limoneux	limoneux	arglileux	arglileux	sablo-limoneux	sablo-limoneux	sablo-limoneux	sablo-limoneux	sableux
moyen	moyen	moyen	moyen	moyen	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort

Lac1	Lac2	Lac3	Lac4	Lac5	Lac6	Lac7	Lac8	Lac9	Lac10	Lac11	Lac12	Lac13	Lac14	Lac15	Lac16
10	12	30	20	11	12	9	0	23	12	0	0	20	15	30	20
19	24	21	19	22	17	23	35	12	11	7	0	27	18	23	24
5	6	7	9	3	0	1	2	2	1	2	0	3	4	2	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	50	44	32	22	35	32	27	31	22	22	34	30	26	28	22
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	2	3	1	1
5	4	3	2	5	4	5	2	2	4	2	2	4	1	4	1
20	22	10	22	16	19	11	13	24	16	32	25	22	24	28	29
3	2	1	0	3	4	2	6	0	0	5	1	8	9	10	12
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	6	7	8	7	9	3	5	0	0	5	4	5	8	4	3
2	1	5	6	6	4	4	3	3	4	0	0	7	9	8	8
4	5	6	4	4	4	6	7	0	0	3	5	6	5	5	5
5	4	5	6	7	8	7	7	0	0	0	0	6	4	3	3
10	12	12	11	10	9	9	10	12	10	10	12	13	10	9	9
11	12	13	11	11	9	9	10	12	11	10	12	13	11	8	10
10	11	12	13	12	10	10	11	13	12	11	14	16	12	9	11
23	19	20	21	19	17	19	20	21	19	20	19	17	18	19	19
21	20	19	18	17	15	20	15	19	17	15	16	15	17	15	15
20	19	20	21	23	19	20	20	22	23	23	17	18	19	20	21
10	12	13	11	19	10	20	20	18	19	19	17	17	19	19	20
22	18	19	20	18	18	17	20	21	17	19	18	15	17	18	18
6	6	7	8	9	10	9	11	12	10	9	10	10	12	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	13	23	21	24	22	19	20	21	19	20	21	19	20	21	21
20	19	21	29	30	28	27	22	26	22	25	29	28	23	24	26
23	12	18	18	17	18	22	21	20	21	23	24	22	21	20	19
22	19	20	19	21	23	24	18	19	19	22	20	21	23	21	18

19	20	16	17	10	10	11	13	12	11	14	12	15	17	16	14
20	19	18	14	20	21	21	20	19	17	18	22	21	20	20	19
10	11	12	11	10	17	15	15	14	11	10	19	10	11	11	10
2	3	2	2	4	4	2	5	2	2	2	2	2	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	15	14	16	11	18	19	16	18	16	15	17	17	18	18	16
16	12	14	17	14	19	18	11	14	15	16	15	17	18	15	15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	15	16	17	18	18	19	20	16	17	16	14	14	14	12	12
3	0	0	3	4	6	6	5	5	7	9	8	8	9	10	10
19	12	14	17	19	18	19	18	20	21	20	18	19	20	20	21
7	6	5	2	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	7	7	9	10	10	9	9	8	8	8	9	9	9	9	10
7	7	8	8	9	5	5	6	6	6	6	7	8	8	8	9
6	5	6	9	5	8	9	9	9	9	10	0	0	7	7	8
6	7	8	6	6	7	8	8	6	7	6	6	7	8	8	4
7	6	7	8	12	10	9	8	11	10	6	7	8	9	4	5
4	4	3	3	4	2	2	3	3	6	5	6	4	4	4	5
9	8	9	9	10	11	12	10	8	8	9	9	7	10	11	12
9	8	9	9	10	9	8	8	10	12	10	10	9	9	9	9
9	9	10	8	8	7	7	8	8	6	6	7	7	8	7	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	7	8	7	8	7	7	7	6	6	6	7	6	7	7	7
3	3	0	2	0	0	2	1	0	0	1	1	2	2	3	3
10	11	12	9	10	9	10	9	9	9	9	10	8	8	8	8

