REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Sciences de la nature et de la vie

Spécialité : ECOLOGIE

Par :

BOUSSADI Nourelhouda

OULDMEHIEDDINE Sabrina

Thème :

VARIATION DES TRAITS FLORAUX DES PLANTES LE LONG DU GRADIENT ALTITUDINAL DANS LA FORET DE TAMEZGUIDA (MEDEA-ATLAS TELLIEN, ALGERIE)

Soutenue publiquement le : 02/07 /2023., Devant le jury composé de :

Mme.N.GHALEM	**MCB**	UYFM	Présidente
Mme. I. HAMZA	**MCB**	UYFM	Examinatrice
Mr. H. AIT-MOUHEB	**MCB**	UYFM	Encadreur
Mme. R. BOUDERBALA	**MAA**	UYFM	Co-Encadreur

Année universitaire 2022/2023

Résumé :

Le présent travail a été réalisé dans la région de Tamezguida, dans la wilaya de Médéa, qui se caractérise par une couverture très hétérogène et une prédominance des formations pré forestières. L'objectif de l'étude était d'analyser les variations des traits floraux des espèces forestières en réponse au gradient altitudinal. Une enquête sur le terrain a été menée en mai 2023 pour la collecte d'échantillons. L'échantillonnage a été réalisé sur une large gamme altitudinale, allant de 548 à 1350 mètres. Deux aspects différents (Nord et Sud) de chaque vallée ont été sélectionnés. Nous avons examiné cinq traits floraux pour 98 espèces végétales collectées dans trois stations d'échantillonnage présentant des niveaux d'altitude différents. Les cinq traits floraux étudiés étaient la forme, la couleur, la profondeur de gynécée, le nombre et le poids des fleurs. L'effet de l'altitude sur ces traits floraux des espèces forestières a été testé et analysé. Les résultats ont révélé que les plantes des basses altitudes présentaient des fleurs plus lourdes, des gynécées plus profondes, des formes tubulaires ou en disques et des couleurs plus claires. En revanche, les plantes des hautes altitudes avaient des fleurs plus légères, des gynécées moins profondes et des couleurs souvent plus intenses. Il existe également un groupe intermédiaire entre les basses et hautes altitudes, caractérisé par une variabilité plus importante des traits floraux. Ces résultats contribuent à notre compréhension de l'écologie des plantes en relation avec l'altitude et soulignent l'importance des traits floraux dans l'adaptation des plantes à différents gradients altitudinaux. De plus, il est suggéré d'étudier plus en détail les interactions entre les plantes et les pollinisateurs dans ces différents groupes altitudinaux afin de mieux comprendre les mécanismes de coévolution.

Mots clés : Forêt de Tamezguida, gradient altitudinal, traits floraux, poids des fleurs, profondeur du gynécée, forme des fleurs, couleur des fleurs.

ملخص

تمت هذه الدراسة في منطقة تامزقيدة في ولاية المدية، التي تتميز بتغطية نباتية متنوعة جدا وسيطرة تشكيلات مسبقة للغابات. كان الهدف من الدراسة تحليل التغيرات في الصفات الزهرية لأنواع الغابات استجابة للتدرج في الارتفاع. تم إجراء مسح ميداني في مايو 2023 لجمع العينات. تم أخذ العينات على نطاق واسع من الارتفاع من 548 إلى 1350 مترا. تم اختيار جانبين مختلفين (شمال وجنوب) لكل واد. تم ارسة خمس صفات زهرية لـ 98 نوعا نباتيا تم جمعها من ثلاثة محطات عينات تتميز بارتفاعات مختلفة. كانت الصفات الزهرية الخمس المدروسة هي الشكل، واللون وعمق المبيض، واالعدد ن زوو الزهور. تم اختبار وتحليل تأثير الارتفاع على هذه الصفات الزهرية لأنواع الغابات. ظأهرت النتائج نأ النباتات في الارتفاعات المنخفضة لديها هزور أقل ومبايض أعمق أوشكل أنابيبية وأ أقراصية أولون ا أفتح. بالمقابل، كانت النباتات في الارتفاعات العالية لديها هزور أخف و مبايض أقل عمقا و غالبا ما تكوأ ن لوانها أكثر كثافة و كثافة. كما كاهن نك مجموعة وسطى بن الارتفاعات المنخفضة او لعالية، مميزة بتنوع أكبر في الصفات الزهرية. تسهم هذه النتائج في فهمنا لبيئة النباتات فيما يتعلق بالارتفاع عتسلط الضوء على هأمية الصفات الزهرية في تكيف النباتات مع التدرجات الارتفاعية المختتم الاقتراح أيضا إجرءا ارسات أكثر تفصيلا للتفاعلات بن النباتات اوللقحين في هذه التجمعات الارتفاعية المختلفة، بهدف فهم آليات لتطوا رلمتبادلة بشكل أفضل.

الكلمات لرئيسية: غابة تامزقيدة تدرا ج رتفاعي، صفاهز تربية ان زو ،لزهو، ر عمق ا لمبيض،شكل ا لزهو، ر لوان لزهور

Abstract:

This study was conducted in the region of Tamezguida, in the province of Médéa, characterized by a highly heterogeneous vegetation cover and a predominance of pre-forest formations. The objective of the study was to analyze the variations in floral traits of forest species in response to altitudinal gradient. A field survey was conducted in May 2023 to collect samples. Sampling was carried out over a wide altitudinal range, ranging from 548 to 1350 meters. Two different aspects (North and South) of each valley were selected. We examined five floral traits for 98 plant species collected from three sampling stations at different altitudes. The five floral traits studied were form, color, gynoecium depth, number, and flower weight. The effect of altitude on these floral traits of forest species was tested and analyzed. The results revealed that plants at lower altitudes had heavier flowers, deeper gynoecia, tubular or disc-shaped forms, and lighter colors. In contrast, plants at higher altitudes had lighter flowers, shallower gynoecia, and often more intense and dense colors. There was also an intermediate group between low and high altitudes, characterized by a greater variability of floral traits. These results contribute to our understanding of plant ecology in relation to altitude and highlight the importance of floral traits in plant adaptation to different altitudinal gradients. Furthermore, it is suggested to study in more detail the interactions between plants and pollinators in these different altitudinal groups to better understand coevolution mechanisms.

Keywords: Tamezguida forest, altitudinal gradient, floral traits, flower weight, gynoecium depth, flower form, flower color.

Dédicace

Je dédie ce travail :

À mes parents qui occupent une place immense dans mon cœur et qui m'ont beaucoup aidée grâce à leurs précieux conseils, leur amour démesuré, leur présence dévouée et leur confiance rassurante.

À l'âme de ma chère grand-mère aimante et généreuse, possédant un cœur immense et tendre, celle qui nous a offert le monde et nous a donné tout ce que nous voulions sans rien attendre en retour, celle qui nous a aimés plus que tout. Je souhaite que Dieu ait pitié et te compte parmi les habitants du paradis.

À mes chères sœurs :

À celle qui donne sans rien attendre en retour, "la sœur aimante et altruiste",

Mon amie proche, possédant un cœur généreux qui m'a comblée d'amour et d'attention inconditionnelle ma grande sœur Malika, je t'aime.

À celui qui se fâche quand je ne range pas mon casier et ma chambre, ma belle Habiba, je tiens à te remercier pour ton incroyable générosité.

À mes chers frères : Fateh, Soufiane et l'adorable Abdou,

La prunelle de mes yeux, mes remerciements ne pourront jamais égaler ton grand cœur qui m'a apporté du soutien au moment où j'avais besoin d'aide. Tu es mon ange gardien. Merci encore.

À ma deuxième mère, ma chère et unique tante Massouda :

À ma seule tante au cœur pur et sincère, à l'âme belle, douce et aimante, celle qui prie pour moi à chaque prière, celle qui me donne de l'argent même si elle n'a rien

À mon seul oncle Taher :

Le pur qui n'a jamais refusé mes demandes, qui m'a aimée comme si j'étais sa propre fille qu'il n'a jamais engendrée. Je t'aime et merci beaucoup.

À la plus belle et merveilleuse, ma sœur que ma mère ne m'a pas donnée, Sabrina : Tu as toujours cru en mes capacités, même lorsque je doutais de moi-même. Tu as été un phare dans les moments sombres, éclairant le chemin vers la réussite. Ta sagesse et tes conseils avisés ont été inestimables. Tu as su me guider dans mes choix, m'offrir des perspectives différentes et m'encourager à explorer de nouvelles voies.

À mes chères amies : Takwa, Ahlem, Khaoula, Khatouma, Imene, Rabia, Amani, Ines Khadidja, Fulla, Je tiens à vous remercier pour votre soutien émotionnel. Vos mots d'encouragement. Merci beaucoup et je vous aime tous.

Enfin, je suis reconnaissante d'avoir eu la chance de travailler avec un promoteur aussi compétent et bienveillant que vous. Vous avez pris le temps de m'orienter, de m'offrir des conseils précieux et de me guider vers les meilleures opportunités pour mon avenir. Votre implication a démontré votre sincère intérêt pour mon succès et ma croissance personnelle.

Nour

.

Dédicace

À mes chers parents, je suis profondément reconnaissante de votre amour et de votre soutien inconditionnel tout au long de ces années d'études.

À mes chères sœurs, Nassima, Siham et Wahiba, vous êtes de véritables symboles de fraternité.

À mes chers frères, Samir, Mohamed et Faissal, ainsi qu'aux mes neveux bien-aimé Hamza et Maria, et aux mes nièces, djoud, Ayoub, Lina et Ghayth, je vous remercie pour votre amitié et votre soutien continu. Vous êtes ma force et ma source d'inspiration.

À ma collègue précieuse dans ce mémoire, Nour, tu es un trésor inestimable dans ma vie. Merci pour notre travail d'équipe et ton dévouement pour mener à bien ce mémoire.

À mes chères amies, Samia, Amina, Affaf, Imane, Asmaa, Rabia, Ines Marwa, et à leur fils Mouaïd, vous êtes mes véritables sœurs dans les moments difficiles et mes amies fidèles. Je vous remercie pour votre soutien, vos encouragements et les beaux moments de rire que nous avons partagés.

Enfin, je tiens à exprimer ma gratitude envers mon promoteur, qui a guidé et soutenu ce mémoire. Vous avez été une source d'inspiration et un enseignant exceptionnel, et je n'oublierai jamais l'impact que vous avez eu sur mon parcours académique.

SABRINA

Remerciement

Avant tout, louange à Allah le Tout-Puissant et Miséricordieux de nous avoir accordé la force, le courage et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nous tenons par la présente à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à Monsieur Ait Mouheb Hocine pour sa précieuse contribution et son soutien inestimable tout au long de la réalisation de notre mémoire. Leur expertise, leur engagement, leurs conseils éclairés et leur disponibilité ont été d'une importance capitale pour la réussite de notre projet de recherche. Nous remercions également la co-promotrice, Madame Bouderbala Rachida, pour son aide dans l'accomplissement de ce mémoire.

Nous remercions également chaleureusement les membres du juryMadame HAMZA Imene et Madame GHALEM Naima qui nous ont fait l'honneur de lire, d'examiner et d'évaluer ce travail.

Nous aimerions également adresser nos sincères remerciements à l'ensemble de nos enseignants qui nous ont encadrés tout au long de notre parcours académique. Leurs enseignements, leur expertise et leurs encouragements ont été des éléments clés de notre formation.

Nous tenons également à exprimer notre reconnaissance envers l'équipe du Service de Protection au niveau de la Conservation des Forêts de la wilaya de Médéa, en particulier envers Madame Halfaoui Fethia, inspecteur en chef à la Conservation des Forêts de la wilaya de Médéa, et Monsieur ZAGHDAR Abdellah, pour leur collaboration et leur précieuse contribution à notre travail de recherche.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail. Votre soutien moral, vos conseils et vos encouragements nous ont permis de surmonter les difficultés rencontrées et de mener à bien ce projet de recherche.

Nous sommes convaincus que cette expérience laissera une empreinte indélébile dans notre carrière et dans notre vie personnelle.

Sommaire :

Introduction 1

Chapitre 01 : Cadre physique

La situation administrative et géographique de la zone d'étude …….....5
L'appartenance phytogéographique de la zone d'étude ……...6
La géologie….....6
La géomorphologie…….6
La pédologie…… .6
Le climat…….6
La source des données climatiques ……7
La pluviosité…….....7
Pluviosité moyenne mensuelle et annuelle…….....8
Régime saisonnier…….8
Les températures…… ……..8
Moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m » …….....9
Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M »..……9
Températures moyennes annuelles et mensuelles…….9
La synthèse climatique…….10
Diagramme ombrothérmique de Bagnouls et Gaussen (1953)……10
Quotient et climagramme pluviothérmique d'emberger (1955)…….....10

Chapitre 02 : Méthodologie

Prospection et choix des stations……...13
Echantillonnage…….....15
Aire minimale et détermination des relevés……...16
Relevé phytoécologique.....17
La liste floristique……...17
Le coefficient d'abondance-dominance……..17
Traits floraux …….……..18
Présentation des traits et leur intérêt biologique……...18
Protocole de mesure.....……21
Protocole pour mesurer la taille de fleurs…….22
Protocole pour mesurer le nombre de fleurs.…….....22
Protocole pour mesurer la forme de fleurs..... 23
Protocole pour mesurer la couleur de fleurs.....24
Analyse statistique……..……..25
Analyse de variance (ANOVA)……..…….25
Analyse de corrélation……..27
Analyse de hiérarchique(CAH)…… .28

Chapitre 03 : Résultats et discussion

Relation entre le poids des fleurs altitude et cycle de vie chez différentes espèces végétale…….30
Relation entre poids des fleurs, altitude et type biologique chez différentes espèces végétales ……...…32
Relation entre la profondeur du gynécée, altitude et cycle de vie chez différentes éspeces végétales. ……..…….34
Variation de la forme des fleurs en fonctions de l'altitude……..……. 36
Relation entre l'altitude .,la couleur et le poids des fleurs……38
Relation entre l'altitude, la couleur et la profondeur de gynécée des fleurs …….39
Idenrification des traits floraux des groupes des espèces et leur répartition selon un gradient altitudinal …….……..42
Conclusion……..44
Les limites de l'étude…….……...48
Implications et perspectives de recherche……...……..49
Bibliographies……..…….....50
Annexe…….…….54

Les listes des tableaux :

Tableau N° 01 : Moyenne mensuelle et annuelle des précipitations 8

Tableau N° 02 : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m » ……..9

Tableau N° 03 : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M » ……9

Tableau N° 04: Températures moyennes mensuelles et annuelles……..9

Liste des figures :

Figure N°01 : Localisation de la commune de Tamezguida dans la wilaya de Médéa.…5
Figure N°02 : Présentation de la région de Tamezguida (Parc national de Chrea)……...5
Figure N°03 : Présentations des précipitations de l'année…….....7
Figure N° 04 : Régime pluviométrique saisonnier……..8
Figure N°05: Présentations des températures de l'année 2016……..…….9
Figure N°06: Climagramme d'emberger pour l'année 2007-2016……....11
Figure N°07 : Vue générale de la station : Supra méditerranéenne (Photo prise le : 07mai2023)……..……..14
Figure N°08: Vue générale de la station : Méso méditerranéenne (Photo prise le : 07mai2023…….……14
Figure N°09: Vue générale de la station : Thermo-méditerranéenne (Photo prise le : 07mai2023)……..…15

Figure N°10: Quelque photo des espèces de la forme A (Disque)……..19
Figure N°11: Les classes de fleurs selon Bernardello (2007). ……..….20
Figure N°12 : **:** Exemple d'image de fleurs pesée avec une balance…….....21
Figure N°13 : Quelques types de liaison entre deux variables quantitatives ……..….27
Figure N°14 : Corrélation de Pearson entre les poids des fleurs et le gradient altitudinal (m) catégorisé par leur cycle de vie…….…30
Figure N° 15 : Corrélation de Pearson entre les poids des fleurs et le gradient altitudinal (m) catégorisé par leur type biologique……32.
Figure N° 16 : Corrélation de Pearson entre la profondeur de gynécée et le gradient altitudinal (m) catégorisé par leurs cycles de vie…….……34

Figure N° 17 : Analyses de la variation de la forme des fleurs en fonction de l'altitude….36
Figure N° 18 : 3D scatter plot montre la relation entre l'altitude, la couleur et le poids des fleurs Des plantes …….38

Figure N° 19: 3D scatter plot montre la relation entre l'altitude, la couleur et la profondeur du Gynécée des fleurs ……..39

Figure N° 20 : Courbe présente les traits floraux des groupes des espèces et leur répartition selon un gradient altitudinal ……..42

Abréviation :

% : Pourcent.

°C : Degré Celsius.

Ha : Hectare.

km : kilomètre.

km2 : kilomètre carré.

m : mètre.

M : Température maximale des mois les plus chauds.

m : Température minimale des mois les plus froids.

m2 : Mètre carré.

mm : Millimètre.

P : Précipitation.

Q2 : Quotient pluviothermique d'emberger.

T : Température.

HPAE : Hiver, Printemps, Automne, Eté

Med : Méditerranéen

O.N.M : Office national de la météorologie

ALT : Altitude (m)

EXP : Exposition

Introduction générale :

Les forêts méditerranéennes sont des écosystèmes qui se développent dans les régions à climat méditerranéen, caractérisées par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides. Elles présentent une grande diversité d'espèces végétales et animales, avec des arbres tels que le chêne-liège, le pin d'Alep, le pin maritime, l'olivier sauvage, ou encore le cyprès de Provence. Elles abritent également une faune riche et variée, avec des espèces telles que le sanglier, le lynx, le renard, le loup, l'aigle royal ou encore la tortue d'Hermann. (**TASSIN. 2012)**

A l'échelle du territoire de la wilaya de Médéa, la couverture forestière est très hétérogène, elle est caractérisée par la dominance des maquis qui découle de la dégradation de la forêt sous l'action directe ou indirecte de l'homme notamment les incendies. La région de Tamezguida occupe presque le tiers de la superficie totale du Parc National de Chréa et constitue un territoire d'une grande valeur éco biologique **(HALFAOUI. 2017)**

La couverture forestière de la wilaya de Médéa est une composante essentielle de la biodiversité de la région. Les forêts de la région sont principalement composées de chêne-liège, de chênes verts, de pins d'Alep et de cyprès. Ces forêts fournissent des habitats pour de nombreuses espèces animales et végétales, et contribuent également à la régulation du climat en absorbant le dioxyde de carbone et en produisant de l'oxygène **(REMANA et al.2021)**

Dans une certaine mesure, ce travail se propose d'amener une petite brique élémentaire de connaissance dans la vaste question actuelle« Quelles sont les conséquences des changements globaux de l'environnement ?». Nous avons choisi d'utiliser les traits floraux en complément d'autres mesures pour caractériser la réponse à différents changements environnementaux. En fonction du mécanisme de réponse, les conséquences pour les espèces végétales et les communautés ne seront pas les mêmes. Il a donc été décidé de se concentrer sur les variations de traits floraux en relation avec différents facteurs environnementaux **(Grassein. 2009)**

Les traits floraux des plantes sont des caractéristiques importantes pour la reproduction sexuée, la pollinisation et la dispersion des graines. Ces traits comprennent la taille, la couleur, la production de nectar et le nombre de fleurs

Par exemple, la taille des fleurs peut affecter la probabilité de pollinisation croisée, car les insectes pollinisateurs préfèrent généralement les fleurs plus grandes pour des raisons de récompense en nectar **(REMANA et al.2021)**

La couleur de la fleur peut être importante pour l'attractivité des pollinisateurs, car les insectes ont des préférences de couleurs spécifiques (. Le nombre de fleurs peut également affecter la reproduction des plantes **(THIERY et al.2013)**

Notre objectif de l'étude de la variation des traits floraux des plantes selon un gradient altitudinal est : comprendre comment les plantes s'adaptent aux conditions environnementales changeantes à mesure que l'altitude augmente. Les traits floraux tels que la taille de la fleur, le nombre de fleurs, la couleur de la fleur et la forme de la fleur sont tous des caractéristiques importantes pour la reproduction des plantes. Nous pouvons mieux comprendre comment les plantes s'adaptent pour maximiser leur succès reproductif dans des conditions environnementales différentes.

Dans ce cas-là, nous essayons de proposer l'hypothèse suivante :

- Les plantes à haute altitude ont des fleurs plus petites que les plantes à basse altitude en raison de la sélection naturelle pour minimiser la perte de chaleur par rayonnement
- Les plantes à haute altitude ont des fleurs plus foncées que les plantes à basse altitude pour compenser le manque de lumière et maximiser l'absorption de l'énergie solaire
- Les plantes à haute altitude ont des fleurs plus nombreuses que les plantes à basse altitude en raison de la nécessité de maximiser la probabilité de pollinisation dans un environnement où les conditions météorologiques peuvent être imprévisibles et décrites
- Les changements de traits floraux le long d'un gradient altitudinal sont le résultat d'interactions complexes entre les facteurs environnementaux, les pressions de sélection et les interactions biotiques, et peuvent varieront les espèces et les communautés

Le gradient altitudinal a un effet significatif sur les traits floraux en fonction de l'exposition dans lequel : la couleur, la forme ,la taille , la profondeur gynécée, le nombre de fleur, des espèces étudiées sont plus importants au nord par rapport au sud Nos résultats illustrent le fait que l'altitude et l'exposition sont des facteurs complexes présentant des variations pour d'autres facteurs qui peuvent mieux expliquer la performance des individus et des espèces. Dans un but de prédiction de la réponse des espèces à des changements globaux comme le climat (simulé par l'altitude), il est important de mieux comprendre la réponse des organismes à ces facteurs covariants avec l'altitude. Cette étude a été réalisée sous forme de trois chapitres :

- Le premier chapitre concerne une présentation de la zone d'étude par une description du milieu biotique, abiotique.

