



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE  
ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة الشاذلي بن جديد- الطارف  
UNIVERSITÉ CHADLI BENDJEDID D'EL-TARF



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de BIOLOGIE  
Mémoire

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2

Spécialité : Biodiversité et Environnement

THEME

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'ETAT DE LA  
DIVERSITE FLORISTIQUE DE LA SUBERAIE DE  
MEZIRA (PARC NATIONAL D'EL KALA)**

Par :

KONARE Zan Mary

DJIRE Fatoumata

Soutenu le: 08/07/2019

Devant le jury composé de :

Présidente : Pr. LAZLI Amel

Université C. Bendjedid-El Tarf

Examinatrice: Dr. BECIR Farida

MCB; Université C. Bendjedid-El Tarf

Promotrice: Dr. HAOU Sihem

MCA; Université C. Bendjedid-El Tarf

Co-promotrice : Mme BERREBIB Wassila Chef de département .A.V (PNK)

Membre invité : M. LOUHI Hocine

Année Universitaire : 2018- 2019

### **Remerciements**

*Tout d'abord nous tenons à remercier le bon Dieu de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce travail.*

*Nous tenons à remercier distinctement et particulièrement **Mme. LOUHI HAOU SIHEM**, notre encadreur, pour son encadrement de grande qualité, ses conseils scientifiques, son soutien, sa gentillesse et sa confiance en nous de tous les jours. Madame, vos soutiens ont été vitaux pour notre bonne formation et notre maîtrise du sujet.*

*Nos sincères remerciements sont aussi adressés à **M. LOUHI HOCINE** pour nous avoir accordé un stage au sein du complexe sidérurgique d'El Hadjar à Annaba pour réalisation de nos analyses du sol.*

*Nous tenons à remercier vivement les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'examiner ce travail.*

*Nous remercions sincèrement aussi de plus Madame **Mme. BERREBIB WASSILA** Cheffe de département de l'animation et de la vulgarisation du Parc National d'El Kala d'avoir mis à notre disposition sa personne et ses expériences lors de notre stage chez Parc National d'El Kala pour la réalisation notre travail.*

*Nos remerciements sincères sont aussi destinés à l'ensemble de la communauté administrative et enseignante de l'Université Chadli Bendjedid d'El Tarf qui nous a permis d'approfondir nos connaissances scientifiques.*

*Nous tenons à exprimer notre reconnaissance envers nos parents pour leurs générosités, amour et leurs grandes patiences à nous.*

*Nous voudrions aussi témoigner de notre plus profond remerciement à tous nos amis pour leur présence, leur participation à ce travail. Enfin nous tenons à remercier tous nos camarades de notre promotion, pour leurs soutiens et respects à notre égard.*

## Sommaire

|                                                                                  |          |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Remerciement.....                                                                | I        |
| Liste des tableaux.....                                                          | VII      |
| Liste des figures.....                                                           | VIII     |
| Liste des photos.....                                                            | IX       |
| Liste d'abréviations.....                                                        | X        |
| Résumé.....                                                                      | XI       |
| Introduction.....                                                                | 1        |
| <b>PARTIE 1 : Les approches théoriques de la recherche</b>                       |          |
| <b>I. La méthode phytoécologique.....</b>                                        | <b>4</b> |
| 1. Phytogéographie de la méditerranée.....                                       | 4        |
| 2. Phytogéographie de l'Algérie.....                                             | 4        |
| 2.1 Les forêts Algériennes.....                                                  | 4        |
| 2.2 Localisation et répartition.....                                             | 5        |
| 2.2.1 Répartition géographique.....                                              | 5        |
| 2.2.2 Répartition par essence.....                                               | 6        |
| <b>II. Principaux types de formations végétales et étages de végétation.....</b> | <b>6</b> |
| 1. Types de formations végétales.....                                            | 6        |
| 1.1. Forêt.....                                                                  | 6        |
| 1.2. Matorral.....                                                               | 7        |
| 1.3. Maquis.....                                                                 | 7        |
| 1.4. Garrigue.....                                                               | 7        |
| 1.5. Buisson.....                                                                | 8        |
| 1.6. Broussaille.....                                                            | 8        |
| 1.7. Erme.....                                                                   | 8        |
| 1.8. Pelouses.....                                                               | 8        |
| 1.9. Prairies.....                                                               | 8        |
| 1.10. Steppes.....                                                               | 9        |
| 2. Les étages de végétations.....                                                | 9        |
| 3. Cas particulier : Les subéraies.....                                          | 10       |
| 3.1. Caractéristiques du chêne liège.....                                        | 10       |
| 3.2. Les subéraies dans la méditerranée.....                                     | 10       |
| 3.3. Les subéraies en Algérie.....                                               | 12       |
| 3.4. Perturbations de la végétation des subéraies.....                           | 12       |