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	11	12	13	12	11	10	12	15	11	13	10	9	10	14	13
12	13	11	13	16	14	13	14	11	13	14	15	16	15	17	13
11	12	13	12	12	10	9	9	10	11	10	9	9	10	12	10
12	13	11	17	14	11	13	15	14	10	11	13	11	12	10	11
12	14	11	14	15	16	13	15	16	16	15	12	13	13	14	18
10	11	12	14	11	10	12	12	13	11	14	13	12	12	10	9
12	11	17	15	14	13	17	20	13	14	17	17	15	14	14	14
10	9	10	10	12	10	10	10	9	9	9	10	9	9	9	9
12	14	10	9	9	8	8	8	9	10	8	9	6	7	7	7
12	10	11	13	12	11	15	14	13	11	12	14	15	13	12	10
10	9	12	11	10	9	10	8	8	10	10	9	9	10	9	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	14	10	9	9	8	8	8	9	10	8	9	6	7	7	7
41	29	20	62	4	33	5	29	12	9	22	14	26	24	10	11
9	9	6	6	50	6	7	7	7	7	6	5	7	7	8	7
N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux
fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort

Maq 16	Zén1	Zén2	Zén3	Zén4	Zén5	Zén6	Zén7	Zén8	Zén9	Zén10	Zén11	Zén12	Zén13	Zén14	Zén 15	Zén16
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	2	1	1	3	2	1	1	3	2	1	1	3	2	1	1	3
0	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	2	2	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	6	8	9	5	6	8	9	5	6	8	9	5	6	8	9	5
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	4	2	4	3	4	2	4	3	4	2	4	3	4	2	4	3
8	5	4	5	6	5	4	5	6	5	4	5	6	5	4	5	6
0	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8
9	6	7	8	9	6	7	8	9	6	7	8	9	6	7	8	9
6	6	5	6	7	6	5	6	7	6	5	6	7	6	5	6	7
3	3	2	4	5	3	2	4	5	3	2	4	5	3	2	4	5
11	2	4	5	6	2	4	5	6	2	4	5	6	2	4	5	6
12	3	4	6	7	3	4	6	7	3	4	6	7	3	4	6	7
10	6	7	8	9	6	7	8	9	6	7	8	9	6	7	8	9
17	11	10	12	11	11	10	12	11	11	10	12	11	11	10	12	11
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	10	20	11	13	10	20	11	13	10	20	11	13	10	20	11	13
19	19	20	22	20	19	20	22	20	19	20	22	20	19	20	22	20
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	12	13	14	15	12	13	14	15	12	13	14	15	12	13	14	15
21	12	6	7	8	12	6	7	8	12	6	7	8	12	6	7	8
21	2	2	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0
10	2	5	6	7	2	5	6	7	2	5	6	7	2	5	6	7
19	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
15	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	10	8	9	11	10	8	9	11	10	8	9	11	10	8	9	11
19	3	4	6	7	3	4	6	7	3	4	6	7	3	4	6	7
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	5	7	8	9	5	7	8	9	5	7	8	9	5	7	8	9
18	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
20	12	13	12	10	12	13	12	10	12	13	12	10	12	13	12	10
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	4	3	2	4	4	3	2	4	4	3	2	4	4	3	2
5	3	4	2	0	3	4	2	0	3	4	2	0	3	4	2	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0

9	5	6	7	6	5	6	7	6	5	6	7	6	5	6	7	6
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	2	2	1	0	2	2	1	0	2	2	1	0	2	2	1	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13
13	11	9	6	7	11	9	6	7	11	9	6	7	11	9	6	7
18	11	10	12	13	11	10	12	13	11	10	12	13	11	10	12	13
11	11	12	11	13	11	12	11	13	11	12	11	13	11	12	11	13
8	12	10	11	11	12	10	11	11	12	10	11	11	12	10	11	11
9	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
6	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	10	9	9	9	10	9	9	9	10	9	9	9	10	9	9	9
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2
18	1100	1155	1100	1050	991	989	910	1070	1002	915	901	1010	990	989	1000	950
7	66	60	61	59	55	43	42	62	61	47	45	63	56	55	76	51
C	C	C	C	C	C	C	C	C	D	D	C	C	C	C	D	C
sableux	arglileux	arglileux	arglileux	arglileux	sablimoneux	sablimoneux	sablimoneux	sablimoneux	sablimoneux	sablimoneux	sablimoneux	sablimoneux	sableux	sableux	sableux	sableux

fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	moyen	moyen	moy en	moyen
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-----------	-------