- Un deuxième chapitre : matériel et méthodes qui décrivent avec détail le mode d'échantillonnage ainsi que toutes les techniques d'analyse de laboratoire utilisées

- Dans le dernier chapitre, les résultats obtenus sont représentés en formats graphiques puis discutés à la lumières d'autres travaux ayant relation directe avec notre thématique de recherche Une conclusion générale a été donnée à la fin de ce travail. Nous souhaitons que cette investigation constitue un pas en avant pour la connaissance du fonctionnement des écosystèmes au niveau de la commune de Tamezguida

Chapitre I :

Cadre physique

I.1. Situation administrative et géographique de la zone d'étude :

Tamezguida est située au pied du djebel Mouzaïa (1 604 m d'altitude) à 15 km au sud- ouest de Mouzaïa. La commune est située dans le tell central algérien dans l'Atlas tellien dans le nord-ouest de l'Atlas blidéen à environ 60 km au sud-ouest d'Alger et à 10 km au nord-ouest de Médéa et à environ 20 km au sud-ouest de Blida et à 31 km au nord-ouest Berrouaghia et à 90 km au nord-est d'Ain Defla et à 45 km au sud-est de Tipaza (Conservation des forêts de Médéa).**(BENDEBBAH.2019)**

La forêt de Tamezguida est classée parmi le patrimoine du parc national de chréa.



Figure 01: Localisation de la commune de Tamezguida dans la wilaya de Médéa (O.N.S., 2008



)

Figure 2 : Présentation de la région de Tamezguida (Parc national de Chréa) (Original, 2019)

I.2. Appartenance phytogéographique de la zone d'étude :

D'après les subdivisions biogéographiques définies par MAIRE (1926) et complété par QUEZEL et SANTA (1962) et par BARRY et CELLES (1974), notre zone d'étude se situe dans l'empire Holarctique, région Méditerranéenne, domaine Maghrébin Méditerranéen, secteur Algérois (A) et le sous-Secteur de l'Atlas. **(BOUTALEB.2014).**

I.3.Géologie :

La géologie est à la fois la description des roches qui composent le globe terrestre (lithosphère) et la reconstitution de leur histoire (Barroul, 1984 in Chemouri 2012).La carte géologique de Médéa au 1/50000, feuille N 86 ,publiée en 1896,montre les particularités suivantes du terrain de wilaya de Médéa .

La commune de Tamezguida est caractérisée par la dominance des roches tendres quisont les marnes constituant le paysage de « bad-lands » représentant la caractéristique deschaines sud telliennes**.(HALFAOUI. 2016).**

I.4.Géomorphologie :

La géomorphologie a pour objet l'étude des caractères et des modifications de la surface de la terre. (MEKHALDI, 2017). Le site d'étude est situé dans une région montagneuse de plissement alpin dont l'aspect structurel est très accidenté et culmine à 1574 mètres au niveau de la forêt domaniale de Mouzaia. La déclivité dépasse très souvent les 20%. **(HALFAOUI et al. 2018).**

I.5.pédologie :

La plupart des pédologues considèrent que les sols de l'Atlas Blidéen sont constitués d'éléments grossiers car dans les hautes altitudes l'effet des basses températures ralentissent la pédogénèse et par conséquent les sols sont jeunes et peu évolués.(BOUTALEB, 2014). Les sols de l'Atlas blidéen sont caractérisés d'une manière générale, par l'importance des éléments grossiers due essentiellement à une action d'érosion plus intense**.(MELOUANI. 2014).**

I.6. Climat :

Le climat est considéré comme l'un des facteurs les plus importants qui ont une influence directe ou indirecte sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des sols

(FAURIE et al. 2003). Il joue un rôle important dans la répartition et la survie des êtres vivants. Située dans le tell central algérien dans l'Atlas tellien, Tamezguida est caractérisée par un climat méditerranéen sec en été et humide en hiver, commue par précipitations très variable allant.**(BENDDEBBAH.2019)**

I.6.1. Source des données climatique :

Le climat de Tamezguida est défini à l'aide de l'exploitation de données climatiques de la station de l'Office National de Météorologie (O.N.M) de Tibhirine située à 1030 mètres d'altitude et une distance de 4 kilomètres à vol d'oiseau de la commune de Tamezguida , Les données récoltées auprès de cette station concernent la période allant de 2007 à 2016.(**HALFAOUI. 2016)**

I.6. 2.La pluviosité :

Les précipitations sont la totalité de l'eau recueillie dans le pluviomètre quelque soit son origine. La pluviométrie varie en fonction de l'éloignement de la mer et l'exposition des versants par rapport aux vents humides**. (HALFAOUI, 2016)**

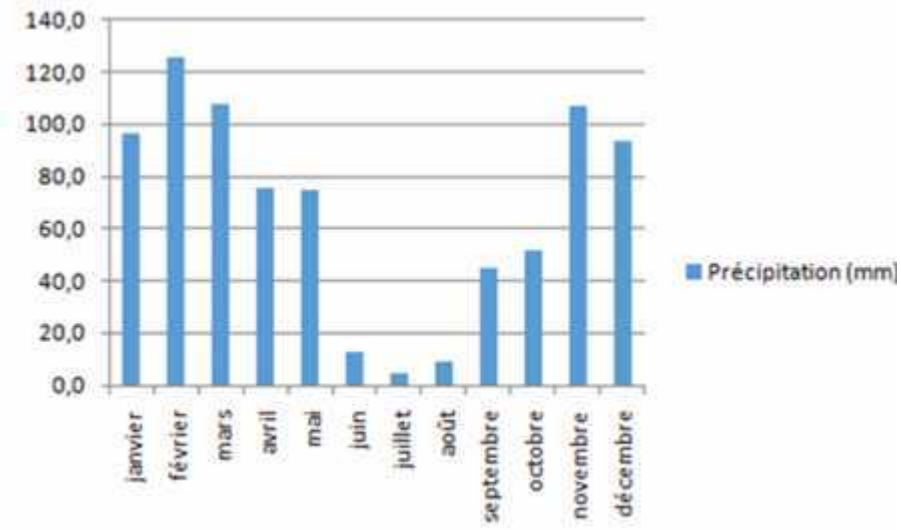


Figure 03 : Présentations des précipitations de l'année 2016 (O.N.M., 2019).

La présentation graphique des précipitations indique que les précipitations étaient le plus importante dans la période entre janvier et mars, en plus de novembre et décembre, avec une quantité plus importante en dans le mois de février.**(BENDEBBAH.2019)**

I. 6.2.1. Pluviosité moyenne mensuelle et annuelle :

Tableau01 : Moyenne mensuelle et annuelle des précipitations

Paramètre / mois	Janv.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	année
P (mm)	92,5	124,7	104,7	79,2	58,8	12,3	4,3	8,7	40,6	46,8	103	87,4	763

(O.N.M Tiblirine, 2007-2016)

La précipitation maximale est observée durant le mois de Février avec une :valeur de 124.7 mm et minimale durant le mois de juillet avec une valeur de 4.3 mm

I.6.2.2. Régime saisonnier :

Le régime saisonnier est la somme des précipitations par saison en classant ces dernières par ordre de pluviosité croissante. La désignation de chaque saison est indiquée par sa lettre initiale: P: Printemps, H: Hiver, E: Eté, A: Automne **(OMRAN.2017)**

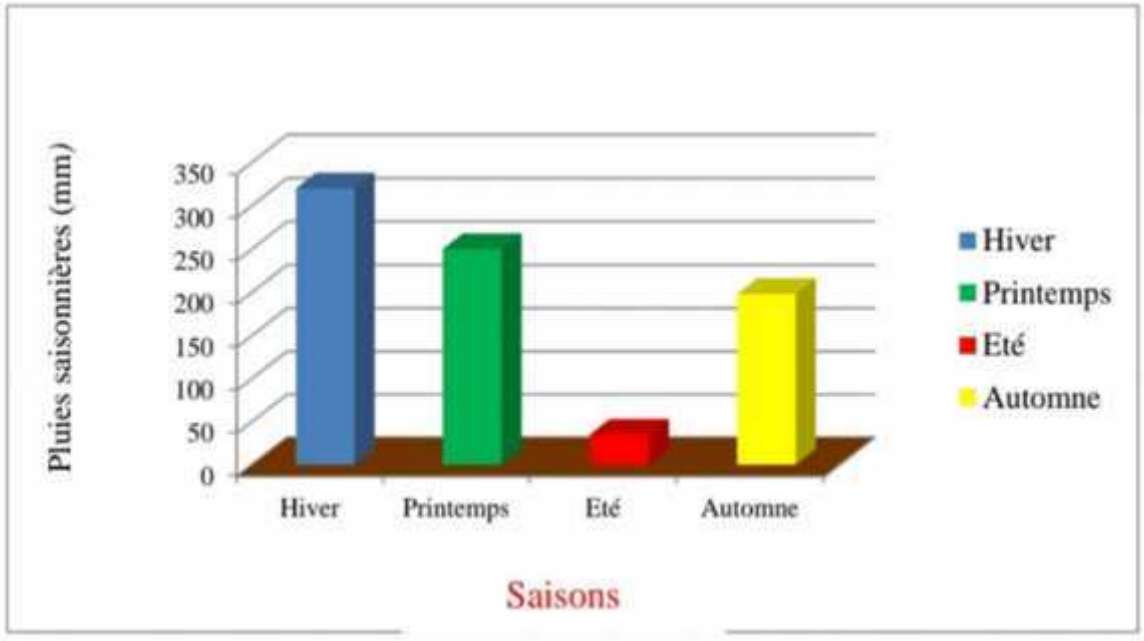


Figure 04 : Régime pluviométrique saisonnier

I.6.3. Températures :

.La température est le second facteur caractéristique du climat. Il a été défini comme une qualité de l'atmosphère et non une grandeur physique mesurable (Peguy, 1970). Il régit directement le climat en interaction avec les autres facteurs météorologiques, permettant avec les précipitations le calcul du déficit d'écoulement et les indices climatiques. **(OMRAN.2017)**

I.6.3.1. Moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m ». :

Tableau 02 : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m »

Paramètre /mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
m (°c)	0,1	**-0,5**	0,3	4,3	6,8	11,5	17	16,4	12,7	7,8	2,9	1,1

(O.N.M Tibhirine, 2007-2016)

I. 6.3. 2. Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M » :

Tableau 03 : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M »

Paramètre/mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M (°C)	15,7	15,5	19,4	24,1	28,9	33,5	**37,4**	36,3	32,1	28,1	20,3	16,7

(O.N.M Tibhirine, 2007-2016)

I.6.3.3. Températures moyennes annuelles et mensuelles. :

Tableau 4 : Températures moyennes mensuelles et annuelles

Paramètre /mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
T (°c)	6,9	6,2	8,8	12,5	16,4	21,5	25,7	25,9	20,7	16,7	10,3	7,5	14,9

(O.N.M Tibhirine, 2007-2016)

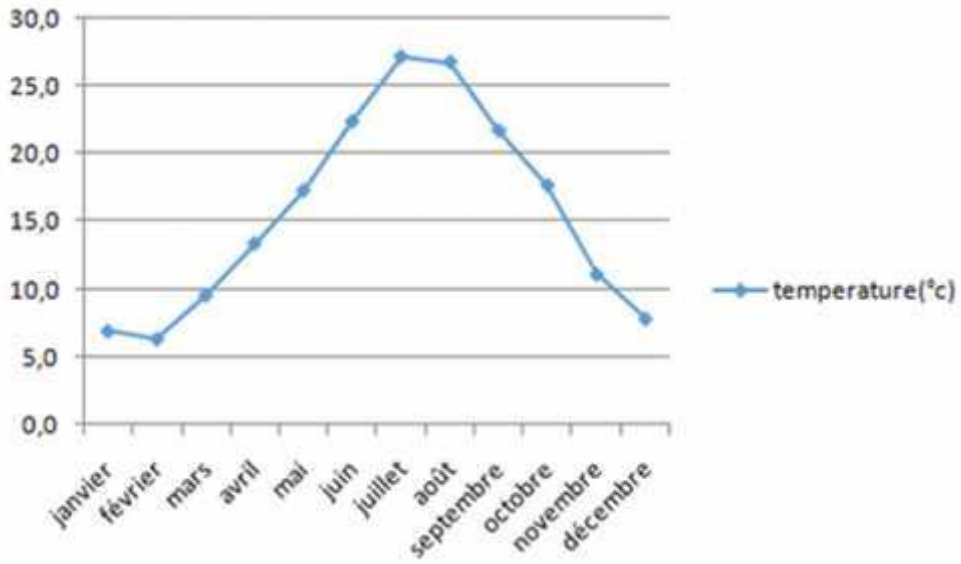


Figure 05 : Présentations des températures de l'année 2016 (O.N.M., 2019)

I.6.4. Synthèse climatique :

A l'aide du diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen et du climagramme pluviométrique d'Emberger. Nous allons essayer de dégrader certaines caractéristiques du climat de notre région d'étude à partir desquelles nous pouvons interpréter nos résultats du terrain. **(RAHAL.2019)**

I.6.4.1 Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :

Il permet de comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations. Ils sont établis en tenant compte de la formule permettant de définir un mois sec soit : P≤2T. P : précipitations en mm du mois ;

T : températures en °C du même mois. La période sèche est déterminée par une représentation graphique portant en abscisse les douze mois de l'année, en ordonnée les précipitations mensuelles moyennes exprimées en (mm) et à gauche les températures moyennes exprimées en °C **(OMRAN.2017)**

I.6.4.2 Quotient et climagramme pluviothermique d'Emberger :

Le quotient pluviothermique d'Emberger (Q) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région méditerranéenne et de la situer dans le climagramme d'Emberger. Ainsi nous avons calculé le quotient pluviométrique d'Emberger à l'aide de la formule suivante (Dajoz, 1975) (**MESSAI.2017)**

$$Q2 = 3.43 \times P / M-m$$

Q2 : quotient pluviométrique d'Emberger.

P : moyenne des précipitations annuelles en mm.

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré Celsius. m : moyenne des minima du mois le plus froid en degré Celsius.

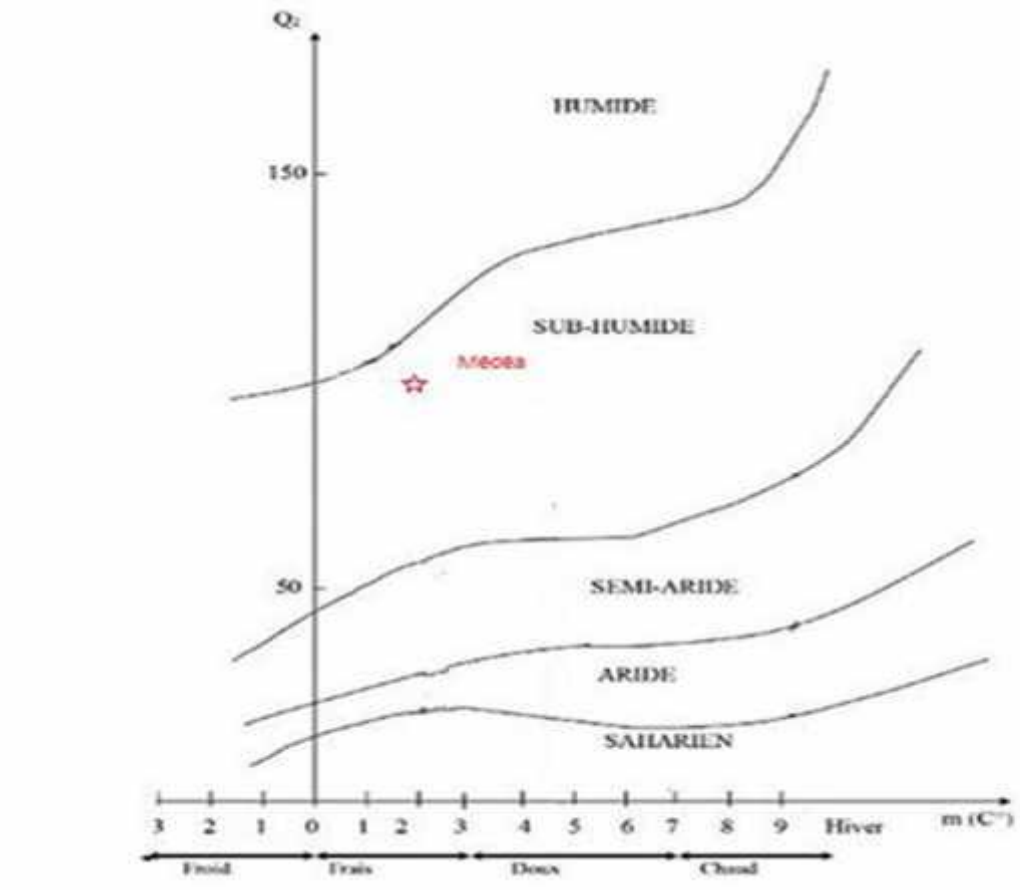


Figure 06 : Climagramme d'emberger pour l'année 2007-2016 (O.N.M., 2019)

Chapitre II :
Méthodologie

En écologie des communautés, l'étude floristique et le suivi de la biodiversité sont effectués à travers des relevés floristiques. Ces relevés doivent satisfaire à des critères qualitatifs qu'il convient de connaitre avant de concevoir tout protocole **(CHEVALIER et al. 2010)**

La représentativité : les modalités de relevés doivent être adaptées en fonction de l'objectif d'étude de manière à assurer une bonne représentativité. Par exemple, si nous voudrons étudier la flore d'un massif forestier et d'un parcours steppique, les relevés pour le massif forestier seront effectués sur une surface différente que celle d'un parcours steppique ;

- **L'exhaustivité:** le relevé doit inventorier toutes les espèces présentes afin d'obtenir le taux d'exhaustivité le plus élevé possible et d'augmenter la qualité de l'inventaire floristique

õ**La reproductibilité :** elle correspond à la capacité de réaliser des relevés dans les mêmes conditions, de façon à être sûr que la différence observée est attribuée à une évolution. Si l'on ne peut pas garantir une reproductibilité suffisante, il vaut mieux renoncer au suivi.

II. 1. Prospection et choix des stations :

La station, selon un auteur, dépent impérativement de l'homogénéité de la couverture végétale dans le but d'éviter des zones de transition.

Le choix intuitif des surfaces de végétation à étudier (individu d'association)est réalisé en fonction des connaissances phytosociologie et de l'écologie régionale ; ce qui revient à une stratification mentale implicite, ou mieux à une stratification floristique.

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, tels que l'exposition, la lumière, la microtopographie, l'humidité du sol ….et les observations très fines à ce niveau. Un auteur atténue cette affirmation en définissant par ''surface floristiquement homogène, une surface n'offrant pas d'écarts de composition floristique appréciable ente ses différentes parties''

Le choix des stations a été orienté pour analyser l'effet altitudinal c'est à dire la variation des aspects d'exposition qui pourrait influencer les traits floraux des plantes

Plusieurs sorties de prospection de terrain ont été nécessaires pour le choix définitif de 3 stations d'étude. Les stations choisies sont réparties selon un gradient altitudinal. (**BERRACHED. 2017**) dont l'ordre est le suivant :

- Station 01 : Méso méditerranéenne. (942 m -1350 m)
- Station 02 : Thermo méditerranéenne. (727 m -1020 m)
- Station 03 : Supra méditerranéenne. (1321m-1324m)



Figure 07 : Vue générale de la station : Supra méditerranéenne (Photo prise le : 07mai2023)



Figure 08 : Vue générale de la station : Méso méditerranéenne (Photo prise le : 07mai2023)



Figure 09 : Vue générale de la station : Thermo-méditerranéenne (Photo prise le : 07mai2023)

II.2. Echantillonnage :

On définit l'échantillonnage comme « un ensemble d'opération qui ont pour objet de prélever dans une population des individus devant constituer l'échantillon.

Il est basé alors sur l'analyse des variations spatiales de structure et de ma composition floristique .Un auteur et al analyse à laquelle il faut ajouter celle des conditions écologiques locales dans un contexte écologique sectoriel uniforme. Il est basé sur l'altitude, l'exposition, la pente, le substrat, le taux de recouvrement de la végétation.

Parmi les différentes méthodes d'étude floristique utilisées actuellement et vu la nature du problème à traits, nous avons jugé utile d'utiliser la méthode Zuricho Montpelliéraine mise au point par Braun-Blanquet. **(BELHACINI. 2011**)

L'échantillonnage c'est une procédure de prélèvement de marchandise pour un échantillon. L'impossibilité de couvrir la totalité d'une zone donnée a mené de nombreux écologues à se livrer obligatoirement à un échantillonnage.

L'échantillonnage : « consiste en général à choisir dans un ensemble, un nombre limité d'éléments de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable sur l'ensemble ». L'échantillonnage est donc, la première phase de tout travail égologique qui permet à choisir le meilleur emplacement des relevés. L'échantillonnage retenu pour cette étude est l'échantillonnage subjectif. Le choix de ce type d'échantillonnage est justifié par la simplicité de sa mise en œuvre. Également, cet échantillonnage nous permet de choisir les communautés les plus représentatives et les plus homogènes pour y implanter des placettes permanentes **(BERRACHED.2017)**

II.3. Aire minimal et détermination des relevées :

La notion d'aire minimale, que l'on présente volontiers comme une donnée objective et opérationnelle, s'avère elle-même moins évidente qu'il n'y paraît. Selon la définition originelle, l'aire minimale est « l'espace minimum que demande un individu d'association] pour acquérir le développement auquel correspond l'ensemble spécifique normal » (BRAUN-BLANQUET & PAVILLARD, 1928). Un relevé ne sera considéré comme représentatif de l'individu d'association étudié que s'il est effectué sur une surface au moins supérieure à l'aire minimale. Bien que cette technique soit en fait très rarement utilisée, on définit classiquement l'aire minimale d'un individu d'association à partir de la courbe aire-espèces (courbe d'accroissement du nombre d'espèces en fonction de la surface, que l'on augmente par doublements successifs de placettes imbriquées,

D'après un auteur la surface du relevé doit être au moins égale à l'aire minimale, contenant la quasi-totalité d'espèces présente**. (FRANÇOIS. 2000)**

En zone aride la richesse floristique dépend essentiellement du nombre d'espèces annuelles présentes au moment de l'exécution du relevé. Celle-ci et, par voie de conséquence, l'aire minimale vont dépendre également des aléas des précipitations et des conditions d'exploitation.