|                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.1. L'incendie.....                                                            | 13        |
| 3.4.2. Le surpâturage.....                                                        | 14        |
| 3.4.3. Défrichement.....                                                          | 14        |
| 3.4.4. Les ennemis naturels.....                                                  | 14        |
| <b>III. Multifonctionnalité de la forêt.....</b>                                  | <b>15</b> |
| 1. Fonctions économiques.....                                                     | 15        |
| 1.1. Les produits.....                                                            | 15        |
| 1.1.1. Bois.....                                                                  | 15        |
| 1.1.2. Liège.....                                                                 | 15        |
| 1.1.3. Sous-produits.....                                                         | 17        |
| 1.2. Les services.....                                                            | 17        |
| 1.2.1. Pâturage.....                                                              | 17        |
| 1.2.2. Tourisme et paysage.....                                                   | 18        |
| 2. Fonctions écologiques.....                                                     | 18        |
| 3. Fonctions socioculturelles.....                                                | 19        |
| <b>IV. La méthode phytoécologique.....</b>                                        | <b>19</b> |
| 1. Définition.....                                                                | 19        |
| 2. Notion de relevé phytoécologique.....                                          | 19        |
| 3. Les facteurs écologiques.....                                                  | 20        |
| 3.1. Facteurs édaphiques.....                                                     | 20        |
| 3.2. Facteurs topographiques.....                                                 | 20        |
| 3.2.1. Pente.....                                                                 | 20        |
| 3.2.2. Exposition.....                                                            | 20        |
| 3.2.3. Altitude.....                                                              | 21        |
| 3.3. Facteurs climatiques.....                                                    | 21        |
| 3.4. Facteurs biologiques ou paramètres biologiques.....                          | 21        |
| 3.4.1. Richesse spécifique de la flore.....                                       | 21        |
| 3.4.1.1. Définition.....                                                          | 21        |
| 3.4.1.2. Objectifs.....                                                           | 21        |
| 3.4.1.3. Principe et traitement des données.....                                  | 22        |
| 3.4.1.4. Intérêt et limites.....                                                  | 22        |
| 3.4.2. Recouvrement de la végétation et phytovolume sur stations permanentes..... | 22        |
| 3.4.2.1. Définition.....                                                          | 22        |
| 3.4.2.2. Objectifs.....                                                           | 22        |

|          |                                                             |    |
|----------|-------------------------------------------------------------|----|
| 3.4.2.3. | Principe.....                                               | 23 |
| 3.4.2.4. | Intérêt et limites.....                                     | 23 |
| 3.4.3.   | Hauteur des végétaux pérennes sur stations permanentes..... | 24 |
| 3.4.3.1. | Définition et objectif.....                                 | 24 |
| 3.4.3.2. | Principe et traitement des données.....                     | 24 |
| 3.4.3.3. | Intérêt et limites.....                                     | 24 |
| 3.4.4.   | Densité des espèces pérennes sur stations permanentes.....  | 24 |
| 3.4.4.1. | Définition et objectif.....                                 | 24 |
| 3.4.4.2. | Principe et traitement des données.....                     | 24 |
| 3.4.4.3. | Intérêt et limites.....                                     | 25 |
| 3.4.5.   | Diversité alpha sur stations permanentes.....               | 25 |
| 3.4.5.1. | Définition et objectif.....                                 | 25 |
| 3.4.5.2. | Principe et traitement des données.....                     | 25 |
| 3.4.5.2. | Intérêt et limites.....                                     | 27 |
| 3.4.6.   | Spectres biologiques de Raunkiaer.....                      | 27 |
| 3.4.6.1. | Définition et objectif.....                                 | 27 |
| 3.4.6.2. | Principe.....                                               | 28 |
| 3.4.7.   | Spectres biogéographiques de la flore.....                  | 28 |
| 3.4.7.1. | Définition et objectif.....                                 | 28 |
| 3.4.7.2. | Principe.....                                               | 28 |
| 3.4.7.3. | Intérêt et limite.....                                      | 39 |