Pin1	Pin2	Pin3	Pin4	Pin5	Pin6	Pin7	Pin8	Pin9	Pin10	Pin11	Pin12	Pin13	Pin14	Pin15	Pin16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	5	6	0	1	0	2	2	3	1	0	3	2	5	6	0
3	4	2	3	6	2	4	3	2	1	0	1	3	4	2	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	12	5	8	10	9	11	10	9	11	10	12	10	12	5	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	4	2	0	0	0	0	2	1	1	1	2	3	4	2
0	0	3	3	0	1	0	1	2	1	2	1	0	0	3	3
5	6	7	4	10	9	12	9	8	7	10	6	5	6	7	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	3	0	0	0	0	0	5	7	9	8	2	1	3	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	4	1	1	0	0	1	3	2	1	0	0	2	4	1
2	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	1	2	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	2	3	1	2	1	1	3	2	2	1	3	2	2	3
2	3	3	2	3	1	3	4	2	5	3	3	2	3	3	2
2	4	3	3	3	2	3	7	2	5	3	4	2	4	3	3
4	6	7	6	6	5	5	6	8	8	8	9	4	6	7	6
2	3	2	1	3	4	2	1	2	1	2	2	2	3	2	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	4	2	5	6	7	8	9	8	9	9	2	3	4	2

8	9	7	7	6	5	4	8	9	7	6	7	8	9	7	7
2	1	1	0	0	2	1	0	1	1	1	1	2	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	5	4	6	7	5	5	7	6	6	8	8	3	5	4	6
10	11	9	8	7	5	9	10	9	9	10	12	10	11	9	8
11	12	10	9	9	8	8	13	12	10	13	12	11	12	10	9
12	10	9	11	13	11	10	8	9	10	10	11	12	10	9	11
2	2	1	2	3	1	2	6	5	3	2	1	2	2	1	2
2	5	6	7	3	8	9	6	7	4	5	4	2	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	2	4	5	6	4	4	5	6	6	6	3	4	2	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	2	2	2	2	3	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	6	7	8	5	5	6	6	6	5	4	4	5	6	7	8
10	10	11	12	13	14	15	16	14	18	17	16	10	10	11	12
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	7	8	8	8	8	7	7	7	7	6	6	7	7	8	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	8	9	5	5	4	7	6	7	6	3	5	8	8	9	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6	6	7	8	9	6	7	7	6	6	6	7	6	6	7	8
8	8	9	10	11	9	9	8	7	7	8	7	8	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	4	5	5	6	7	6	6	6	5	5	3	4	4	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	11	12	13	12	14	11	10	11	15	13	16	10	11	12	13
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	8	8	9	6	7	8	8	8	8	9	8	7	8	8	9
10	10	9	9	8	8	9	11	10	8	9	7	10	10	9	9
11	9	8	8	9	8	7	6	6	7	9	8	11	9	8	8
10	9	11	12	10	10	11	12	10	14	11	13	10	9	11	12
9	10	10	12	10	9	11	10	12	14	12	12	9	10	10	12
5	6	6	5	5	4	5	5	6	6	6	6	5	6	6	5
4	4	3	3	4	4	2	3	4	4	4	4	4	4	3	3
8	9	10	11	12	10	9	9	10	11	12	10	8	9	10	11
6	6	7	8	8	8	9	9	10	9	9	9	6	6	7	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	6	6	5	5	4	5	5	6	6	6	6	5	6	6	5
22	25	27	20	35	10	33	15	25	29	24	28	28	27	42	30
5	5	4	6	7	7	5	6	7	7	7	7	8	7	7	7
N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux
faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible

Pel1	Pel2	Pel3	Pel4	Pel5	Pel6	Pel7	Pel8	Pel9	Pel10	Pel11	Pel12	Pel13	Pel14	Pel15	Pel16
60	20	30	10	33	24	54	27	11	31	33	21	19	33	43	22
50	120	99	165	189	95	80	111	99	98	100	120	99	88	90	95
8	9	5	3	3	2	4	3	2	3	4	4	4	4	3	3
0	0	0	0	3	5	4	2	3	6	4	5	2	3	5	4
50	34	40	34	33	42	40	34	29	32	33	34	29	30	34	43
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	7	8	6	5	5	6	3	6	7	8	10	5	6	3	7
3	4	3	2	4	2	5	3	3	3	3	3	4	4	4	3
30	32	29	28	30	27	26	19	30	22	28	27	22	19	32	19
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	2	0	8	9	8	7	6	8	9	10	6	5	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	5	4	2	5	4	3	5	4	4	5	3	3	3	4
5	6	7	8	9	6	7	7	6	7	8	7	7	8	8	7
6	8	9	10	9	11	10	12	12	10	12	10	9	11	13	11
13	10	11	12	15	16	15	13	14	16	17	14	16	18	15	14
14	11	12	13	14	12	16	15	15	14	15	13	15	15	14	15
14	11	11	13	14	14	14	17	16	15	16	14	16	17	16	16
19	20	19	21	20	21	20	19	20	21	22	23	21	19	20	14