On a monté que l'aire « optimale » phytosociologique variait principalement en fonction du nombre d'annuelle et du recouvrement de la pellicule de glaçage.

Logiquement la taille de l'aire minimale reste sensiblement équivalente entre les individus d'une même association, et représente donc par sa valeur moyenne, l'un de ses attributs essentiels.

Un auteur et al précisent que l'aire minimale allant à m^2 pour les formations à matorral.

On utilisé « une aire minimal égal à 100 m^2 pour l'ensemble de la steppe.

De ce fait, l'ensemble de ces auteurs s'accorde à dire que l'aire minimale allant 50 à 100 m^2 est suffisamment représentative dans des formations méditerranéennes telles que la nôtre et définissent ainsi une surface floristiquement homogène contenant la plupart les espèces du peuplement et le relevé question est significatif

Auteur et .al ont contesté l'approche empirique traditionnelle de l'aire minimale, vis-à-vis du problème de l'homogénéité floristique et de celui de la représentativité de l'échantillon, en utilisant des courbes aire espèces en coordonnées semi-logarithmiques. Ces travaux nous

ont incités à tester l'intérêt méthodologique de telles courbes dans l'approche expérimentale de la surface optimale représentative d'un échantillon floristiquement homogène. Nous nous limiterons ici à deux exemples particulièrement démonstratifs.

L'"aire minimale" déterminée graphiquement à partir des représentations précédentes apparaît donc comme un artefact lié à un choix arbitraire de l'échelle d'investigation.**(FRANÇOIS.2000)**

Pour notre cas nous avons pris une aire minimale égale 100 $m^{2.}$

II.4. Relevé phytoécologique :

À l'intérieur de chaque phytocénose reconnue sur le terrain, il convient de rechercher une surface de végétation homogène et représentative afin d'y effectuer un relevé phytocénotique.

La phytocénose, conçue comme un assemblage régulier de synusies, doit nécessairement être floristiquement homogène, au sens d'un auteur. En effet, bien que nous considérions à ce niveau la composition synusiale et non la composition floristique, il est facile de démontrer que si la mosaïque est répétitive, i.e. résulte d'un agencement régulier de ses éléments texturaux (synusies) dans la surface considérée, cette "homogénéité synusiale" se traduit immanquablement par une homogénéité floristique (répartition régulière des espèces végétales), à l'échelle de la "macro hétérogénéité" **(FRANÇOIS. 2000)**

II.4.1. La liste floristique :

Il s'agit de recenser et identifier toutes les espèces rencontrées à l'aire minimale d'échantillonnage, tout au long de la période d'étude. L'identification des espèces est faite à la base de plusieurs flores et travaux. Nous avons utilisé : la flore du Sahara septentrional et central), la nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales), la flore du Sahara et la flore vasculaire de l'Andalousie Orientale **BERRACHED.2017)**

II.4.2. Le coefficient d'abondance_ dominance :

Les espèces présentes au niveau des relevés sont caractérisées par l'échelle d'abondance dominance de Braun-Blanquet (1952). L'abondance-dominance, grandeur repérable et non mesurable, donne une estimation globale des individus d'une espèce et la surface de recouvrement. Elle est exprimée en pourcentage. L'échelle d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (1952) est donnée comme suit:

+ : simplement présent, recouvrement et abondance très faible ;

1 : abondant, recouvrement < 5% ;

2 : très abondant, recouvrement de 5% à 25% ;

3 : recouvrement de 25% à 50% ;

4 : recouvrement de 50% à 75% ;

5 : recouvrement > 75%.**(BERRACHED.2017).**

II. 5. Traits floraux

II.5.1 .Présentation des traits et leur intérêt biologique :

Les traits floraux reflètent l'adaptation des fleurs à un pollinisateur particulier et correspond aux syndromes de pollinisation. Pour chaque espèce étudiée, la profondeur la couleur de la fleur, sa forme, la taille et le nombre sont mesurées. La forme et la couleur de la fleur sont essentielles dans le déterminisme de l'attraction des insectes, leur accès au nectar, et leur efficacité comme pollinisateurs; La profondeur des fleurs peut être importante pour empêcher les pollinisateurs non souhaités d'accéder au nectar ou pour s'adapter à la morphologie des pollinisateurs souhaités. Les fleurs avec des nectaires plus profonds peuvent être visitées par des pollinisateurs ayant des structures buccales plus longues, comme les papillons nocturnes, tandis que les fleurs avec des nectaires plus superficiels sont souvent visitées par des pollinisateurs ayant des structures buccales plus courtes, comme les abeilles). Cependant, une profondeur excessive peut également empêcher certains pollinisateurs de s'adapter à la plante .La profondeur de la fleur peut influencer l'attraction des pollinisateurs. **(BERRACHED .2017)**

De plus, La profondeur des fleurs peut affecter la fréquence de visite des pollinisateurs. Les fleurs à tube court sont souvent visitées plus fréquemment que les fleurs à tube long, car les pollinisateurs peuvent collecter le nectar plus rapidement .Cependant, les fleurs à tube long peuvent également attirer des pollinisateurs plus spécialisés qui ont évolué pour s'adapter à ce type de fleur.

Les fleurs sont également catégorisées par la couleur (selon l'œil humain), suivant un auteur et, al. La couleur de la corolle est uniquement prise en considération. Les couleurs retenues sont : le jaune (y compris jaune, jaune blanchâtre et jaune verdâtre), le bleu, le mauve, le

blanc, le pourpre, et le rouge (y compris rouge et rouge orangé) ou sans fleurs attractives (Poaceae). La couleur pour l'œil humain est seulement un substitut, approximatif, de couleur à l'œil du pollinisateur, mais en comparaison entre toutes les plantes, les couleurs de fleurs qui sont différentes à l'œil humain sont également différentes à l'œil des pollinisateurs, et les couleurs de fleurs qui sont identiques à l'œil humain sont souvent identiques à l'œil des polinisateurs **(BERRACHED.2017)**

La forme des fleurs peut jouer un rôle dans l'adaptation des plantes à leurs pollinisateurs. Une étude récente a montré que la forme des fleurs des orchidées était fortement corrélée avec la taille de la langue des pollinisateurs.

D'autres études ont montré que la forme des fleurs peut également être influencée par les conditions environnementales

Elles peuvent également affecter le succès reproductif des plantes. Par exemple, les fleurs avec une forme spécifique peuvent être plus efficaces pour la pollinisation croisée ou l'auto-pollinisation

De plus, la forme de la fleur peut affecter la manière dont les pollinisateurs collectent et transfèrent le pollen, ce qui peut avoir des répercussions sur la qualité et la quantité de graines produites. Le type de fleur caractérisé selon sont :

Les formes des fleurs sont : (A) fleur en forme de disque (dans certaines Asteraceae, Euphorbiaceae, Apiaceae), (B) fleur en forme de goulet (au niveau des Brassicaceae, Lamiaceae), (C) fleur en forme de drapeau (au niveau de certains Fabaceae), et (D) forme tubuleuse (au niveau de certain Iridaceae) ou encore (E) sans fleurs attractives (pour les Poaceae), **(BERRACHED.,2017)**



Forme (A) **Forme (A)** **Forme (A)**

Figure 10 : Quelque photos des espèces de la forme A (Disque)

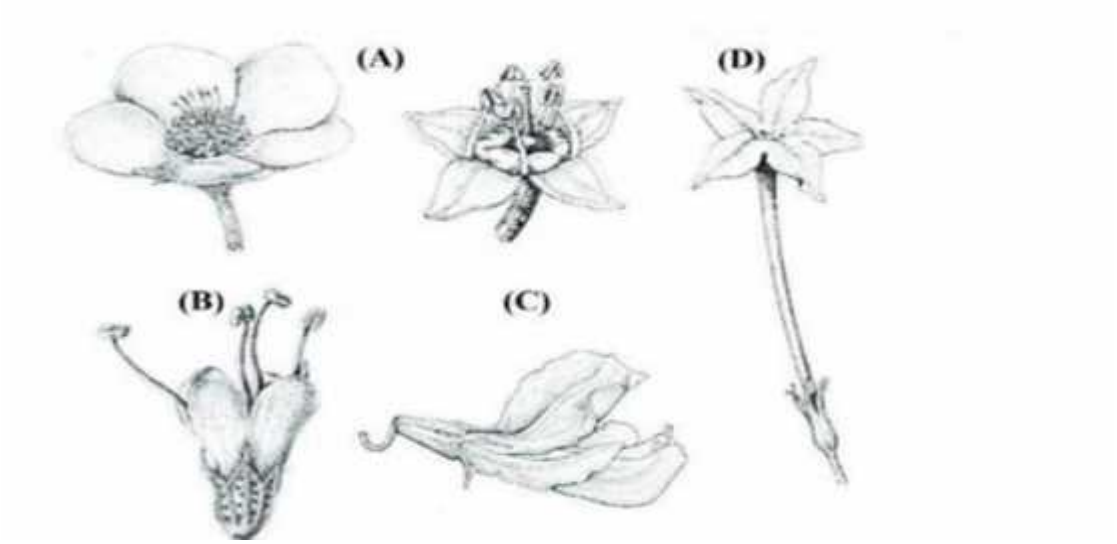


Figure 11 : Les classes de fleurs selon Bernardello (2007). (A) : Forme de disque ; (B) : forme de goulet ; (C) : forme de drapeau ; (D) : forme tubuleuse **(BERRACHED.2017)**

La taille de la fleur peut également affecter la compétition inter-spécifique. Certaines plantes peuvent avoir des fleurs plus grandes que celles de leurs concurrents pour attirer les pollinisateurs et ainsi augmenter leurs chances de reproduction. Selon une étude publiée en 2018 dans la revue "Annals of Botany", "la taille de la fleur peut influencer la compétition interspécifique pour les pollinisateurs, en particulier dans les communautés végétales riches en espèces." **(GOMEZ.2009)**

Le nombre de fleurs peut influencer directement la production de graines et la survie des plantes. Selon une étude menée par un auteur : "le nombre de fleurs est l'un des principaux déterminants de la production de graines chez les plantes à fleurs, car il est directement lié au nombre de fruits et de graines produits". Ainsi, un grand nombre de fleurs peut augmenter les chances de pollinisation et de fécondation, conduisant à une plus grande production de graines. **(TLIG et al . 2011)**

Le nombre de fleurs peut également avoir un impact sur les interactions entre les plantes et les pollinisateurs. Selon une étude menée par un auteur "un grand nombre de fleurs peut augmenter la probabilité de rencontre entre les plantes et les pollinisateurs, diminuer ainsi les chances de pollinisation et de fécondation". De plus, "un grand nombre de fleurs peut également améliorer la qualité de la nourriture disponible pour les pollinisateurs, ce qui peut augmenter leur taux de visite et leur efficacité de pollinisation**". (BLAMBERT.,2016)**

II.5.2. Protocole de mesure :

Les fleurs collectées au terrain sont immédiatement conservées au niveau des sacs hermétiques dans une boite froide et analysées le jour de l'échantillonnage. Ceci permet de minimiser le changement de couleur du à la conservation et à la transpiration **(BERRRACHED.2017)**

Les fleurs destinées pour la mesure de la profondeur du tube floral sont préservées à l'éthanol 70% au niveau des tubes à essai. La profondeur du tube floral est considérée comme étant la distance entre l'insertion de la corolle et le début des lobes de la corolle

Afin d'estimer la moyenne de la profondeur du tube floral pour chaque espèce, une fleur de chacun des cinq individus est mesurée avec un pied à coulisse électronique (résolution = 0.01 mm). Dans le cas de l'absence de tube floral, la profondeur est considéré égale a « 0 ».

Les fleurs sont des capitules généralement pauciflores. Le capitule est sessile et très petit de 1 à 1.5 mm .Le réceptacle est nu avec 2 à 5 fleures hermaphrodites. Les fleurs sont très petites (ne dépassent pas 7 mm de longueur) toutes en forme de tube. **(BERRACHED .2017)**

On dit les fleurs sont jaunâtres ou ferrugineuses, tandis que un auteur et, al indiquent que les fleurs sont d'une couleur rose rougeâtre. La corolle est gamopétale provient de la soudure des pétales et des étamines. Le diagramme floral de l'armoise blanche se présente généralement comme suit : 5 sépales + 5 pétales + 5 étamines + 2 carpelles. La formule est la suivante :

Formule florale: FF = 5S+5P+5E+2C **(BERRACHED.2017)**

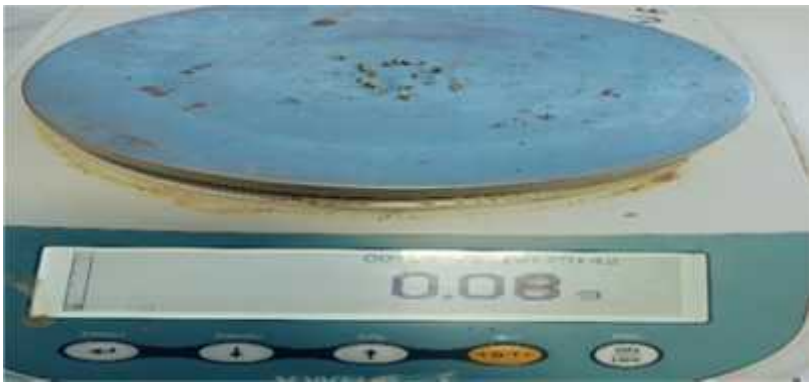


Figure 12 : Exemple d'image de fleurs pesée avec une balance

II.5.2.1. Protocole pour mesurer la taille de fleur :

1 .Nous sélectionnons la fleur que vous souhaitez mesurer. Vérifiez-vous que la fleur soit en bonne condition et qu'elle soit typique de la population de fleurs que vous souhaitez mesurer. "Il est essentiel que la fleur soit en bon état et qu'elle soit représentative de la population de fleurs soit étudiée.

2. Mesurons la longueur du pédoncule de la fleur, en partant de sa base jusqu'à l'endroit où la fleur rejoint le pédoncule. Utilisez la règle graduée ou le mètre ruban pour mesurer cette distance. Si le pédoncule est courbé, mesurez le long de la courbure pour obtenir une mesure précise. Notez la mesure. "La longueur du pédoncule doit être mesurée à partir de sa base jusqu'à l'endroit où il rejoint la fleur, en suivant la courbure si nécessaire."

3. Nous Coupons délicatement la tige ou le pédoncule de la fleur avec les ciseaux, en veillant à ne pas endommager la fleur elle-mê.me. "La tige doit être délicatement coupée à l'aide de ciseaux pour éviter de nuire à la fleur."

4. Nous mesurons la longueur de la fleur, en partant de sa base jusqu'au sommet de la fleur. Vérifiez-vous de mesurer la longueur totale de la fleur, y compris les pétales, les sépales, le pistil et les étamines éventue.

. Si la fleur des appendices en dessous de la base de la fleur, comme un calice, vous devez les inclure dans la mesure. Si la fleur à des parties en saillie, comme les étamines, mesurez jusqu'à la pointe la plus haute. Notez la mesure. "La longueur totale de la fleur, y compris les pétales, les sépales, le pistil et les étamines, doit être mesurée avec précision. **(DELABAYS et al.2021)**

Répétez les étapes 1 à 4 pour chaque fleur que vous souhaitez mesurer.

II.5.2.2. Protocole pour mesurer le nombre de fleur :

Étapes :

1. Nous Choisissons l'espèce de plante que vous préférez et déterminez la méthode de comptage des fleurs. Le comptage peut être effectué soit sur le terrain, soit à partir de photographies numériques. "Le comptage peut être effectué directement sur le terrain ou à partir d'images numériques prises avec un appareil photo numérique." **(LEVY-PROVENÇAL.2013)**

2 .Si nous choisissons de compter les fleurs sur le terrain, trouvez un échantillon représentatif de la population de plantes que vous envisagez. "Il est important de sélectionner un échantillon représentatif pour éviter toute erreur de comptage." **(LEVY-PROVENÇAL.2013)**

3. Nous Utilisons un mètre ruban ou une règle graduée pour mesurer la taille de la zone d'échantillonnage. "La taille de la zone d'échantillonnage doit être mesurée pour pouvoir extrapoler les résultats de l'échantillon à la population totale." **(LEVY-PROVENÇAL.2013)**

4. Nous Comptons le nombre de fleurs dans la zone d'échantillonnage. nous assurons de compter chaque fleur une seule fois. "Il est important de ne pas compter la même fleur plusieurs fois pour éviter toute erreur de comptage." (Chambers et al., 2013)Répétez le processus pour plusieurs zones d'échantillonnage et calculez la moyenne du nombre de fleurs par zone. "Il est recommandé de compter les fleurs dans plusieurs zones d'échantillonnage pour obtenir une estimation précise du nombre de fleurs par plante ou par population." **(LEVY-PROVENÇAL.2013)**

5 .Si nous choisissons de compter les fleurs à partir de photographies numériques, prenez une photo de la plante ou de la zone d'échantillonnage à l'aide d'un appareil photo numérique. "Les photographies numériques peuvent être utilisées pour compter les fleurs à partir de l'image **(LEVY-PROVENÇAL.2013)**

6. Nous Importons les images dans un logiciel de traitement d'images, tel que ImageJ ou Adobe Photoshop. Utilisez les outils de mesure du logiciel pour mesurer la surface de la zone d'échantillonnage. "Les outils de mesure du logiciel de traitement d'image permettent de mesurer la surface de la zone d'échantillonnage et d'extrapoler le nombre de fleurs dans la population totale." **(LEVY-PROVENÇAL.2013)**

Nous Répétons le processus pour plusieurs zones d'échantillonnage et calculez la moyenne du nombre de fleurs par zone.

II.5.2.3. Protocole pour mesurer la forme de fleur :

1. Nous choisissons une fleur à mesurer. Il est préférable de choisir une fleur qui est en pleine floraison et qui est bien visible. **(DUCRETTET. 2020)**

2. Nous prenons une photo de la fleur en utilisant un appareil photo numérique. Il est important de prendre la photo avec une distance fixe entre l'appareil photo et la fleur pour assurer une mesure précise de la taille. **(DUCRETTET. 2020)**

3. Nous Importons la photo dans le logiciel de traitement d'images. **(DUCRETTET. 2020)**

4. Nous mesurons la taille de la fleur en utilisant la règle graduée et en ajustant l'échelle de l'image dans le logiciel. **(DUCRETTET. 2020)**

5. Nous traçons les contours de la fleur en utilisant un outil de dessin dans le logiciel. Il est important de suivre les contours de la fleur avec précision pour assurer une mesure précise de la forme. **(DUCRETTET. 2020)**

6. Nous calculons les paramètres de forme en utilisant les outils de mesure du logiciel. Les paramètres de forme les plus couramment utilisés sont la surface, la longueur maximale, la largeur maximale, le périmètre et l'indice de forme (par exemple, le rapport de la longueur à la largeur). **(DUCRETTET. 2020)**

7. Nous répétons les étapes 1 à 6 pour plusieurs fleurs de la même espèce afin de calculer une moyenne des paramètres de forme.

Il est important de prendre plusieurs mesures pour chaque fleur et de répéter l'expérience sur plusieurs individus pour assurer une mesure précise et représentative de la forme de la fleur.

II.5.2.4. Protocole pour mesure la couleur de fleur :

La mesure de la couleur de la fleur peut être réalisée à l'œil nu à l'aide d'une échelle de couleur standardisée, comme l'échelle de couleur de la Royal Horticultural Society (RHS).

Étapes du protocole :

1. Nous sélectionnons une plante avec une fleur à mesurer et évaluer qu'elle est en bonne santé. Les fleurs doivent être choisies à des moments de la journée où la lumière est constante, car cela peut affecter la perception de la couleur de la fleur. **(MAHBOUB.2017)**

2. Nous plaçons l'échelle de couleur RHS à côté de la fleur de la plante, dans des conditions de luminosité similaires à celles de la fleur. Selon une étude de Sun et Yang (2018), les couleurs de la fleur sont activées par l'environnement, notamment la lumière. **(MAHBOUB.2017)**

3. Nous tenons la fleur près de l'échelle de couleur RHS de manière à ce que vous puissiez facilement comparer la couleur de la fleur avec les couleurs de l'échelle. Selon un auteur la

distance entre la fleur et l'échelle de couleur doit être maintenue constante pour une comparaison précise des couleurs **(MAHBOUB.2017)**

4. Nous évaluons la couleur de la fleur en la comparant avec les couleurs de l'échelle de couleur RHS. Pour cela, vous pouvez comparer la teinte, la saturation et la luminosité de la couleur de la fleur avec celles de l'échelle. Nous choisissons la couleur standard la plus proche de la couleur de la fleur et enregistrez le numéro de code correspondant. Selon une étude des auteurs, la teinte, la saturation et la luminosité sont les principales caractéristiques de la couleur de la fleur qui peuvent être mesurées à l'œil nu. **(MAHBOUB.2017)**

5. Nous répétons les étapes 1 à 4 pour chaque fleur à mesurer.

Une fois toutes les mesures effectuées, enregistrez les données dans le carnet de notes en mentionnant la plante, la couleur de la fleur, le numéro de code correspondant et les conditions de luminosité et d'éclairage pendant la mesure.