## **PARTIE2 : Présentation de la zone d'étude et démarches méthodologie**

|        |                                                                  |           |
|--------|------------------------------------------------------------------|-----------|
| I.     | <b>Présentation de la zone d'étude.....</b>                      | <b>30</b> |
| 1.     | Travaux de recherche sur la forêt de Mizera.....                 | 30        |
| 2.     | Choix de la zone d'étude.....                                    | 30        |
| 3.     | Situation géographique.....                                      | 30        |
| 4.     | Cadre administratif et forestier de la forêt de Mizera.....      | 31        |
| 5.     | Enjeux socio-économique et écologique de la forêt de Mezira..... | 32        |
| 6.     | Milieu physique.....                                             | 32        |
| 6.1.   | Relief et topographie.....                                       | 32        |
| 6.2.   | Bioclimatologie.....                                             | 33        |
| 6.2.1. | Température.....                                                 | 34        |
| 6.2.2. | Précipitations.....                                              | 35        |
| 6.2.3. | Humidité .....                                                   | 36        |

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6.2.4. Vents.....                                                  | 37        |
| 6.3. Géologie.....                                                 | 38        |
| 6.4. Pédologie.....                                                | 38        |
| 6.5. Formations végétales et flore de la zone d'étude.....         | 38        |
| 7. Les stations ou parcelles d'étude.....                          | 39        |
| 7.1. Choix des stations.....                                       | 40        |
| 7.2. Situation géographique des stations.....                      | 40        |
| 7.2.1. Station 1.....                                              | 41        |
| 7.2.2. Station 2.....                                              | 42        |
| 7.2.3. Station 3.....                                              | 43        |
| <b>II. Les démarches méthodologiques.....</b>                      | <b>44</b> |
| 1. Approche édaphique.....                                         | 45        |
| 1.1. Méthodes d'analyse édaphique.....                             | 45        |
| 1.1.1. Analyse granulométrique.....                                | 46        |
| 1.1.2. L'Humidité.....                                             | 48        |
| 1.1.3. La couleur.....                                             | 48        |
| 2. Approche biologique.....                                        | 49        |
| 2.1. Méthode d'échantillonnage .....                               | 49        |
| 2.2. Réalisation du relevé floristique .....                       | 50        |
| 2.3. Analyse de la diversité floristique et phytogéographique..... | 52        |
| 2.3.1. Richesse spécifique.....                                    | 53        |
| 2.3.2. Fréquence.....                                              | 53        |
| 2.3.3. Diversités alpha.....                                       | 53        |
| 2.3.4. Spectre biologique de Raunkiaer.....                        | 54        |
| 2.3.5. Spectre biogéographique de la flore.....                    | 55        |
| 2.4. Méthodes d'analyse et de traitement des données .....         | 56        |
| 2.4.1. Méthode du profil architectural.....                        | 57        |
| 2.4.2. Méthodes numériques.....                                    | 57        |
| 3. Approche de perturbations.....                                  | 59        |
| <b>PARTIE 3 : Résultats et discussion</b>                          |           |
| <b>I. Résultats et interprétations.....</b>                        | <b>62</b> |
| 1. Etude édaphique .....                                           | 62        |
| 2. Etude phytoécologique.....                                      | 63        |
| 2.1. Diversité spécifique de l'habitat.....                        | 63        |