15	19	18	20	19	19	19	18	19	20	19	21	20	18	21	13
27	28	26	28	23	24	29	22	24	25	26	27	26	23	22	23
14	20	17	15	10	19	20	17	18	20	19	21	20	19	18	19
20	24	25	19	20	21	26	28	22	24	24	22	21	29	20	20
5	6	7	9	8	10	9	9	9	12	10	9	23	22	24	23
7	8	9	11	10	9	9	9	10	11	9	12	11	10	9	5
10	12	15	16	20	18	20	21	23	22	19	20	21	20	19	18
22	23	24	25	22	26	27	26	25	22	28	27	27	25	28	26
22	23	21	27	28	25	29	30	21	20	25	23	22	27	23	22
27	27	28	29	30	27	26	25	22	29	27	25	24	22	29	27
20	15	16	22	23	19	22	18	21	20	29	28	22	23	24	19
20	19	18	20	21	22	20	19	23	24	22	21	17	19	19	17
10	12	10	9	11	10	12	14	15	17	11	10	16	14	11	14
17	15	16	15	18	15	14	15	13	16	17	16	15	15	17	18
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	16	17	16	15	17	14	16	20	10	11	15	18	19	16	16
20	21	11	22	17	15	16	22	19	18	20	21	20	21	20	18
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	4	4	2	2	2	4	2	3	4	3	3	3	2	4
5	6	7	0	7	7	9	8	10	9	9	8	7	7	7	8
16	16	16	15	16	18	19	18	20	20	21	18	18	19	19	20
4	5	6	7	3	6	7	8	7	7	6	6	5	5	5	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	9	10	11	10	9	9	9	8	10	10	10	11	12	10	9
6	6	7	8	8	9	6	6	8	9	7	7	8	8	0	8
7	7	8	8	9	8	8	9	10	9	8	8	9	8	10	9

7	7	6	8	9	12	10	9	11	10	8	8	9	10	9	9
0	0	0	0	4	4	0	0	4	3	5	3	0	0	0	0
10	9	8	9	8	8	8	10	11	10	12	10	9	7	8	8
7	9	7	7	8	7	7	9	8	7	7	7	7	8	8	8
0	0	0	0	5	4	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	9	10	9	11	12	10	14	13	11	12	14	11	12	10	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	12	10	13	14	15	12	12	11	10	13	14	12	12	12	14
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	8	9	9	7	7	8	7	8	7	7	6	6	6	6	7
10	11	12	10	9	9	8	8	8	10	11	11	10	9	11	10
11	12	15	14	13	16	13	14	12	13	13	12	10	10	11	11
15	14	14	16	16	17	10	11	19	11	16	18	19	20	19	19
10	11	12	13	12	10	12	10	9	9	10	10	9	9	9	9
8	9	10	9	9	10	12	10	10	9	10	11	10	10	10	9
6	7	8	9	9	10	10	10	7	7	9	8	8	8	6	6
11	12	12	10	9	9	10	9	11	10	11	12	10	9	9	9
9	9	10	10	9	9	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	9	10	9	9	10	12	10	10	9	10	11	10	10	10	9
16	10	12	22	32	26	19	21	30	31	20	19	16	26	23	20
6	6	7	7	7	7	7	7	6	7	5	5	5	5	5	5
N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

argileux	argileux	argileux	argileux	argileux	argileux	argileux	argileux	argileux	argileux	argileux	argileux	argileux	argileux	argileux	argileux	
fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	fort	moyen	moyen	fort	moyen

PI1	PI2	PI3	PI4	PI5	PI6	PI7	PI8	PI9	PI10	PI11	PI12	PI13	PI14	PI15	PI16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	3	3	3	2	1	0	4	2	3	3	3	3	3	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	10	10	10	10	12	8	7	14	20	17	10	10	10	10	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	5	5	5	6	0	0	3	3	3	5	5	5	5	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	8	8	8	8	0	0	0	0	0	0	8	8	8	8	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	1	0	1	0	1	2	2	2	2	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	1	2	2	0	2	1	2	2	2	2	2

1	1	1	1	1	3	2	1	0	1	2	1	1	1	1	1
10	10	10	10	10	10	10	6	5	4	4	10	10	10	10	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	3	4	0	5	6	0	0	0	0	0
4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4
3	3	3	3	3	4	3	5	3	3	2	3	3	3	3	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

20	15	27	10	122	60	10	33	24	17	64	66	63	83	10	102
5	4	4	5	6	6	6	6	7	7	7	6	6	6	6	5
N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
argileux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux
fort	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible	faible