Il est important de noter que la perception de la couleur peut varier d'une personne à l'autre, il est donc recommandé d'avoir plusieurs observateurs pour effectuer la mesure de la couleur des fleurs. De plus, il est important de prendre en compte les conditions de luminosité et d'éclairage, car cela peut affecter la perception de la couleur de la fleur. Par conséquent, il est recommandé de réaliser les mesures dans des conditions d'éclairage similaires pour toutes les fleurs mesurées. **(MAHBOUB.2017)**

II.6. Analyses statistiques

II. 6.1. Analyse de variance (ANOVA) :

L'analyse de variance (ANOVA ou ANalysis Of Variance) vise à tester les différences significatives entre les moyennes en comparant les variances **(ARMSTRONG ET AL. 2002 ; RAKOTOMALALA. 2013).**

Elle permet d'étudier l'influence d'une ou de plusieurs variables catégorielles explicatives sur la distribution d'une variable continue à expliquer. Le nombre de variables explicatives définit le type d'ANOVA. Une ANOVA à un facteur est utilisée lorsqu'il s'agit d'une seule variable explicative, et une ANOVA factorielle, lorsque le nombre de variables explicatives est de plus de deux **(ARMSTRONG ET AL. 2002).**

Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé une ANOVA à un facteur (One-way Anova). Le test ANOVA est considéré comme étant significatif lorsque la valeur-p est le rapport F sont significatifs. La valeur-p représente le seuil de signification du test statistique **(GELMAN. 2013).**

Elle est donc la probabilité de l'erreur associée à l'acceptation du résultat. Par exemple, une valeur p de 0.05 indique qu'il existe une probabilité de 5% que la relation entre les variables de l'échantillon soit due au hasard. Une valeur p de 0.05 est considérée comme une « limite acceptable » d'erreur dans plusieurs domaines de recherches. Les seuils de significations peuvent être également fixés jusqu'à 10%, particulièrement lorsque le nombre de réplications est bas et le nombre de comparaison est élevé **(MAESTRE. 2004).**

Le rapport F permet la comparaison des variances entre les groupes « inter-groupes » et à l'intérieur des groupes « intra-groupe ». La valeur de F est considérée comme étant la variance entre les groupes rapportée à la variance à l'intérieur des groupes. Plus la variance entre les groupes est supérieure à celle à l'intérieur des groupes, plus l'effet du facteur testé a des chances de ne pas être dû au hasard. En résumé, plus le F est élevé, plus il y a de chance que le facteur testé ait un effet statistiquement significatif

. Le résultat de l'analyse de variance est représenté de la façon suivante :

F (a, b) = c, valeur-p

a : représente le degré de liberté (ddl) entre les groupes (ddl de la variable explicative). Il est égal à k-1, dont « k » est le nombre des groupes.

b : représente le degré de liberté à l'intérieur des groupes (ddl de l'erreur). Il est égal à n-k, F (a, b) = c, valeur-p 25 dont n= effectif total des groupes.

C : valeur du rapport

L'analyse de variance est appliquée après la vérification de la distribution normale des données (voir différents tests ci-dessous) et l'homogénéité de variances intra-groupes (Test de Levene) (**RAKOTOMALALA. 2013).**

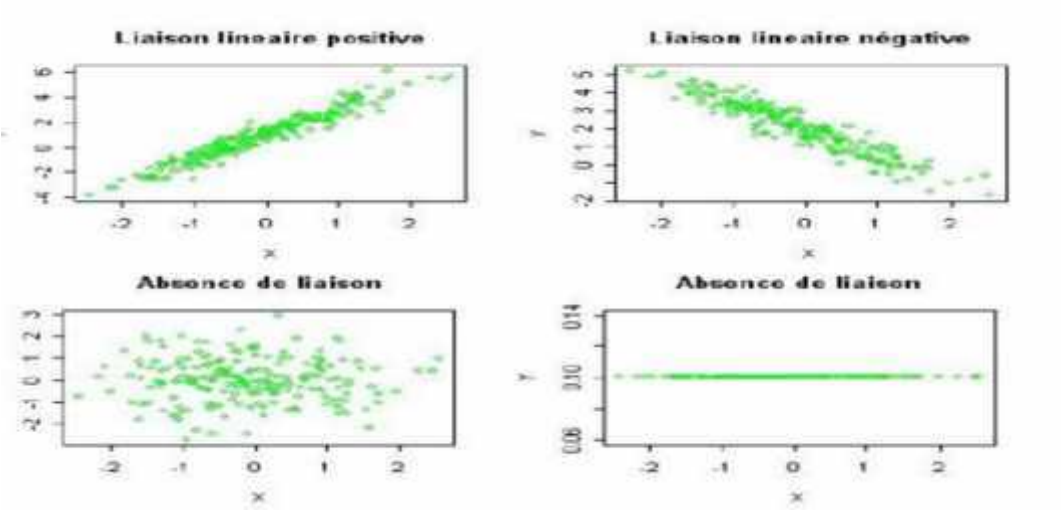
L'analyse de variance a été renforcée par deux tests non paramétriques ; le test non paramétrique de Kruskal Wallis (KW) pour la comparaison de plus deux groupes et le test non paramétrique de Mann-Whitney (MW) pour la comparaison de deux groupes. **(RAKOTOMALALA. 2008)**

Par ailleurs, et suite à une différence significative entre les groupes, la comparaison multiple des moyennes de paramètres retenus a été réalisée par l'utilisation de test Post-hoc de Bonferroni à un risque d'erreur retenu dep≤0.05**. (BERRACHED. 2017)**

II.6.2. Analyse de corrélation :

L'analyse de corrélation est une méthode statistique destinée à quantifier et tester la liaison (la relation) entre deux variables quantitatives (continues). La corrélation permet donc de (i) déterminer s'il existe une relation entre deux grandeurs statistiques quantitatives X et Y, (ii) de caractériser la forme de cette relation, relation positive ou négative selon la valeur du coefficient de corrélation, et (iii) de tester si cette relation est statistiquement significative à travers la valeur-p **(RAKOTOMALALA. 2015).**

Le coefficient de corrélation sert à caractériser si la relation linéaire est positive ou négative. Sa valeur varie entre -1 et +1. Plus il est proche de 1 (en valeur absolue), plus la relation entre X et Y est forte. Lorsque r = 0, ceci indique l'absence d'une corrélation. L'analyse du graphique « nuage de points » permet de visualiser la relation entre les variables X et Y. La figure 11 illustre quelques types de liaison qui peuvent exister entre ces deux variables :



:

Fi gure13 : Quelques types de liaison entre deux variables quantitatives (**RAKOTOMALALA. 2015).**

• **Liaison linéaire positive** : X et Y évoluent dans le même sens, une augmentation de X entraîne une augmentation de Y, du même ordre quelle que soit la valeur de X.

õ **Liaison linéaire négative** : X et Y évoluent en sens inverse. La pente est inchangée quelle que soit la valeur de X.

õ **Absence de liaison** : La valeur de X ne donne pas une indication sur la valeur de Y, et inversement. L'autre situation caractéristique est que X (ou Y) est constant quelle que soit la valeur de la seconde variable. Dans le cadre de notre étude, le test de normalité appliqué aux variables était statistiquement non significatif. A cet effet, nous avons utilisé un test non paramétrique de Kendall **(LAURENCELLE. 2009).**

Ainsi, l'indice tau de Kendall (ou τ de Kendall) a été utilisé pour évaluer la corrélation entre la phénologie et les paramètres climatiques.

II.6.3. Analyse hiérarchique (CAH) :

L'analyse des relations entre les traits floraux a été réalisée en examinant les modèles et les tendances observées dans le graphique en nuage de points 3D. Des analyses statistiques supplémentaires, telles que des corrélations et des tests de significativité, ont également été effectuées pour quantifier la force et la nature des relations entre les variables. En utilisant cette approche, nous avons pu analyser de manière détaillée les relations entre les variables altitude, poids et profondeur de gynécée des fleurs, forme et couleur des fleurs en tenant compte de la forme de vie, type biologiques des arbres. Cette méthodologie nous a permis de mieux comprendre les patterns de distribution et les relations écologiques des différentes traits floraux dans la zone forestière étudiée. En complément de l'analyse en nuage de points 3D, une analyse de clustering a été effectuée pour identifier les regroupements naturels des arbres en fonction de l'ensemble des variables étudiées. Les variables incluses dans l'analyse étaient poids et profondeur de gynécée des fleurs, forme et couleur des fleurs. Ensuite, nous avons appliqué une méthode d'analyse de regroupement, en utilisant la classification ascendante hiérarchique (CAH) comme méthode principale. La CAH est une approche qui regroupe les plantes en formant des clusters successifs, en commençant par les individus les plus similaires et en fusionnant progressivement les clusters jusqu'à obtenir une structure hiérarchique. **(OLTEANU-RAIMOND.2015)**

Chapitre III :

Résultats et discussions

III.1. Relation entre poids des fleurs, altitude et cycle de vie chez différentes espèces végétales

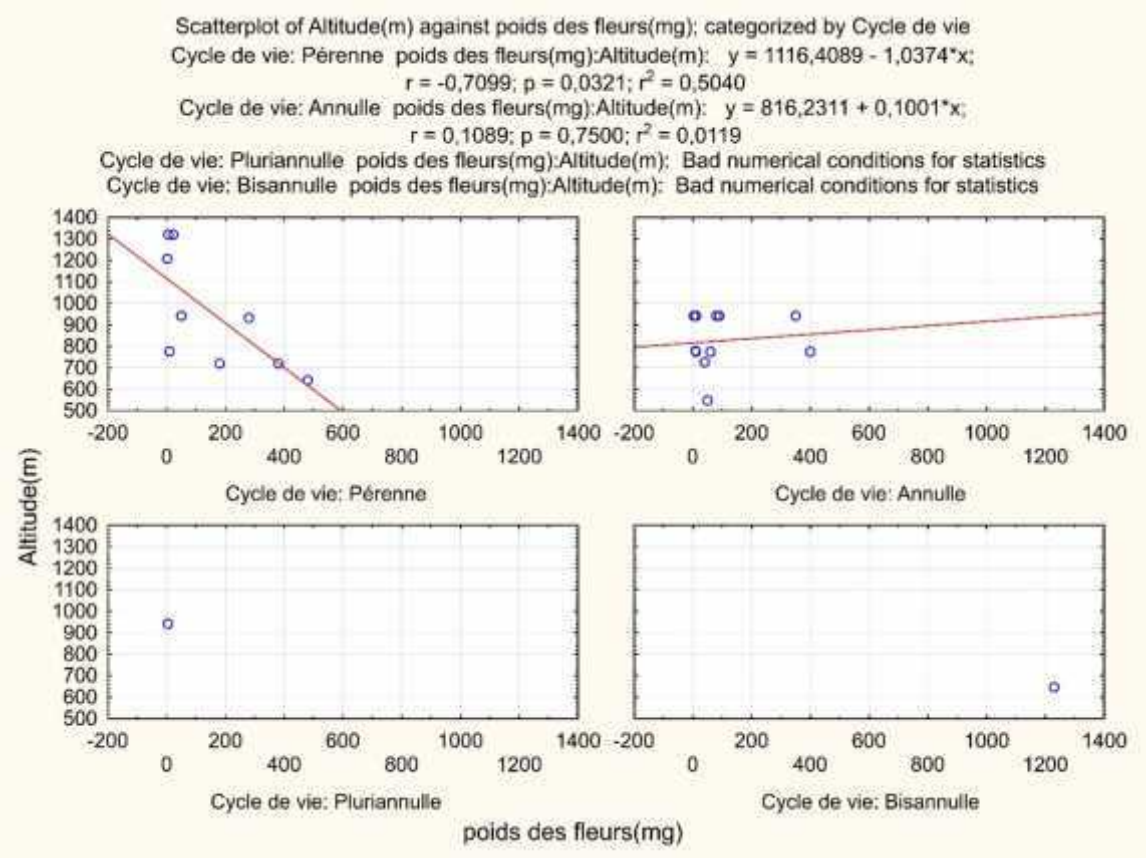


Figure 14 : Corrélation de Pearson entre les poids des fleurs et le gradient altitudinal (m) catégorisé **par** leur cycle de vie**.**

Les graphes de la figure 01 représentent la relation de poids des fleurs en fonction de l'altitude, catégorisée par leur cycle de vie. Les résultats indiquent qu'il existe une relation significative inversement proportionnelle chez les espèces pérennes (P = 0.0321, r= -1,03), tandis que chez les espèces annuelles présentent une relation proportionnelle presque significative avec l'altitude (P = 0.07500, r= 0,10) et en fin pour les espèces bisannuelles et pluriannuelles, cette relation n'est pas significative par manque de nombre d'espèces.

Pour les espèces pérennes, les graphes de la figure 01 indiquent une relation significative inversement proportionnelle entre le poids des fleurs et l'altitude. Cela signifie que plus l'altitude est élevée, plus le poids des fleurs des espèces pérennes tend à diminuer. Cette relation inversement proportionnelle suggère une adaptation des espèces pérennes aux conditions environnementales plus difficiles rencontrées aux altitudes élevées, qui ont également montré une diminution significative du poids des fleurs chez les espèces pérennes avec l'augmentation de l'altitude. **(Équipe La main à la pâte. 1998)**

Selon ces auteurs, cette diminution peut être attribuée à une limitation des ressources disponibles, à des conditions de croissance plus rudes et à des pressions sélectives liées aux pollinisateurs et à la reproduction dans les environnements montagneux.

En revanche, pour les espèces annuelles, les résultats de l'analyse ne révèlent pas de relation significative entre le poids des fleurs et l'altitude. Cela indique que chez les espèces annuelles, le poids des fleurs n'est pas directement influencé par l'altitude. Cette variabilité observée peut être due à des facteurs autres que l'altitude, tels que des variations génétiques, des interactions complexes avec d'autres organismes ou des exigences spécifiques des espèces annuelles pour leur reproduction. Il est important de noter que malgré l'absence de corrélation significative, il existe une tendance de relation proportionnel presque significative entres le poids des fleurs des espèces annuelles à différentes altitudes, mais elles ne sont pas suffisamment marquées pour être statistiquement significatives dans le cadre de cette étude. Des études supplémentaires, telles que celle menée par un auteur, elle ont souligné l'importance de considérer d'autres variables telles que la disponibilité en eau et la compétition inter-espèces pour comprendre pleinement l'influence de l'altitude sur les caractéristiques des fleurs chez les espèces annuelles**.(CARLO et al.2021)**

En ce qui concerne les espèces bisannuelles et pluriannuelles, les résultats indiquent également une absence de relation significative entre le poids des fleurs et l'altitude. Cela suggère que ces types de plantes ne montrent pas de variation marquée dans le poids de leurs fleurs en fonction de l'altitude. Les raisons possibles peuvent être similaires à celles des espèces annuelles, comme des facteurs génétiques, des interactions complexes ou des exigences spécifiques liées à leur cycle de vie particulier. Des recherches récentes menées par un auteur, elle ont souligné l'importance de prendre en compte d'autres caractéristiques florales, telles que la taille et la forme des fleurs, pour mieux comprendre les adaptations des espèces bisannuelles et pluriannuelles aux différents environnements d'altitude.**(MATHIEU. A. 2011)**

Dans ensemble, les résultats de cette analyse indiquent une relation significative inversement proportionnelle entre le poids des fleurs et l'altitude chez les espèces pérennes, tandis que cette relation n'est pas significative chez les espèces annuelles et les espèces bisannuelles et pluriannuelles. **(SPICHIGER et al. 2002)**

III.2. Relation entre poids des fleurs, altitude et le type biologique chez différentes espèces végétales

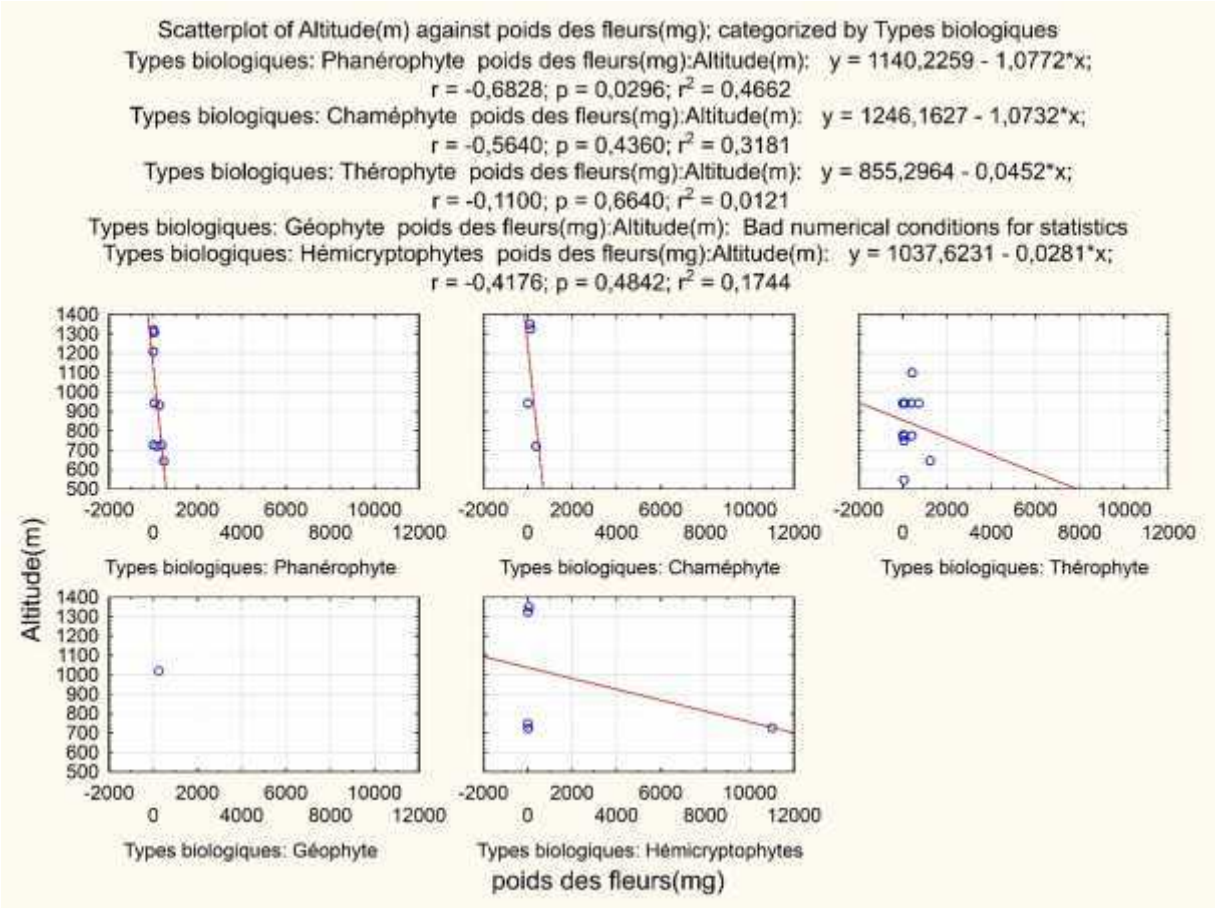


Figure 15 : Corrélation de Pearson entre les poids des fleurs et le gradient altitudinal (m) catégorisé par leur type biologique.

Les graphiques de la figure 02 présentent la variation du poids des fleurs en fonction de l'altitude, catégorisée par les types biologiques des plantes. L'objectif de cette analyse était d'évaluer s'il existe une corrélation entre le poids des fleurs et l'altitude spécifique à chaque type biologique.