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.1.1. Richesse spécifique.....                                                  | 63  |
| 2.1.2. Indices de diversité et d'équitabilité.....                               | 64  |
| 2.2. Structure de la végétation.....                                             | 65  |
| 2.2.1. Répartition familles.....                                                 | 65  |
| 2.2.2. Strates de la végétation.....                                             | 71  |
| 2.3. Fréquences.....                                                             | 73  |
| 2.4. Spectre biologique de la flore.....                                         | 75  |
| 2.5. Etude biogéographique de la flore.....                                      | 78  |
| 2.6. Analyse phytoécologique : AFC (analyse factorielle de correspondances)..... | 80  |
| 3. Etude de perturbation.....                                                    | 82  |
| III. Discussion.....                                                             | 85  |
| Conclusion.....                                                                  | 90  |
| Références bibliographiques.....                                                 | 92  |
| Annexes.....                                                                     | 104 |

### **Liste des tableaux**

Tableau 1 : Superficie des principales essences forestières (ha) en Algérie

Tableau 2 : Superficie (ha) occupées par le chêne liège dans différents pays et selon de nombreux auteurs.

Tableau 3: Tableau de recouvrement des espèces végétales

Tableau 4: Les températures annuelles pour la période1985-2005 de la Station d'El Kala

Tableau 5: Précipitations annuelles pour la période1985-2005de la Station d'El Kala

Tableau 6: Moyennes mensuelles de l'humidité relative de la station d'El-Kala (période1985-2004)

Tableau 7 : Variation mensuelle de la vitesse et direction des vents pour l'année 1992

Tableau 8 : Fréquence des vents pour l'année 1992 (station d'El Kala)

Tableau 9 : Coordonnées géographiques des 03 stations

Tableau 10 : Tableau représentatif des types biogéographiques.

Tableau 11: Les résultats des analyses physiques du sol des trois stations

Tableau 12 : Composition en familles, genres et espèces du site

Tableau 13 : Les strates de la végétation

Tableau 14 : Les types biogéographiques de la zone d'étude

Tableau 15 : Statut de perturbation de la station1

Tableau 16 : Statut de perturbation de la station2

Tableau 17 : Statut de perturbation de la station3

Tableau 18 : Richesse spécifique de l'ensemble des stations et de la zone d'étude

Tableau 19 : Indice de diversité et d'équitabilité des stations

Tableau 20 : Composition en familles, genres et espèces des trois stations respectives 1, 2 et 3

Tableau 21 : Liste de fréquence des espèces dans la zone d'étude

Tableau 22 : Les types biologiques des trois stations

Tableau 23 : Les types biologique des espèces de la zone d'étude

Tableau 24 : Inventaire systématique des espèces rencontrées dans la zone d'étude

### **Liste des figures**

- Figure 1: Carte de répartition de chêne liège dans le monde
- Figure 2 : Aire de répartition du chêne liège en Algérie
- Figure 3 : Evolution décennale de la production du liège en Algérie (Volume moyen annuel en tonnes)
- Figure 4 : Carte de localisation de la zone d'étude
- Figure 5: Carte de localisation de la zone d'étude
- Figure 6 : Températures annuelles pour la période 1985-2005 de la Station d'El Kala
- Figure 7 : Carte de végétation du Parc National d'El Kala
- Figure 8: Cartes de situation géographique des stations
- Figure 9 : Triangle de texture du GEPPA
- Figure 10: Système colorimétrique de Munsell
- Figure 11 : Les formes biologiques de Raunkiaer
- Figure 12 : Organigramme du traitement par l'AFC
- Figure 13 : Diagramme de textures
- Figure 14 : Richesse spécifique de l'ensemble des stations et de la zone d'étude
- Figure 15 : Indice de diversité et d'équitabilité des stations et du site
- Figure 16 : Répartition des familles de la station 1
- Figure 17 : Répartition des familles de la station 2
- Figure 18 : Répartition des familles de la station 3
- Figure 19 : Répartition des familles de la zone d'étude
- Figure 20 : Le pourcentage des différentes strates
- Figure 21 : Fréquences relatives des espèces rencontrées dans la zone d'étude
- Figure 22 : Répartition des types biologiques de la station 1
- Figure 23 : Répartition des types biologiques de la station 2
- Figure 24 : Répartition des types biologiques de la Station 3
- Figure 25 : Répartition des types biologiques de la zone d'étude
- Figure 26 : Répartition des types biogéographiques rencontrés de la zone d'étude
- Figure 27 : AFC des espèces
- Figure 28 : AFC des relevés
- Figure 29 : L'ampleur des facteurs de perturbations dans la zone d'étude