Les résultats obtenus ont révélé des patterns différents selon les types biologiques. Tout d'abord, chez les phanérophytes, une corrélation significative inversement proportionnelle entre le poids des fleurs et l'altitude a été observée. Cette corrélation indique que plus l'altitude augmente, plus le poids des fleurs des phanérophytes tend à diminuer. Ces résultats ont noté une diminution du poids des fleurs avec l'augmentation de l'altitude chez les phanérophytes, en raison des conditions environnementales plus rigoureuses telles que la baisse de température et la diminution de la disponibilité des nutriments. La corrélation

significative (P = 0.0296, r = -0,68) renforce cette observation et suggère une adaptation des phanérophytes à des altitudes plus élevées. **(DOCHE et al . 1997)**

En revanche, pour les géophytes, les hémicryptophytes, les thérophytes et les chaméphytes, les résultats ont révélé une corrélation non significative entre le poids des fleurs et l'altitude. Cela indique que, pour ces types biologiques, le poids des fleurs n'est pas directement influencé par l'altitude. Ces résultats sont cohérents avec l'étude d'un auteur qui a souligné que d'autres facteurs, tels que la disponibilité des ressources, les interactions avec d'autres organismes et les stratégies de reproduction spécifiques à chaque type biologique, peuvent jouer un rôle prépondérant dans la variation du poids des fleurs. Bien qu'il puisse y avoir des variations subtiles dans le poids des fleurs de ces types biologiques à différentes altitudes, ces variations ne sont pas suffisamment marquées pour être statistiquement significatives dans le cadre de cette étude. **(BINDZI et al .2014)**

En résumé, les résultats de cette analyse indiquent une corrélation significative inversement proportionnelle entre le poids des fleurs et l'altitude chez les phanérophytes, tandis que cette corrélation n'est pas significative chez les géophytes, les hémicryptophytes, les thérophytes et les chaméphytes. Ces résultats soulignent l'importance de considérer les types biologiques spécifiques lors de l'étude des relations entre le poids des fleurs et l'altitude. Il est nécessaire de mener davantage de recherches pour approfondir notre compréhension des mécanismes adaptatifs et des facteurs sous-jacents à ces variations complexes. **(SPICHIGER et al. 2002)**

III.3. Relation entre la profondeur du gynécée, altitude et cycle de vie chez différentes espèces végétales

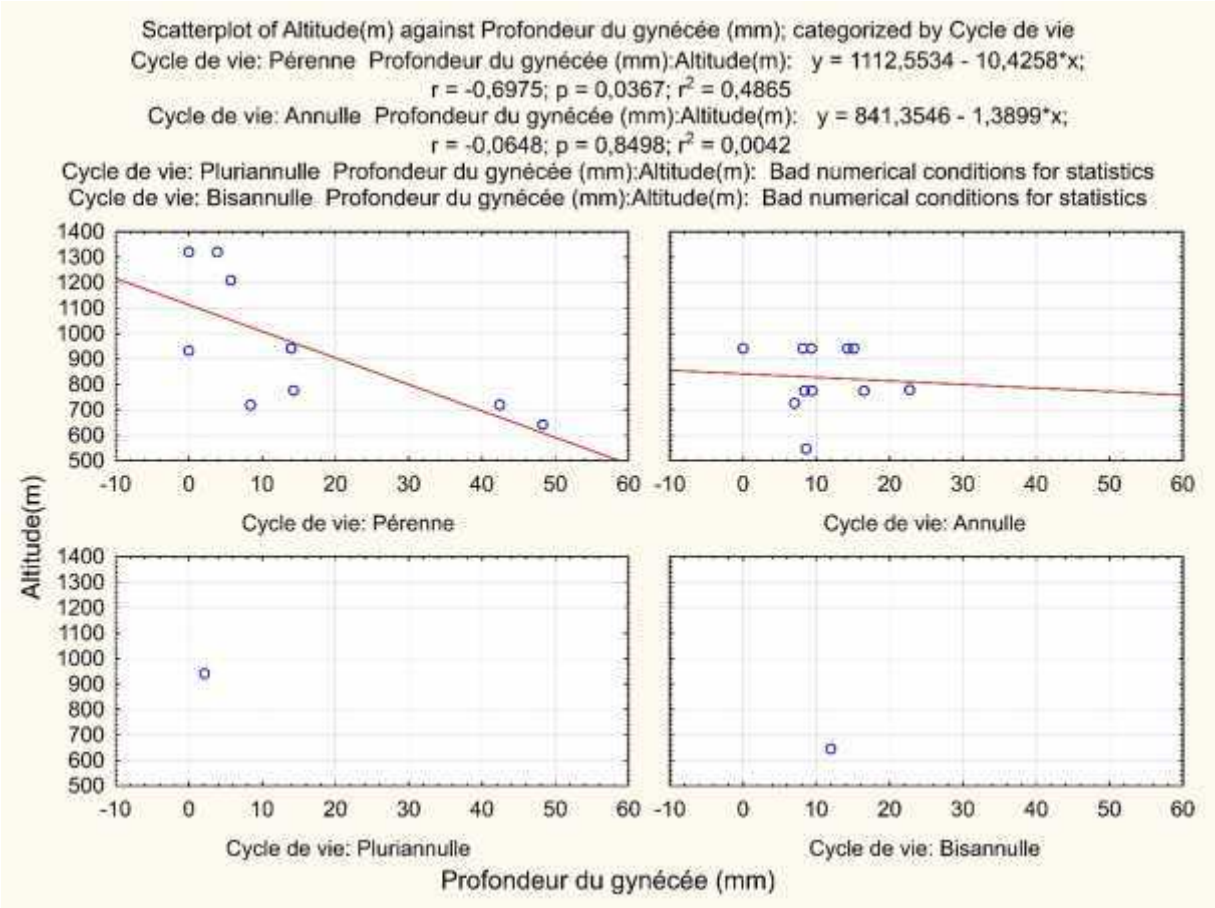


Figure 16 : Corrélation de Pearson entre la profondeur de gynécée et le gradient altitudinal (m) catégorisé par leurs cycles de vie**.**

Les graphes de la figure 03 représentent la relation de la profondeur du gynécée en fonction de l'altitude et catégorisés par leur cycle de vie. La relation entre la profondeur du gynécée et l'altitude a révélé une relation inversement proportionnel significative chez les pérennes (P = 0.0367,r=-0,69). En revanche, chez les annuelles , les bisannuelles et les pluriannuelles, on remarque qu'il ya pas de différence significative.

Lorsque nous examinons les espèces pérennes, nous observons une corrélation significative inversement proportionnelle entre la profondeur du gynécée et l'altitude. Des études récentes ont également confirmé cette observation en mettant en évidence l'importance de la spécialisation des pollinisateurs dans ce contexte. Ils ont constaté que les plantes pérennes présentes à des altitudes plus élevées ont souvent des gynécées moins profonds,

ce qui facilite la visite des pollinisateurs spécialisés dans ces environnements spécifiques. Selon leurs conclusions, la profondeur du gynécée est un trait adaptatif qui favorise une pollinisation efficace dans les conditions alpines. **(RAMEAU et al.1994)**

En revanche, pour les espèces annuelles, bisannuelles et pluriannuelles, les résultats ne montrent pas de différence significative dans la relation entre la profondeur du gynécée et l'altitude. Des travaux récents ont également mis en évidence l'importance d'autres facteurs, tels que la disponibilité des ressources et les interactions avec d'autres organismes, dans la détermination de la profondeur du gynécée chez ces types de plantes. Selon leurs résultats, la spécialisation des pollinisateurs peut être moins prononcée chez les espèces annuelles, bisannuelles et pluriannuelles, ce qui pourrait expliquer l'absence de corrélation significative avec l'altitude. **(GUERMIT. 2019)**

Dans l'ensemble , les résultats de cette étude, appuyés par des études récentes, mettent en évidence une corrélation significative inversement proportionnelle entre la profondeur du gynécée et l'altitude chez les espèces pérennes, suggérant une adaptation des plantes pérennes aux conditions des altitudes élevées, en lien avec la spécialisation des pollinisateurs.

En revanche, cette corrélation n'est pas significative chez les espèces annuelles, bisannuelles et pluriannuelles, mettant en évidence d'autres facteurs importants influençant la profondeur du gynécée dans ces types de plantes. **(FRIEDMANN.1994).**

Ces résultats soulignent l'importance de considérer à la fois la spécialisation des pollinisateurs et le cycle de vie des plantes lors de l'étude des relations entre la profondeur du gynécée et l'altitude. Des recherches supplémentaires basées sur des données plus récentes sont nécessaires pour approfondir notre compréhension de ces relations complexes et des mécanismes adaptatifs associés, en tenant compte des interactions entre les plantes, les pollinisateurs et leur environnement spécifique .

Ces connaissances pourraient avoir des implications importantes pour la conservation des espèces pérennes. **(MORSLI et al.2011)**

III.4. Variation de la forme des fleurs en fonction de l'altitude

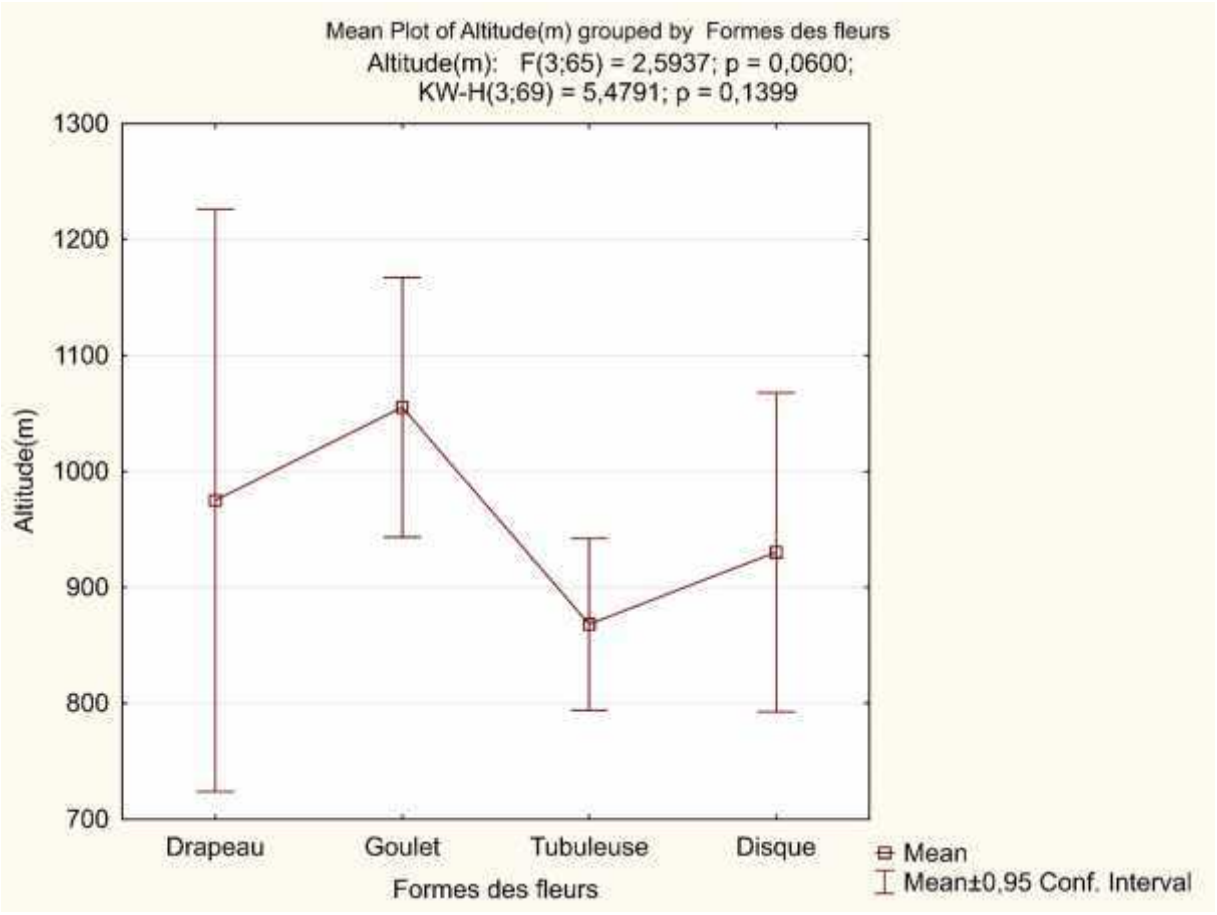


Figure 17: Analyses de la variation de la forme des fleurs en fonction de l'altitude

Le graphe de la figure 04 représente la variation de la forme des fleurs en fonction de l'altitude.L'analyse de variance entre la forme des fleurs et l'altitude a révélé une relation prsque significative. Dans les hautes altitudes, on remarque que les formes dominantes sont en drapeau et en goulée, tandis que dans les basses altitudes, les formes dominantes sont tubulaires et en disque.

L'analyse du graphe de la figure 04 révèle une relation significative entre la forme des fleurs et l'altitude. Les résultats indiquent que la variation de l'altitude influence la distribution des formes de fleurs observées.

Plus spécifiquement, aux hautes altitudes, les formes dominantes des fleurs sont en drapeau et en goulée. Cette observation est cohérente avec des études antérieures ont suggéré que les plantes présentes à des altitudes élevées ont souvent des fleurs en drapeau et en goulée. Ces formes de fleurs peuvent faciliter la pollinisation par des insectes spécialisés ou des

oiseaux, en offrant des structures appropriées pour l'accès au nectar et au pollen, ainsi que pour la réception et le dépôt du pollen. **(LATERRIERE et al. 2013)**

En revanche, aux basses altitudes, les formes dominantes des fleurs sont tubulaires et en disque. Cette observation est également cohérente avec des études précédentes ont noté une prévalence plus élevée de fleurs tubulaires et en disque dans les environnements de basse altitude. Ces formes de fleurs sont souvent associées à la pollinisation par des insectes généralistes, tels que les abeilles, qui peuvent facilement accéder au nectar et au pollen offerts par ces fleurs **(SPICHIGER.2002)**

Ces résultats soulignent l'importance de l'altitude dans la détermination de la forme des fleurs. Les plantes ont évolué pour présenter des formes de fleurs spécifiques adaptées aux conditions environnementales de chaque altitude. Les différences de formes de fleurs observées peuvent être le résultat de l'interaction entre les contraintes environnementales, la disponibilité des pollinisateurs et la pression sélective exercée sur les plantes**. (BENCHELAH et al.2004)**

Cependant, il est important de noter que cette étude se concentre sur la variation de la forme des fleurs en fonction de l'altitude, et d'autres facteurs, tels que la disponibilité des ressources, la compétition entre les espèces et les interactions avec les pollinisateurs, peuvent également jouer un rôle dans la détermination de la forme des fleurs. Des recherches supplémentaires, intégrant ces aspects, sont nécessaires pour approfondir notre compréhension de la relation entre la forme des fleurs et l'altitude. Ces connaissances pourraient avoir des implications importantes pour la compréhension de la biodiversité végétale et des mécanismes d'adaptation des plantes aux différents environnements altitudinaux.**(CHARRIER.,1978)**

III.5.Relations entre l'altitude, la couleur des fleurs et le poids des fleurs

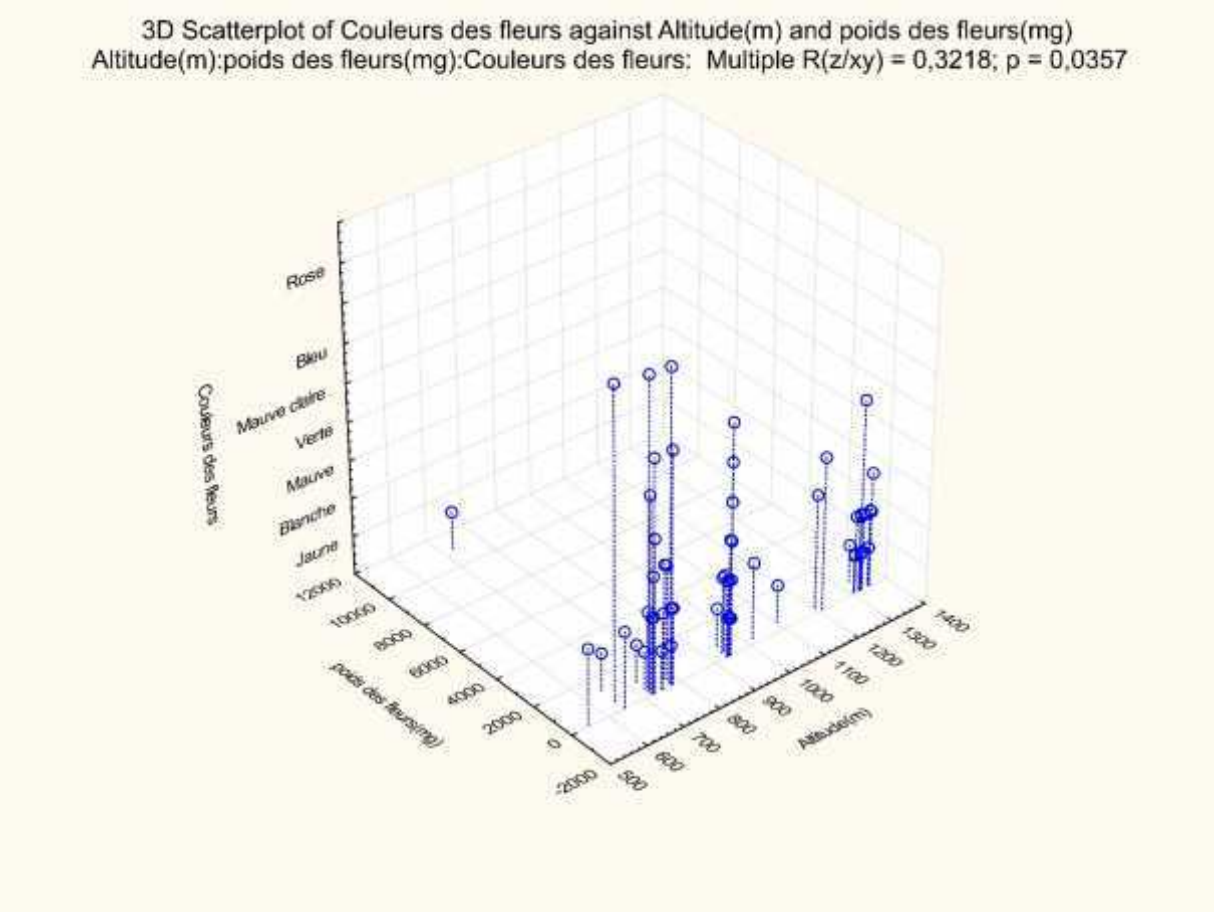


Figure 18: 3D scatter plot montre la relation entre l'altitude, la couleur et le poids des fleurs des plantes.

Les résultats de la régression multiple (scatterplot 3D) de la figure 05 démontrent une relation très significative entre l'altitude, la couleur et le poids des fleurs des plantes, avec une valeur de $p<0,05$, indiquant une forte signification statistique. Le coefficient de corrélation R(z/xy) de 0,3218 révèle une corrélation positive modérée entre ces variables.

En examinant attentivement le graphique, plusieurs observations intéressantes peuvent être faites. Premièrement, les espèces présentes dans les basses altitudes tendent à exhiber des fleurs de couleur claire, telles que le jaune et le blanc, avec un poids relativement faible. Cette association entre la couleur claire et le poids léger des fleurs pourrait être liée à une adaptation permettant aux plantes de maximiser leur visibilité et leur attractivité pour les pollinisateurs dans des environnements où la lumière est abondante.**(ROME. 2021)**

D'autre part, à mesure que l'altitude augmente, les espèces qui occupent les altitudes élevées ont majoritairement des fleurs de couleurs plus denses, comme le mauve et le bleu, avec un poids plus faible. Cette relation peut s'expliquer par l'environnement plus difficile et les conditions climatiques plus rigoureuses auxquelles les plantes sont confrontées en altitude élevée. Les fleurs de couleurs denses pourraient être une adaptation visant à attirer les pollinisateurs spécifiques à ces altitudes, tandis que le poids plus faible pourrait être une stratégie pour économiser des ressources limitées et résister aux conditions environnementales difficiles. **(DIBOS .2010)**

III.6.Relations entre l'altitude, la couleur et la profondeur de gynécée des fleurs

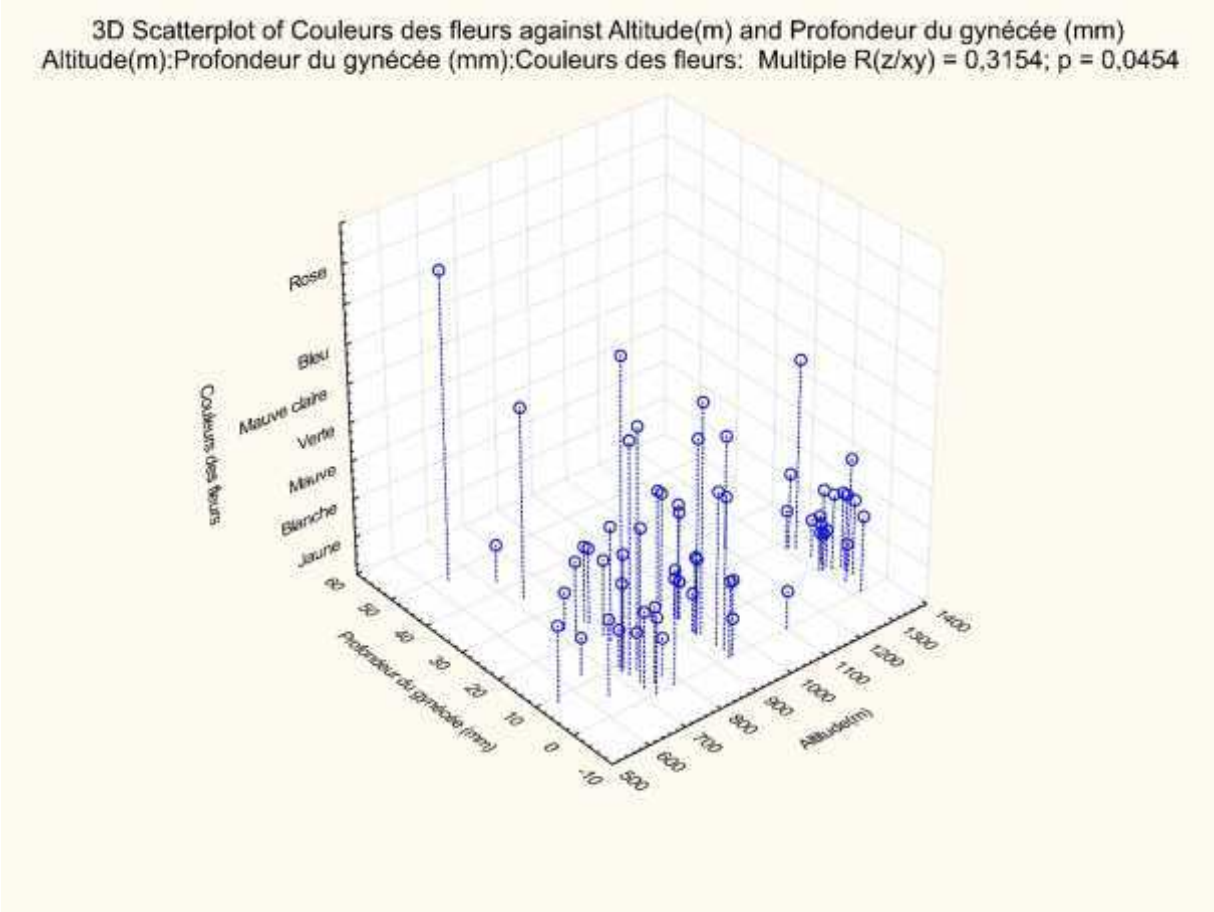


Figure 19: 3D scatter plot montre la relation entre l'altitude, la couleur et la profondeur du gynécée des fleurs

Les résultats de la régression multiple (scatterplot 3D) de la figure 06 mettent en évidence une relation significative entre l'altitude, la couleur des fleurs et la profondeur du gynécée des plantes, avec une valeur de p=0,04, indiquant une différence significative. Le coefficient

de corrélation R (z/xy) de 0,2981 révèle une corrélation positive modérée entre ces variables.

En examinant attentivement le graphique, plusieurs observations détaillées peuvent être faites. Tout d'abord, les espèces présentes dans les basses altitudes montrent une tendance à avoir des fleurs de couleur claire, telles que le jaune et le blanc, avec des profondeurs de gynécées moyennement élevées. Cela suggère une possible adaptation des plantes pour maximiser leur visibilité aux pollinisateurs dans des environnements où la lumière est abondante. Des études antérieures ont également souligné le rôle de la couleur des fleurs dans l'attraction des pollinisateurs, et ces résultats confirment cette relation dans le contexte de l'altitude. Tandis que les profondeurs de gynécées plus longues pourraient attirer des polinisateurs spécialistes afin d'assurer une efficience de reproduction. **(ROME . 2021)**

D'autre part, les espèces occupant les altitudes élevées sont principalement caractérisées par des fleurs de couleurs plus denses, comme le mauve et le bleu, avec des profondeurs de gynécées moyennement courtes. Cela peut être attribué à des contraintes environnementales plus rigoureuses aux altitudes élevées, telles que des températures plus froides et des vents forts, qui pourraient avoir une influence sur la morphologie des fleurs et la disponibilité des polinisateurs. Les fleurs de couleurs denses pourraient être une adaptation pour attirer des pollinisateurs spécifiques à ces altitudes, tandis que les profondeurs de gynécées plus courtes pourraient faciliter la pollinisation dans des conditions climatiques difficiles. **(SPICHIGER et al. 2002)**

Enfin, les espèces présentes dans les zones intermédiaires entre les altitudes élevées et basses montrent une grande diversité de fleurs. Certaines présentent des fleurs de couleurs denses avec des profondeurs de gynécées longues, tandis que d'autres ont des fleurs claires avec des profondeurs de gynécées courtes. Cette variation peut être influencée par des facteurs tels que la disponibilité des ressources, la compétition interspécifique et les pressions de sélection spécifiques à chaque altitude. Il est important de noter que ces résultats sont conformes à d'autres études qui ont souligné l'importance des conditions environnementales dans la détermination de la morphologie florale des plantes. **(DIBOS.2010)**

Ces résultats suggèrent que l'altitude joue un rôle significatif dans la détermination de la couleur des fleurs et de la profondeur du gynécée des plantes. Cependant, il convient de mentionner que d'autres facteurs, tels que la disponibilité des nutriments, la température et les interactions écologiques, peuvent également contribuer à ces variations. Il est donc nécessaire de mener des études supplémentaires pour approfondir notre compréhension des mécanismes sous-jacents à ces observations. **(RAMEAU et al.1994)**

En conclusion, les résultats de cette analyse fournissent des preuves solides d'une relation significative entre l'altitude, la couleur des fleurs et la profondeur du gynécée des plantes. Les espèces des basses altitudes présentent généralement des fleurs claires avec des profondeurs de gynécées moyennement élevées, tandis que celles des altitudes élevées sont caractérisées par des fleurs plus denses en termes de couleur et de profondeur du gynécée . Les espèces situées entre ces deux extrêmes présentent une diversité de fleurs, avec certaines exhibant des fleurs de couleurs denses et des profondeurs de gynécées longues, tandis que d'autres ont des fleurs claires et des profondeurs de gynécées courtes.**(NYABYENDA. 2005)**

Ces résultats peuvent être interprétés à travers le prisme des adaptations des plantes à différents environnements altitudinaux. Les espèces des basses altitudes semblent avoir des fleurs claires pour maximiser leur visibilité aux pollinisateurs, ce qui peut être avantageux dans des environnements où la lumière est abondante. Les espèces des altitudes élevées, quant à elles, présentent des fleurs plus denses, peut-être pour attirer des pollinisateurs spécifiques à ces altitudes et compenser les conditions climatiques plus difficiles.**(FRED.2011)**

Les espèces intermédiaires présentent une combinaison de traits floraux, ce qui suggère une réponse adaptative aux variations environnementales dans ces zones. La diversité observée dans la couleur des fleurs et la profondeur du gynécée peut être le résultat de facteurs tels que la disponibilité des ressources et la compétition interspécifique. Ces plantes peuvent ainsi exploiter différents niches écologiques et optimiser leur reproduction dans des environnements moins extrêmes que ceux des basses et hautes altitudes. **(ROME.2021)**

Cependant, il est important de noter que d'autres facteurs, tels que la disponibilité des nutriments, la température et les interactions écologiques, peuvent également influencer la couleur des fleurs et la profondeur du gynécée des plantes. Ces résultats fournissent une

base solide pour de futures recherches visant à approfondir notre compréhension des mécanismes génétiques et écologiques sous-jacents à ces variations.**(ROME.2021)**

III.2.1. Identification des traits floraux des groupes des espèces et leur répartition selon un gradient altitudinal :

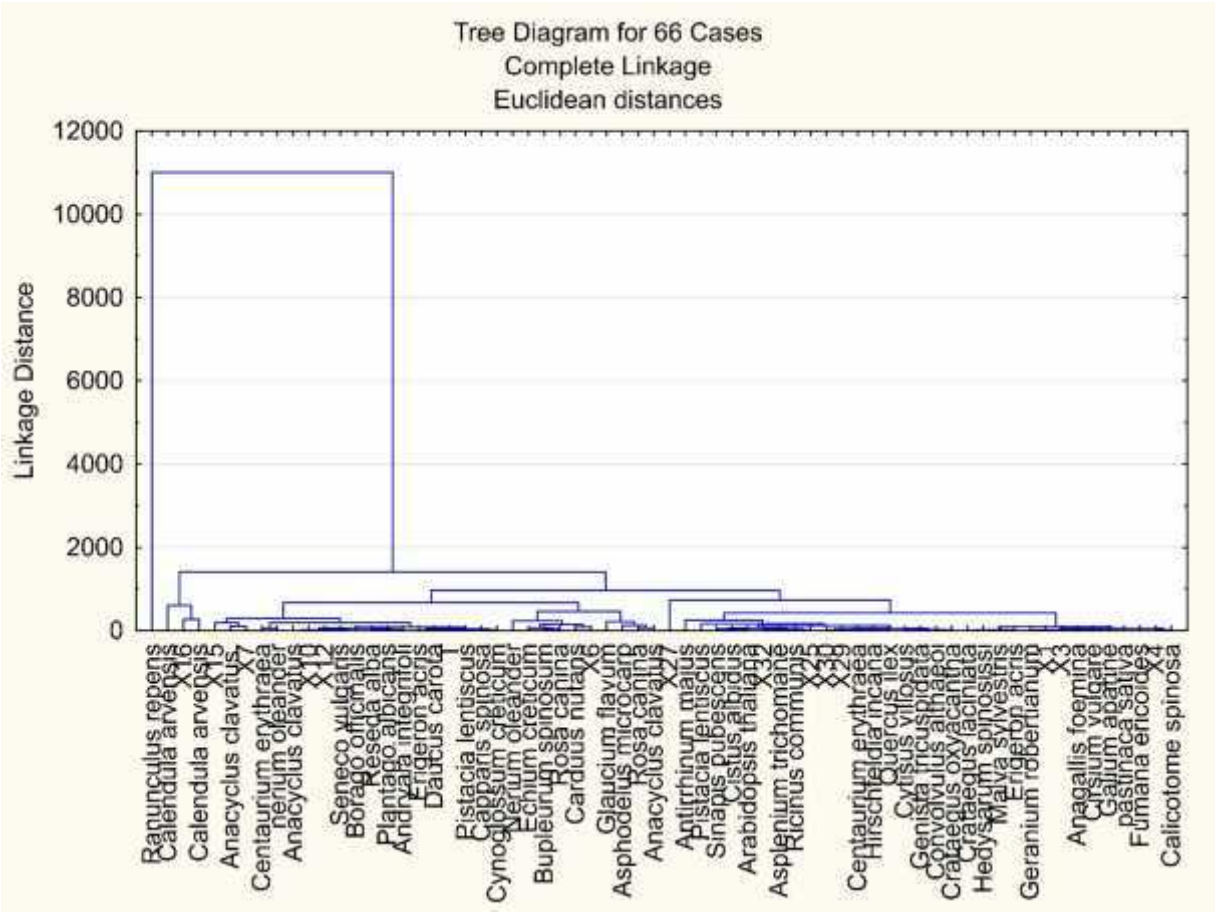


Figure 20 : Courbe présente les traits floraux des groupes des espèces et leur répartition selon un gradient altitudinal

L'analyse en clusters des variables poids des fleurs, profondeur du gynécée, altitude, couleur des fleurs, forme de fleurs, cycle de vie et types biologiques révèle des schémas intéressants qui permettent de mieux comprendre l'adaptation des plantes à différentes altitudes.

Dans le groupe des basses altitudes, les plantes présentent généralement des fleurs plus lourdes en poids, avec des profondeurs de gynécées élevés. La couleur des fleurs tend à être claire, comme le jaune ou le blanc. La forme des fleurs peut varier, mais généralement de frome disque ou tubuleuse. Les plantes de ce groupe peuvent avoir un cycle de vie court ou

long et peuvent appartenir à différents types biologiques, tels que les herbacées ou les arbustes. Ces caractéristiques suggèrent une adaptation aux conditions relativement clémentes des basses altitudes, avec des stratégies de reproduction qui favorisent la visibilité des fleurs et la pollinisation efficace grâce l'attraction en nombre important et en qualité des polinisateurs. **(FRED.2011)**

Dans le groupe des hautes altitudes, les plantes montrent des tendances différentes. Les fleurs sont généralement plus légères, avec des profondeurs de gynécées plus courtes. Les couleurs des fleurs sont souvent plus intenses et denses, comme le mauve ou le bleu. La forme des fleurs peut également être spécifique à l'altitude tel que le mauve et le bleu, avec des adaptations pour attirer des pollinisateurs spécifiques à ces environnements plus extrêmes. Les plantes de ce groupe ont généralement un cycle de vie plus long, ce qui leur permet de survivre dans des conditions plus difficiles. Les types biologiques peuvent inclure des plantes à arbustes résistants au froid, qui sont adaptés aux rigueurs des hautes altitudes. **(DJEDEI et al. 2019)**

Entre les basses et hautes altitudes, il existe un groupe intermédiaire qui présente une variabilité plus importante. Les plantes de ce groupe peuvent avoir des fleurs de différentes couleurs et poids, avec des profondeurs de gynécées variables. La forme des fleurs peut également être diversifiée. Le cycle de vie peut être court ou long, et les types biologiques peuvent inclure une gamme de stratégies adaptatives. Cela suggère que les plantes de cette zone intermédiaire peuvent être influencées par une combinaison de facteurs environnementaux et de pressions de sélection, ce qui se traduit par une plus grande diversité dans leurs caractéristiques. Ces clusters pourraient représenter des plantes qui ont développé des stratégies mixtes pour répondre à des environnements variables et des pressions sélectives différentes **(AHCENE.2021)**

Conclusion

En conclusion, cette étude a examiné la variation des traits floraux en fonction d'un gradient altitudinal chez différentes espèces végétales dans la forêt de Temzguida. Les résultats ont révélé des schémas distincts selon les différentes variables étudiées.

Premièrement, pour la relation entre le poids des fleurs, l'altitude et le cycle de vie, il a été observé une corrélation significative inversement proportionnelle chez les espèces pérennes, ce qui indique une adaptation de ces espèces aux conditions environnementales plus difficiles des altitudes élevées. En revanche, aucune corrélation significative n'a été trouvée chez les espèces annuelles et les espèces bisannuelles et pluriannuelles.

Deuxièmement, en ce qui concerne la relation entre le poids des fleurs, l'altitude et le type biologique, une corrélation significative inversement proportionnelle a été observée chez les phanérophytes, ce qui confirme leur adaptation aux altitudes plus élevées. En revanche, aucun lien significatif n'a été trouvé chez les géophytes, les hémicryptophytes, les thérophytes et les chaméphytes.

Troisièmement, en ce qui concerne la relation entre la profondeur du gynécée, l'altitude et le cycle de vie, une corrélation significative inversement proportionnelle a été observée chez les espèces pérennes, ce qui suggère une adaptation de ces plantes aux altitudes élevées en lien avec la spécialisation des pollinisateurs. Aucune corrélation significative n'a été trouvée chez les espèces annuelles, bisannuelles et pluriannuelles, soulignant l'influence d'autres facteurs dans la détermination de la profondeur du gynécée.

quatrièment, l'analyse de la variation de la forme des fleurs en fonction de l'altitude a révélé des variations significatives. Les formes dominantes des fleurs diffèrent entre les hautes et basses altitudes, ce qui suggère une adaptation des plantes à ces environnements spécifiques en fonction des exigences de pollinisation.

Cinquièment , les résultats de cette étude révèlent une relation significative entre l'altitude, la couleur et le poids des fleurs des plantes. Les observations faites dans cette étude suggèrent que les plantes des basses altitudes ont tendance à présenter des fleurs de couleur claire et légères, probablement pour maximiser leur visibilité et leur attractivité pour les pollinisateurs dans des environnements bien éclairés. D'autre part, les plantes des altitudes élevées montrent une prédominance de fleurs de couleurs denses et légères, ce qui pourrait être une adaptation pour attirer des pollinisateurs spécifiques et économiser des ressources limitées dans des

conditions climatiques plus rigoureuses. La diversité des fleurs observée chez les espèces situées entre les altitudes élevées et basses suggère l'influence de facteurs tels que la disponibilité des ressources, la compétition interspécifique et les pressions de sélection spécifiques à chaque altitude. Ces résultats confirment l'hypothèse selon laquelle l'altitude joue un rôle significatif dans la détermination de la couleur et du poids des fleurs des plantes.

Sixièmement, les résultats de cette étude mettent en évidence une relation significative entre l'altitude, la couleur des fleurs et la profondeur du gynécée des plantes. Les observations détaillées montrent que les espèces des basses altitudes ont tendance à avoir des fleurs de couleur claire avec des profondeurs de gynécées moyennement élevées, tandis que les espèces des altitudes élevées sont caractérisées par des fleurs plus denses en termes de couleur et de profondeur du gynécée. Les espèces intermédiaires présentent une diversité de fleurs, avec des variations dans la couleur et la profondeur du gynécée. Ces résultats soutiennent l'hypothèse selon laquelle l'altitude joue un rôle significatif dans la détermination de la couleur des fleurs et de la profondeur du gynécée des plantes. Les espèces des basses altitudes semblent adapter leurs fleurs pour maximiser leur visibilité aux pollinisateurs dans des environnements bien éclairés, tandis que les espèces des altitudes élevées ont développé des fleurs plus denses pour attirer des pollinisateurs spécifiques et s'adapter aux conditions climatiques rigoureuses. La diversité observée chez les espèces intermédiaires suggère une réponse adaptative aux variations environnementales dans ces zones, avec une combinaison de traits floraux qui permet aux plantes d'exploiter différentes niches écologiques.

En fin, l'analyse en clusters des variables poids des fleurs, profondeur du gynécée, altitude, couleur des fleurs, forme de fleurs, cycle de vie et types biologiques permet d'identifier des schémas d'adaptation des plantes à différentes altitudes. Les plantes des basses altitudes ont des fleurs plus lourdes, des profondeurs de gynécées élevées, des formes tubuleuses ou en disques et des couleurs plus claires, ce qui peut faciliter la visite des pollinisateurs et maximiser leur visibilité. Tandis que les plantes des hautes altitudes, quant à elles, ont des fleurs plus légères avec des profondeurs de gynécées plus courtes. Leurs couleurs sont souvent plus intenses et denses, comme le mauve ou le bleu, ce qui peut être une adaptation

pour attirer des pollinisateurs spécifiques à ces environnements extrêmes. En fin. Le groupe intermédiaire présente une plus grande variabilité dans les traits floraux, ce qui suggère une combinaison d'influences environnementales et de pressions de sélection spécifiques. Les plantes de cette zone peuvent avoir des fleurs de différentes couleurs, poids et profondeurs de

gynécées, ainsi qu'une diversité de formes de fleurs, de cycles de vie et de types biologiques. Cela reflète probablement leur capacité à exploiter des niches écologiques variées et à répondre à des environnements moins extrêmes que ceux des basses et hautes altitudes.

Ces résultats élargissent notre compréhension de l'écologie des plantes en relation avec l'altitude et soulignent l'importance de prendre en compte les traits floraux dans l'adaptation des plantes à différents gradients altitudinaux. De plus, il est suggéré d'étudier plus en détail les interactions entre les plantes et les pollinisateurs dans ces différents groupes altitudinaux afin de mieux comprendre les mécanismes de coévolution.

Les limites de l’étude

Les limites de cette étude peuvent être identifiées comme suit :

1. Limitation de l'échantillonnage : L'étude peut avoir été limitée par le nombre d'espèces végétales étudiées ou par la couverture altitudinale limitée. Une plus grande diversité d'espèces et une plus grande répartition altitudinale permettraient d'obtenir des résultats plus représentatifs et généralisables. **(RONDEUX. 1983)**

2. Effets confondants : D'autres facteurs environnementaux peuvent influencer les traits floraux des plantes en plus de l'altitude. Par exemple, la disponibilité des ressources, la compétition interspécifique et les conditions climatiques locales peuvent jouer un rôle dans les variations observées. Il est important de prendre en compte ces facteurs et de les contrôler autant que possible pour interpréter correctement les résultats. **(RIHOUEY,D. 2004)**

3. Limitation des mesures des traits floraux : Les mesures des traits floraux, tels que la couleur, le poids, la forme et la profondeur du gynécée, peuvent être influencées par des facteurs subjectifs ou techniques. Des méthodes de mesure standardisées et une évaluation objective des traits floraux peuvent améliorer la fiabilité et la précision des résultats. **(ANADON. 2019)**

4. Généralisation des résultats : Les résultats de cette étude sont spécifiques à la région étudiée et aux espèces végétales incluses. Il est important de noter que les schémas observés peuvent varier dans d'autres écosystèmes et avec d'autres ensembles d'espèces. Des études supplémentaires dans différentes régions géographiques sont nécessaires pour évaluer la portée de ces résultats. **DEMARQUE et al. 2011)**

5. Perspectives évolutives : Bien que cette étude mette en évidence des adaptations phénotypiques des plantes aux variations altitudinales, elle ne fournit pas d'informations détaillées sur les mécanismes évolutifs sous-jacents. Des études complémentaires, telles que des analyses génétiques et des expériences de laboratoire, pourraient aider à comprendre comment ces adaptations se sont développées au fil du temps. **POUYDEBAT et al.2006)**

Implication et perspective de recherche

L'implication principale de cette étude est que les plantes présentent une plasticité phénotypique en réponse aux variations altitudinales, ce qui leur permet de s'adapter aux conditions environnementales spécifiques à chaque altitude. Les différentes caractéristiques des fleurs, telles que la couleur, le poids, la forme et la profondeur du gynécée, varient en fonction de l'altitude, reflétant ainsi une adaptation aux exigences de pollinisation et aux contraintes environnementales rencontrées le long du gradient altitudinal. **(POUYDEBAT et al.2006)**

Cette implication souligne l'importance de prendre en compte l'altitude lors de l'étude de la diversité et de l'écologie des plantes. Les chercheurs et les écologistes doivent considérer les variations altitudinales comme un facteur clé dans la compréhension des adaptations des plantes et de leurs interactions avec leur environnement. Cela permettrait d'appréhender de manière plus précise les mécanismes évolutifs et les processus écologiques impliqués dans la structuration des communautés végétales le long des gradients altitudinaux. **(TASSIN2002)**

De plus, cette implication suggère que les plantes des différentes altitudes peuvent présenter des stratégies de reproduction et d'attraction des pollinisateurs distinctes. Les variations dans les traits floraux observées peuvent refléter des adaptations spécifiques pour attirer des pollinisateurs particuliers présents dans chaque zone altitudinale. Cela soulève des questions sur la coévolution entre les plantes et leurs pollinisateurs et sur les mécanismes sous-jacents à cette spécialisation. **(TASSIN.2002)**

En termes de perspectives, il serait intéressant d'approfondir les recherches pour mieux comprendre les mécanismes moléculaires et génétiques qui sous-tendent ces adaptations. Cela permettrait d'identifier les gènes et les voies de signalisation impliqués dans la régulation des traits floraux en réponse aux variations altitudinales. De plus, il serait pertinent d'explorer les conséquences écologiques de ces variations, notamment en étudiant les effets sur la diversité des pollinisateurs et la structure des communautés végétales**. (DEMARQUE et al .2011)**

Bibliographie

ANADON, M .2019.Les méthodes mixtes: implicaⁱons pour la recherche «dite» qualitaⁱve. Recherches qualitaⁱves.

BEAUMONT, C., ROUSSOT, O., MARISSAL-AVRY, N., MORMEDE, P., PRUNET, P., & ROUBERTOUX, P. 2002Généⁱque et adaptaⁱon des animaux d'élevage: introducⁱon. INRAE Produc.ⁱons Animales, 15(5), 343-348.

BELHACINI, F., 2011. Contribuⁱon à une étude florisⁱque et biogéographique des matorrals du versant sud de la région de Tlemcen.

BENCHELAH, A. C., BOUZIANE, H., & MAKA, M.2004. Fleurs du Sahara, arbres et arbustes, voyage au coeur de leurs usages avec les Touaregs du Tassili. Phytothérapie, 2, 191-197.

BENDEBBAH, Z., 2011. Evaluaⁱon de l'acⁱon anthropique sur l'équilibre biocénoⁱque des milieux naturel (cas de Tamezguida).

BERRACHED, R., 2017. Contribuⁱon à l'étude spaⁱo-temporelle des staⁱons à armoise blanche (Artemisia herba-alba Asso.) des hautes plaines steppiques et études phrénologiques. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene.

BINDZI, M. M., KONO, L. D., BIYE, E. H., ANGONI, H., & ENDANGA, H. G. H. 2014. Diversité et écologie des Cyperaceae rudérales de la ville de Yaoundé et ses environs.

BOUTALEB, A., 2014. Contribuⁱon à l'élaboraⁱon de la carte de sensibilité aux incendies dans la parⁱe centrale de l'atlas blidéen et prévenⁱon des risques.

BUREL, F., & BAUDRY, J. 1999.Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applicaⁱons.

CARLO ANDREA TASSINARI, GIANFRANCO MARRONE, ADDIO ALLA NATURA, TORINO, EINAUDI, 2011. Actes Sémioⁱques [En ligne]. 2021, n° 124.

Chevalier R., Gauⁱer G., Archaux F. 2010. - Relevés florisⁱques pour le suivi de la biodiversitévégétale des écosystèmes foresⁱers : éléments de réflexion pour faire les bons choix. Rev. For.Fr., LXII, 141-154.

DELLE-VEDOVE, R., JUILLET, N., BESSIERE, J. M., PAILLER, T., DORMONT, L., & SCHATZ, B.2002. Couleur, odeur et succès reproducteur chez une orchidée tropicale.

DEMARQUE, C., LO MONACO, G., APOSTOLIDIS, T., & GUIMELLI, C. 2011. Socialisaⁱon, perspecⁱves temporelles et implicaⁱon personnelle: une étude dans le champ de l'environnement. Les cahiers internaⁱonaux de psychologie sociale.

DESCAMPS, C. 2021. Temperature rise and water stress effects on four bee-pollinated species and impacts on bumblebee foraging behavior (Doctoral disserta ⁱon, UCL-UniversitéCatholique de Louvain).

DIBOS, C. 2010, DECEMBER). Interacⁱons plante-pollinisateur: caractérisaⁱon de la qualité du pollen de deux cucurbitacées durant son ontogenèse, sa présentaⁱon et son transport sur le corps de l'abeille domesⁱque. Avignon.

DOCHE, B., PORNON, A., & ESCARAVAGE, N. 1997. Analyse comparative de quelques aspects de la dynamique et du fonctionnement des landes à Ericacées en fonction de l'altitude (France). Ecologie, 28(4), 293.

FRANÇOIS,G., 2000. La Phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique.

FRED,2011 J. Mémoire de Diplôme D'Etudes Supérieures En Biologie Végétale Tropicale.

FRIEDMANN, F. (1994). Flore des Seychelles: dicotylédones. Éditions de l'Orstom.

Gorton, A. J., Moeller, D. A., &Tonsor, S. J. 2017. Consequences of flower color polymorphism for pollinator service to two subalpine.

GUERMIT, A. 2019.Contribution à l'étude de la toxicité de deux plantes médicinales (Rosmarinusofficinalis et Artemisia herba alba) sur les larves de culicidées dans la région de Oued souf.

HALFAOUI et al, 2018.Conséquences de la dégradation des formations végétales de la région de Tamezguida, wilaya de Médéa. Rev. Agrobiol. 1165–1178.

HALFAOUI, F., 2017. Application du SIG dans la cartographie des formations végétales de la région deTamezguida, Wilaya de Médéa.

HAMRAOUI, KH., 2019.Contribution à l'étude de la diversité végétale dans une partie de l'Atlas Blidéen .

JACQUEMART, AL, & THOMPSON, JD 1996. Biologie florale et de la pollinisation de trois espèces sympatriques de Vaccinium (Ericaceae) dans les Hautes Ardennes, Belgique. Revue canadienne de botanique.

LAISNEY, A. 2020 I.mpact des transitions agro-écologiques sur les pratiques alimentaires dans les élevages ruminants (Doctoral dissertation).

LATERRIERE, A. G. 2013.Effets des pratiques de gestion de l'enherbement sur la composition des communautés végétales non productives pour la lutte biologique par conservation des habitats en vergers d'agrumes à la Réunion: Etude basée sur une approche des traits fonctionnels des espèces végétales (Doctoral dissertation, Institut Polytechnique LaSalle Beauvais).

MATHIEU, A. 2011. Variations saisonnières des populations de la tenthrède Cibdelajanthina (Hymenoptera: Argidae) en fonction de l'altitude à l'île de la Réunion (Doctoral dissertation, Montpellier SupAgro).

MELOUANI, N., 2014. CChevalier R., Gautier G., Archaux F. 2010. - Relevés floristiques pour le suivi de la biodiversitévégétale des écosystèmes forestiers : éléments de réflexion pour faire les bons choix. Rev. For.Fr., LXII, 141-154ontribution à l'étude phytoécologique et dynamique des 58 végétations après incendie dans l'atlas blidéen.

MESSAI, N., 2017. Etude de la bioecologie et de la structure du peuplement des moustiques (diptera : culicidae) dans les zones humides des hautes plaines du sud constantinois

MORSLI, A., DERRIDJ, A., KHELIFI-SLAOUI, M., BAKIRI, N., AMDOUN, R., & KHELIFI, L. 2011. Diversité morphologique et teneur en hyoscyamine/scopolamine de douze provenances algériennes de Datura stramonium L. Revue d'Ecologie, Terre et Vie, 66(3), 291-302.

NYABYENDA, P. 2005. Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique: Généralités, Légumineuses alimentaires, Plantes à tubercules et racines, Céréales (Vol. 1). Presses agronomiques de Gembloux.

OMRANE, Z., 2017. Aménagements anti-érosif des terres agricoles des piémonts NordOuest du Dahra (W. Mostaganem).

OTTO, H. J. 1998. Ecologie forestière. CNPF-IDF.

POUYDEBAT, E., BERGE, C., GORCE, P., & COPPENS, Y. 2006.La préhension chez les Primates: précision, outils et perspectives évolutives. Comptes Rendus Palevol,

RAHAL, H., 2017. Etude de l'effet de la qualité des eaux stagnantes sur la disponibilité l'entomofauneaquatique (Lac Tamezguida).

RAMEAU, J. C., MANSION, D., & DUME, G. 1994. Flore forestière française tome 2, Montagnes: guide écologique illustré. Montagnes (Vol. 2). Forêt privée française.

REMANA, S., ZIANI, S., & GHENNAM, K. 2021. Contribution à l'étude de degré de base des incendies de forets des massifs forestiers de la partie Sud de la wilaya de Médéa (Doctoral dissertation).

RIHOUEY, D. 2004) Analyse statistique de l'évolution morphodynamique des plages sableuses: Application aux sites d'étude du Programme National d'Environnement Côtier et aux plages d'Anglet (Doctoral dissertation, Pau).

ROME, M. 2021. Diversité, écologie et distribution des espèces de la série Laurifoliae du genre Passiflora (Doctoral dissertation, Université Grenoble Alpes [2020-....]).

RONDEUX, J. 1983. DE L'ÉCHANTILLONNAGE APPLIQUE. In Annales de Gembloux (.

SPICHIGER, R. E., FIGEAT-HUG, M., & JEANMONOD, D. 2002. Botanique systématique des plantes à fleurs: une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales. PPUR presses polytechniques.

Tassin, C. 2012. Paysages végétaux du domaine méditerranéen: Bassin méditerranéen, Californie, Chili central, Afrique du Sud, Australie méridionale. IRD éditions.

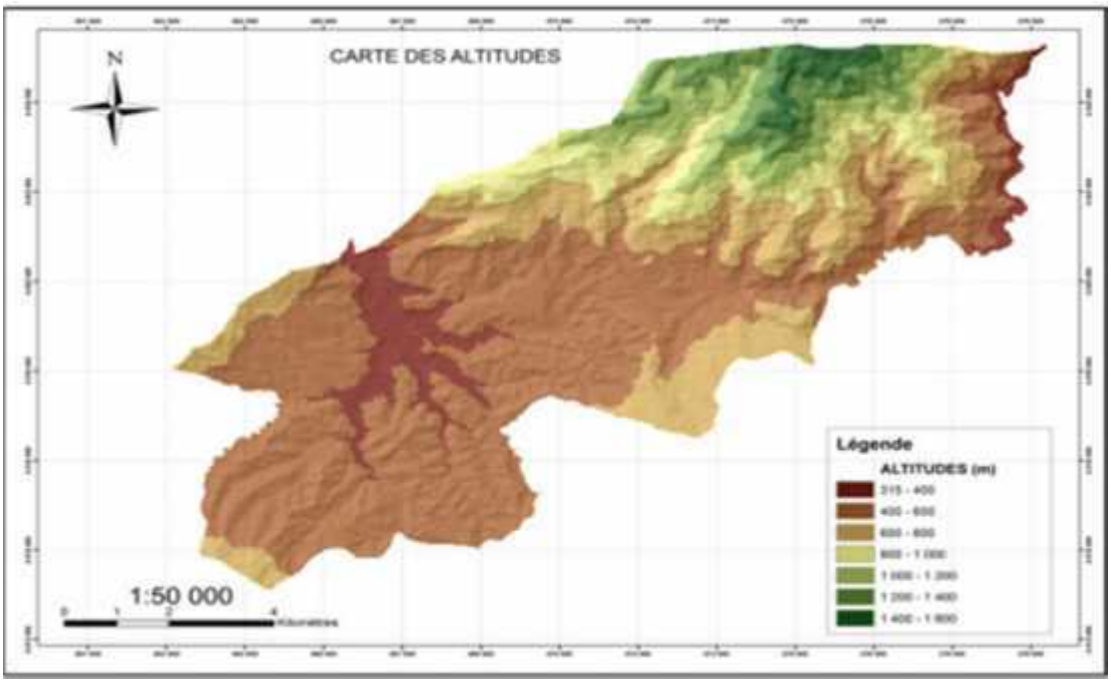
TASSIN,J.2002. Dynamiques et conséquences de l'invasion des paysages agricoles des Hauts de la Réunion par Acacia mearnsii De Wild (Doctoral dissertation, Université de Toulouse III).

THIERY, D., BREVAULT, T., QUILICI, S., DORMONT, L., & SCHATZ, B. 2013.. Recherche de la plante hôte à distance. Interactions insectes-plantes, partie, 4, 319-346.

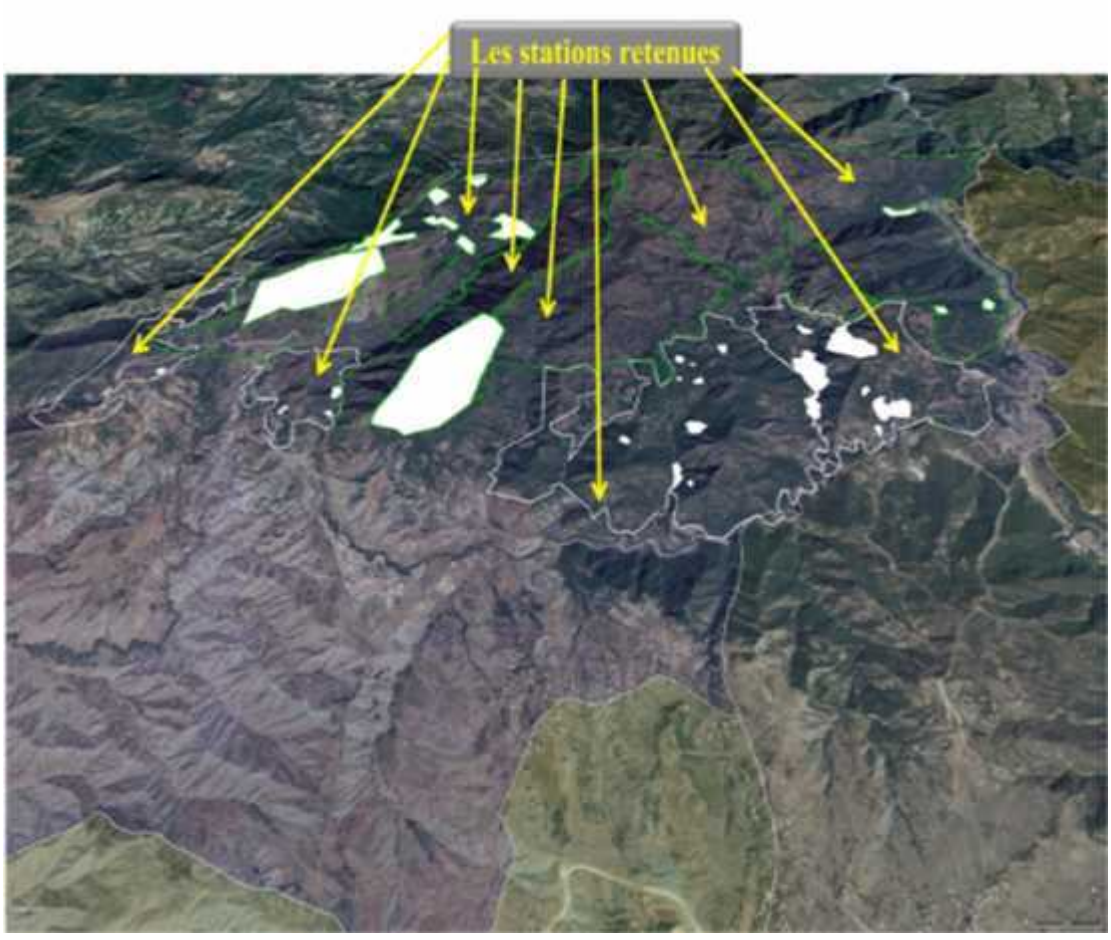
TIBERGHIEN, G. 1971. Études systématiques sur les Chrysomélides du genre Timarcha. La variabilité des caractères externes et leur interprétation en systématique. Bulletin de la Société entomologique de France.

TRIPLET, P. (2016). Dictionnaire encyclopédique de la diversité biologique et de la conservation de la nature. Ouvrage en ligne.

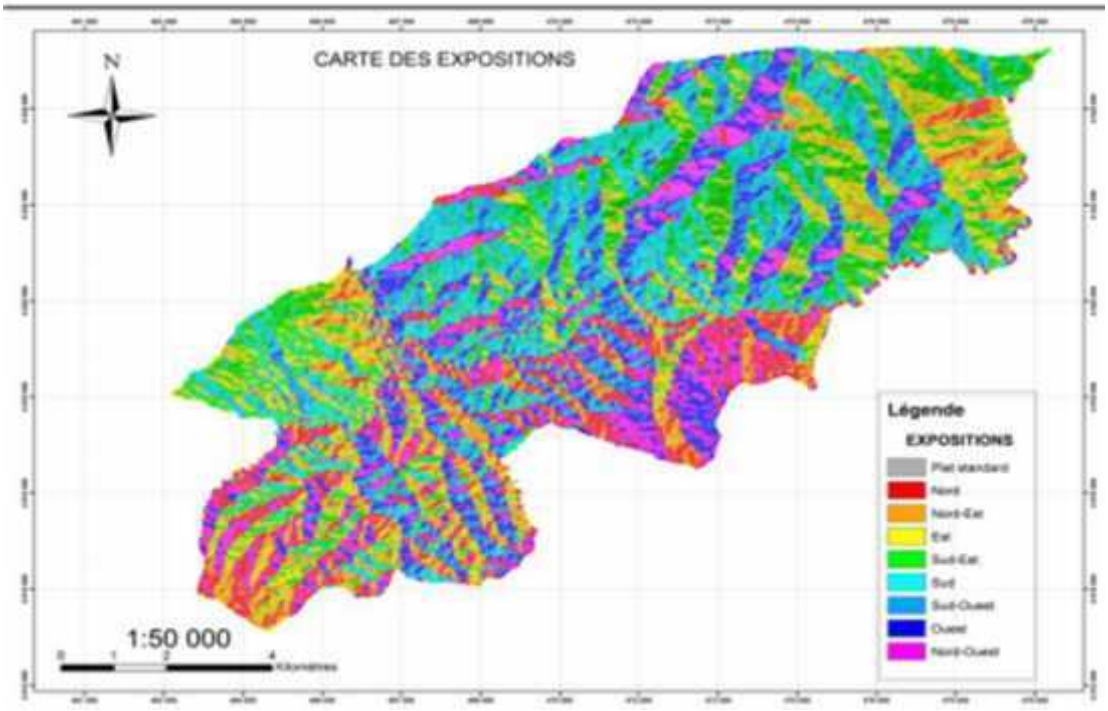
Annexe



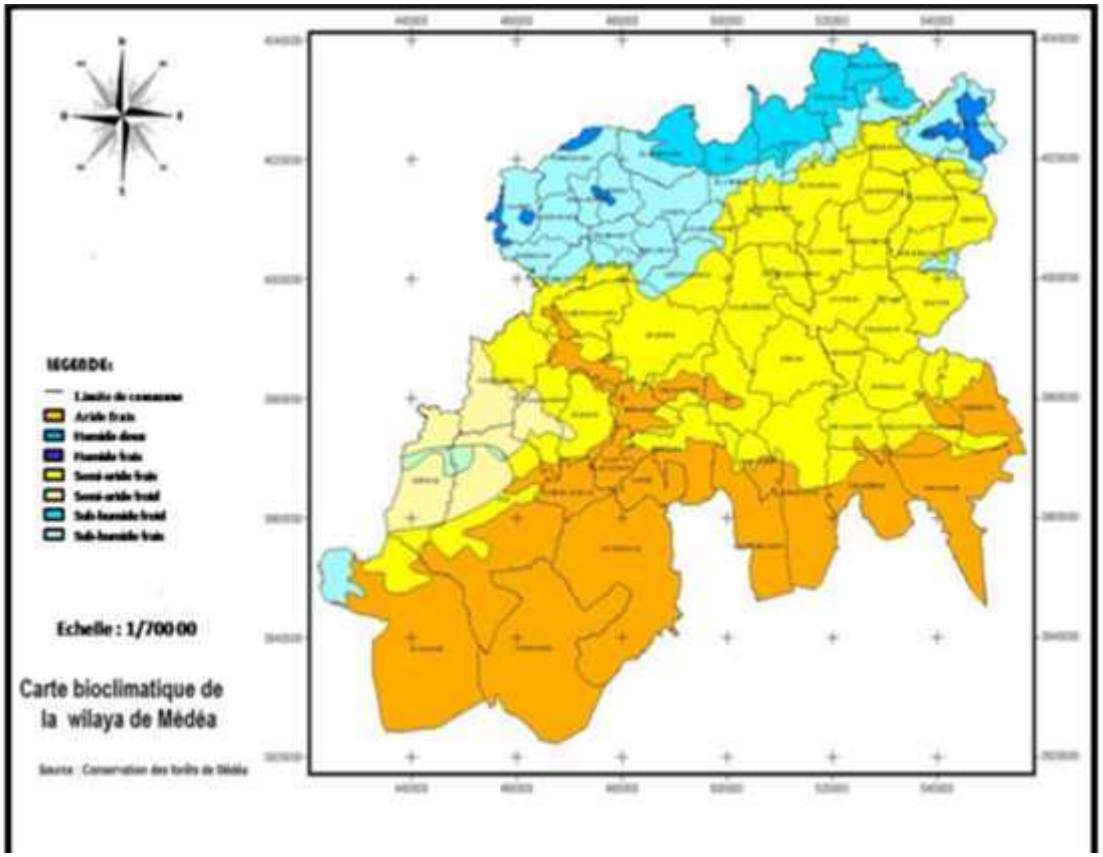
Carte des altitudes de la wilaya de Médéa



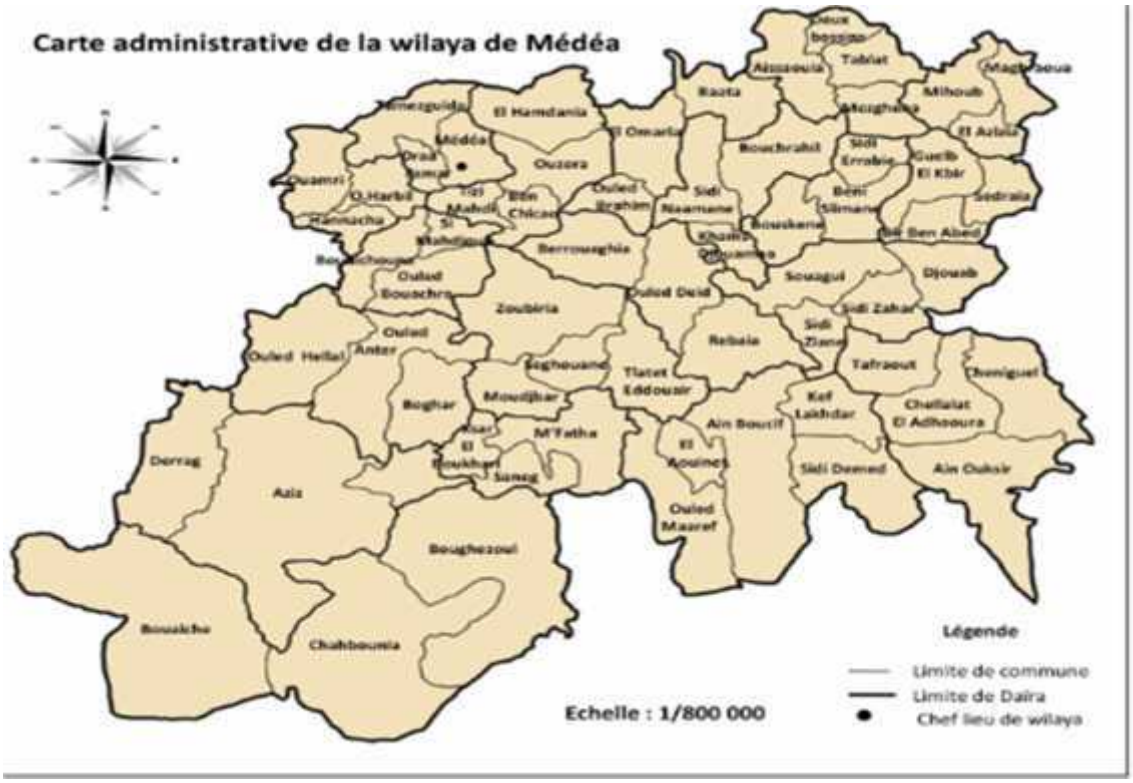
Localisation écologique de la région sylvatique de tamezguida



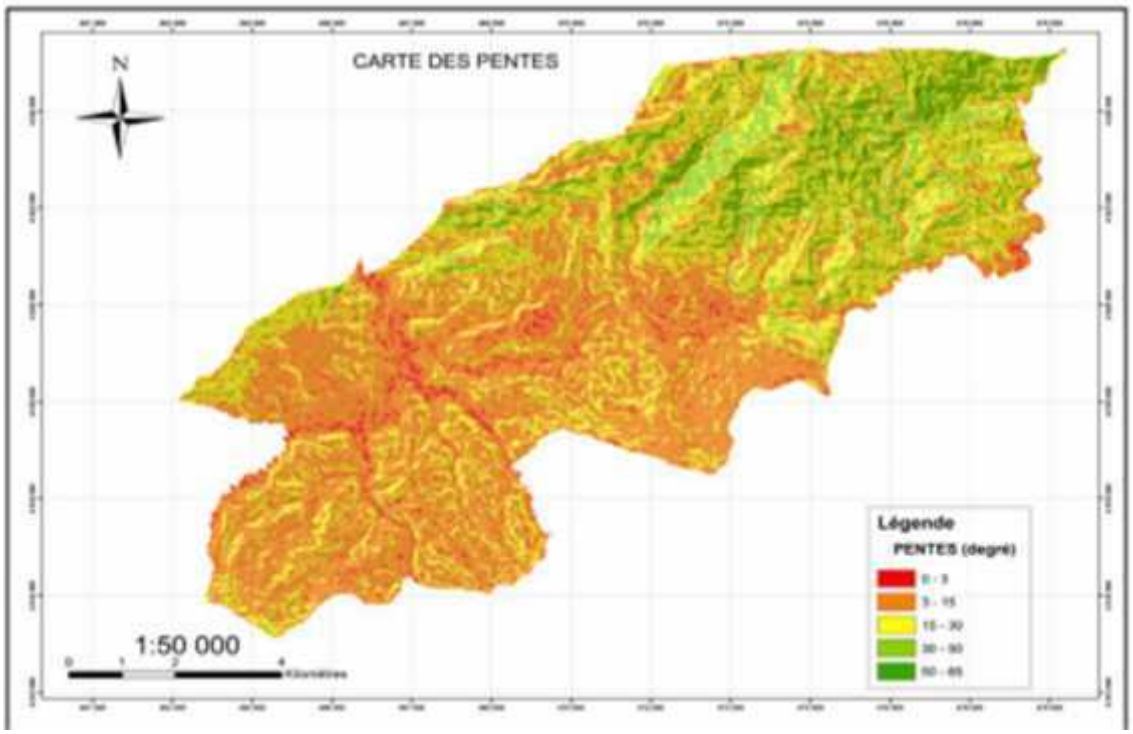
Carte des expositions de la région de tamezguida



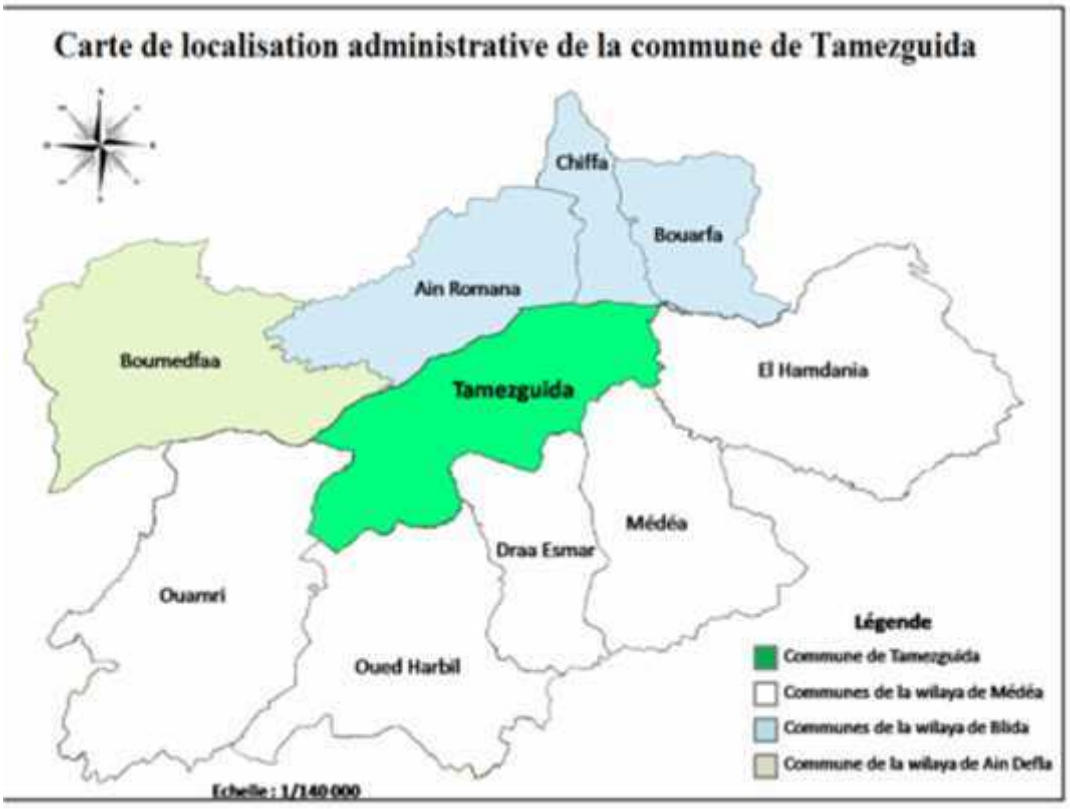
Carte bioclimatique de la wilaya de Médéa (conservation des forets de Médéa 2012)



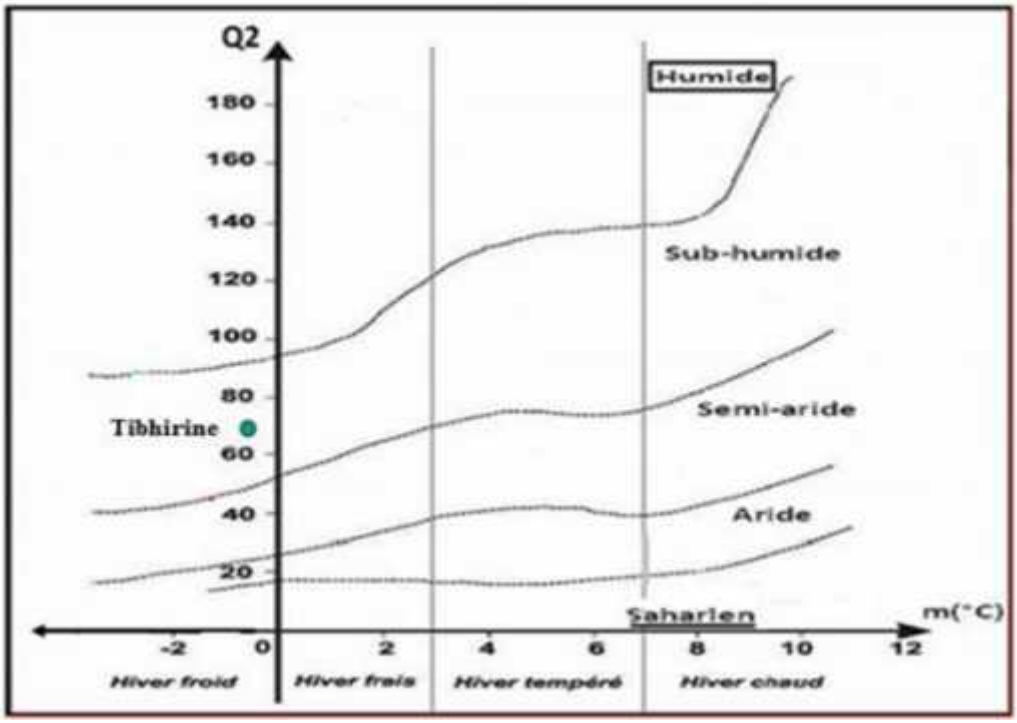
Carte administrative de la wilaya de Médéa (amélioré 2017)



Carte des pentes de la région de tamezguida



Situation administrative de la commune de Tamezguida(2017)

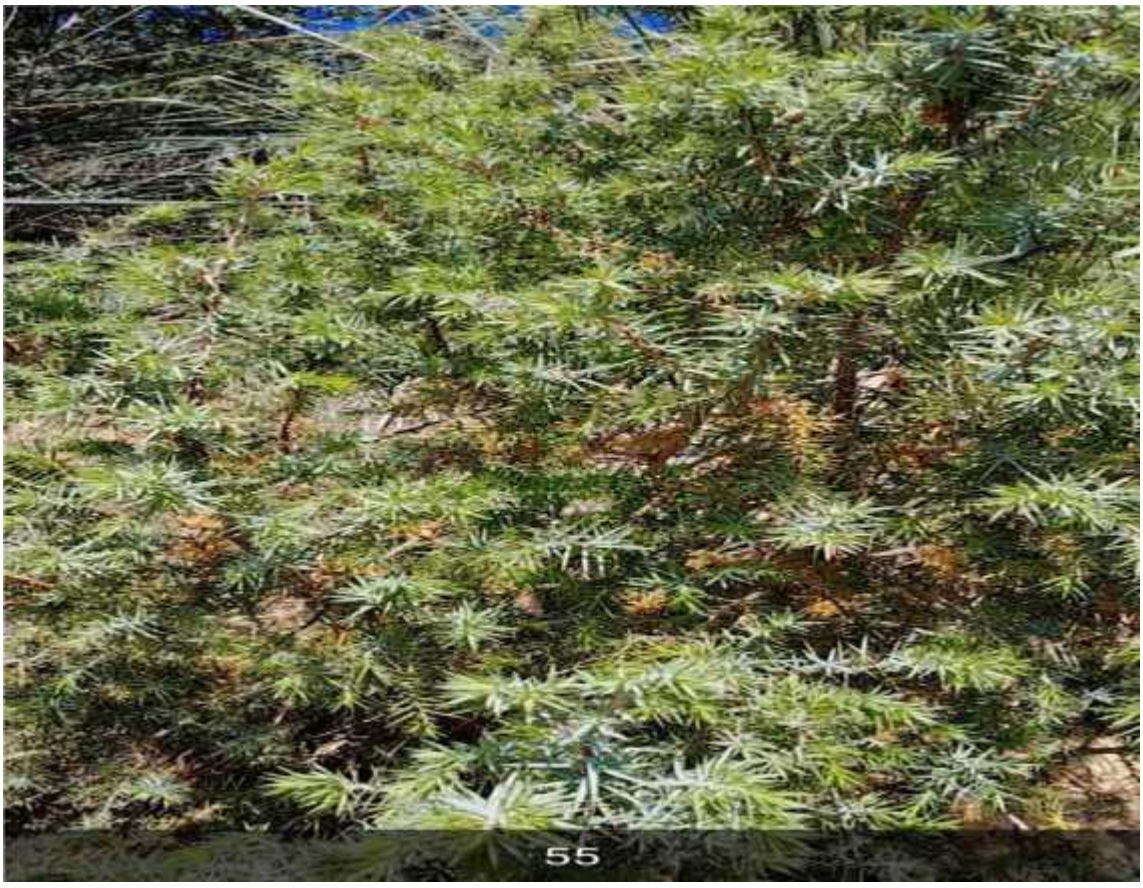


Climatogramme d'emberger de la région de Tibhirine pour la période (2007 à 2016)


Sud-thermo







Moyennes mensuelles des températures maximale et minimal de la région de Tibhirine

Paramètre / mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M (°C)	15,7	15,5	19,4	24,1	28,9	33,5	37,4	36,3	32,1	28,1	20,3	16,7
m (°c)	0,1	-0,5	0,3	4,3	6,8	11,5	17,0	16,4	12,7	7,8	2,9	1,1

(O.N.M Tibhirine, 2007-2016)

Les types biologiques des taxons végétaux de la région de tamezguida

Type biologique	Nombre d'espèces	%
Phanérophyte	28	58,33
Hémicryptophyte	9	18,75
Chaméphyte	8	16,67
Géophyte	2	4,17
Thérophyte	1	2,08

Les principales essences forestières de la wilaya de Médéa

Espèce	Superficie (Ha)
Pin d'Alep	116 228
Pin pignon	226
Cèdre de l'Atlas	581
chêne vert	29 057
Chêne liège	4 435
Thuya	184
Cyprès	1 132
Eucalyptus	382

Tableau récapitulative des espèces et les moyennes des traits mesurées pour les 6 stations

Espèce	Exposi	Station	Altitude	Nombre	Couleurs	Formes d	Profon	poids	Types de	Cycle de v
1.Calicotome spinosa	N/E	Mésomé	942	6	Jaune	Drapeau	13,94	50	PhanéropPérenne	
2.Fumana ericoides	N/E	Mésomé	942	11	Jaune	Goulet	0	3,5	ChaméphPérenne	
3.Erigeron acris	N/E	Mésomé	942	5	Jaune	Tubuleus	15,1	90	Théropyt	Annulle
4.Anacyclus clavatus	N/E	Mésomé	942	3	Blanche	Disque	0	350	ThérophyAnnulle	
X1	N/E	Mésomé	942	1	Mauve	Tubuleus	18,62	5		Annulle
6.pastinaca sativa	N/E	Mésomé	942	22	Verte	Disque	2,1	4	hémicryp	Bisannull
X2	N/E	Mésomé	942	1	Mauve	Tubuleuse		100		Annulle
8.Cirsium vulgare	N/E	Mésomé	942	100	Verte	Tubuleus	4,09	1	ThérophyAnnulle	
9.Galium aparine	N/E	Mésomé	942	9	Blanche	Goulet	0	0,5	ThérophyAnnulle	
10.Malva sylvestris	N/E	Mésomé	942	6	Mauve	Disque	19,67	70	ThérophyBisannull	
11.Hedysarum spinosis	N/E	Mésomé	942	4	Mauve	Drapeau	14,26	80	ThérophyAnnulle	
12.Geranium robertian	N/E	Mésomé	942	4	Mauve cl	Tubuleus	9,32	11	ThérophyAnnulle	
13.Anagallis foemina	N/E	Mésomé	942	9	Bleu	Disque	8,14	3,5	ThérophyAnnulle	
14.Calendula arvensis	N/E	Mésomé	942	1	Jaune	Tubuleus	13,81	710	ThérophyBisannull	
X3	N/E	Mésomé	935	6	Blanache	Drapeau	9,13	2		Annulle
16.Crataegus laciniata	N/E	Mésomé	935	3	Jaune	Goulet	9,77	78		Bisannull
X4	N/E	Mésomé	933	16	Blanche	Goulet	8,45	30		Annulle
18.Rosa canina	N/E	Mésomé	933	3	Blanche	Disque	0	280	PhanéropPérenne	
X5	N/E	Mésomé	932	/	mauve	disque			PhanéropPérenne	
20.Ampelodesmos ma	N/E	Mésomé	949		blanch	Tubuleus	9		HémicrypPérenne	
21.Cynoglossum cretic	N/E	Thermo	727	6	Bleu	Goulet	7,02	40	hémicrip	Pérenne
22.Pistacia lentiscus	N/E	Thermo	727	21	Verte	Tubuleus	4,17	2	PhanéropPérenne	
23.Ranunculus repens	N/E	Thermo	727	3	Jaune	Goulet	9,67	####	HémicrypAnnulle	
X6	N/E	Thermo	728	1	Mauve cl	Tubuleus	35,71	260		Annulle
25.Ceratonia siliqua	N/E	Thermo	729	/	jaune	Disque			PhanéropPérenne	
26.Rosa canina	N/E	Thermo	728	2	Blanche	Disque	0	380	Phanéroppérenne	
X7	N/E	Thermo	645	64	Blanche	Disque	4,62	7		Annulle
28.Calendula arvensis	N/E	Thermo	646	1	Jaune	Disque	11,97	1230	ThérophyBisannull	
29.Nerium oleander	N/E	Thermo	643	20	Rose	Disque	48,27	480	PhanéropPérenne	
30.Olea europaea	N/E	Thermo	632	/	blanche	Drapeau			PhanéropPérenne	
31.Asphodelus microca	N/E	Thermo	1020	33	Blanche	Goulet	21,14	250	Géophyt	Bisannull
32.Crataegus oxyacant	N/E	Supramé	1321	7	Blanche	Disque	0	22	PhanéropPérenne	
33.Quercus ilex	N/E	Supramé	1321	180	vert	Disque	3,87	5	PhanéropPérenne	
34Centaurium erythrae	N/E	Supramé	1321	20	Mauve cl	Disque	16,92	4	thérophy	Bisannull
35Hirschfeldia incana	N/E	Supramé	1324	22	Jaune	Goulet	9,32	12	HémicrypPérenne	
36.Daucus carota	S	Thermo	750	72	Blanche	Drapeau	2,5	1,5	HémicrypAnnulle	
37Andryala integrifolia	S	Theromé	750	3	Jaune	Tubuleus	7,2	50	ThérophyAnnulle	
38.Erigeron acris	S	Theromé	750	4	Blanche	Tubuleus	11,09	2	chaméph	Bisannull
39.Echium creticum	S	Theromé	775	2	Mauve	Goulet	16,48	400	Thérophyannulle	
40.Plantago albicans	S	Theromé	775	S fleur	Blanche	goulet	8,36	60	ThérophyAnnulle	
41.Reseda alba	S	Theromé	775	100	Blanche	Goulet	18,41	60	ThérophyBisannull	
X8	S	Theromé	775	1	Rose	Tubuleuse		90		Pérenne
X9	S	Theromé	775	2	rose	/	12,53			Annulle
44.Borago officinalis	S	Theromé	775	1	Bleu	Goulet	9,38	10	Thérophyannulle	
X10	S	Theromé	775	1	Blanche	Goulet	23,56	10		Annulle
X11	S	Theromé	777	2	Jaune	Tubuleuse		90		Pérenne
b	S	Theromé	777	100	Blanche	Tubuleus	14,28	10	ThérophyPérenne	
48.Echinops spinosissi	S	Theromé	777	100	Mauve	Tubuleuse				Annulle
X12	S	Theromé	777	1			15,22	2		Pérenne
50.Carduus nutans	S	Theromé	778	100	Mauve	Tubuleus	0	320		Bisannull

51.Anacyclus clavatus	S	Theromé	779	1	Blanche	Disque	22,71	8,8	Thérophy	Annulle
X12	S	Theromé	779	100	Jaune	Tubuleus	3,26			Annulle
X13	S	Theromé	1209		Verte	Tubuleuse		2		Pérenne
54.Pistacia lentiscus	S	Theromé	1209		rose		5,71	2	Phanérop	Pérenne
55.genista tricuspidata	S	Theromé	1209	3	Blanche	Goulet			Phanérop	Pérenne
X14	S	Theromé	548							Pérenne
X15	S	Theromé	548				0	170		Pérenne
58.Anacyclus clavatus.	S	Theromé	548		Blanche	Disque	8,59	50	Thérophy	Annulle
59.Bupleurum spinosu	S	Theromé	720		Jaune	Goulet	42,4	380	Chaméph	Pérenne
60.nerium oleande r	S	Theromé	720	3	Rose	Tubuleus	8,4	180	Phanérop	Pérenne
61.T	S	Theromé	720	3	Blanche	Tubuleus	2,51	20		Annulle
X16	S	Theromé	723	100	Jaune	Tubuleus	23,86	860		Bisannull
63.Capparis spinosa	S	Theromé	725	1	Blanche	Goulet	21,04	25	Hémicryp	Annulle
64.Centaurium erythra	S	Theromé	730	10	Mauve	Tubuleus	8,92	120		Bisannull
X17	S	Theromé	868	3	Jaune	Tubuleuse				Pérenne
X18	S	Theromé	868	/						Annulle
67.Quercus ilex	S	Theromé	868		verte				Phanérop	Pérenne
X19	S	Theromé	863							Pérenne
69.Ferula communis	S	Theromé	863	/					Hémicryp	Pérenne
70.Smilax aspera	S	Theromé	863	/					Phanérop	Pérenne
X20	S	Theromé	870	/						Annulle
X21	S	Theromé	870							Annulle
73.Glaucium flavum	S	Theromé	1100		Jaune	Disque	0	420	Thérophy	Pérenne
74.Antirrhinum majus	S	Theromé	1200	/	Mauve	Tubuleus	25,06	210		Annulle
75.Quercus faginea	S	Theromé	1310		verte					Annulle
X22	S	Mésomé	1300	/						Pérenne
77.Genista tricuspidata	S	Mésomé	1306	39	Jaune	Drapeau	9,42	40	Phanérop	Annulle
78.Cytisus villosus	S	Mésomé	1306	3	Jaune	Tubuleus	18,17	30		Bisannull
X23	S	Mésomé	1306	/						Annulle
80.Cytisus villosus	S	Mésomé	1310	4	Jaune	Drapeau				Annulle
X24	S	Mésomé	1310	/				60		Pérenne
X25	S	Mésomé	1310	3	Blanche	Goulet	17,83	70		
83.Arabidopsis thalian	S	Mésomé	1310	/	Jaune	Goulet	8,89	100	thérophy	Annulle
X26	S	Mésomé	1325	/						
85.Cistus albidus	S	Mésomé	1325	1	Blanche	Goulet	10,35	120	Chaméph	Annulle
X27	S	Mésomé	1325	1	Jaune	Disque	13,24	620		
87.Convolvulus althae	S	Mésomé	1330	1	Blanche	Disque	8,25	30	hémycryptophyte	
88.Crataegus	N	Mésomé	1330		Blanche	disque				
X28	N	Mésomé	1330		Jaune	Goulet				
90.Capparis spinosa	N	Mésomé	1330		Blanche	Disque			Hémicryp	Annulle
91.Ricinus communis	N	Mésomé	1330		Jaune	Goulet	11,31	80	thérophyte	
92.Sinapis pubescens	N	Mésomé	1350		Jaune	Goulet	13,32	100	Chaméph	annulle
X29	N	Mésomé	1350		Blanche	Goulet	6,63	20		
X30	N	Mésomé	1350		Mauve	Goulet	5,82	6		
95.Asplenium trichoma	N	Mésomé	1350		Blanche	Goulet	7,56	60	Hémicryptophytes	
96.Galium aparine	N	Mésomé	1350		jaune	Goulet			Thérophyte	
X31	N	Mésomé	1350		blanch	Goulet				
X32	N	Mésomé	1350		Blanche	Goulet	4,67	80		