### **Liste des photos**

Photo 1 : Photo illustrative de la station 1

Photo 2 : Photo illustrative de la station 2

Photo 3 : Photo illustrative de la station 3

Photo 4 : Echantillonnage du sol

Photo 5 : Tamisage mécanique du sol sec

Photo 6 : Le code international de Munsell

Photo 7 : Réalisation de relevés floristiques

Photo 8 : Photo représentative du piétinement

Photo 9: Photo illustrative de la présence des déchets plastiques

### **Liste des abréviations**

FAO : Food and Agriculture Organisation

DGF : Direction Générale des Forêts

AFC : Analyse Factorielle de Correspondance

BNEF : Bloomberg New Energy Finance

GEPPA : Groupe d'Etude de Pédagogie pure et Appliquée

## **Résumé**

Depuis le début des années 1980, une opposition grandissante se manifeste dans de nombreuses régions du monde : entre ceux qui veulent préserver la qualité de l'environnement dans les forêts et ceux qui veulent les rentabiliser. Au cours des années, les méthodes de conservation, de protection et/ou d'étude des forêts ont évolué avec un très grand nombre de recherches.

De ce fait, notre présente étude a pour objectif d'étudier et/ou d'analyser la diversité floristique de la subéraie de Mezira ainsi que les pressions qui pèsent sur elle, mettant en évidence l'état écologique (floristique) de cet habitat.

La méthode d'étude retenue dans ce travail est la méthode phytoécologique qui consiste à déterminer les types de végétation et à recenser les facteurs actifs du milieu dans un premier temps, et à identifier les liaisons espèces-facteurs dans un dernier temps.

L'analyse de la diversité floristique du type biologique et biogéographique de chacune des espèces étudiées, nous ont permis de quantifier et qualifier l'architecture de cette végétation par le biais de deux analyses d'AFC.

Ainsi, la discussion de l'ensemble des résultats, nous ont permis de mettre en évidence le statut écologique (flore et sol) de la subéraie de Mezira.

L'analyse objective de tous ces facteurs écologiques révèle une diversité floristique assez importante de la zone d'étude.

Mots clés : Diversité floristique, type biologique, type biogéographique, étude, analyse, subéraie, phytoécologie, l'architecture, statut écologique, Analyse factorielle de correspondances (AFC).

## **Summary**

Since the beginning of the 1980s, a growing opposition has emerged in many parts of the world: between those who want to preserve the quality of the environment in the forests and those who want to make them profitable. Over the years, methods of conservation, protection and / or study of forests have evolved with a great deal of research.

Therefore, our present study aims to study and / or analyze the floristic diversity of the Mezira suberaria and the pressures on it, highlighting the ecological (floristic) status of this habitat.

The method of study used in this work is the phytoecological method, which consists in determining the types of vegetation and identifying the active factors of the environment at first, and identifying the species-factor linkages in the last time.

The analysis of the floristic diversity of the biological and biogeographic type of each of the species studied allowed us to quantify and qualify the architecture of this vegetation by means of two AFC analyzes.

Thus, the discussion of the whole of the results, allowed us to highlight the ecological status (flora and soil) of the subery of Mezira.

The objective analysis of all these ecological factors reveals a fairly important floristic diversity of the study area.

Key words: Floristic diversity type biogeographic, analysis, suberia, phytoecology, architecture, ecological status, Factorial Analysis and Correspondence (AFC)

## ملخص

منذ بداية الثمانينات ، ظهرت معارضة متزايدة في أجزاء كثيرة من العالم: بين أولئك الذين يريدون الحفاظ على جودة البيئة في الغابات وأولئك الذين يريدون جعلها مربحة. على مر السنين ، تطورت أساليب المحافظة على الغابات و / أو حمايتها و / أو دراستها مع قدر كبير من البحث. لذلك ، تهدف دراستنا الحالية إلى دراسة و / أو تحليل التنوع الزهري لسبيريا Mezira والضغوط عليه ، وتسليط الضوء على الوضع البيئي (الزهور) لهذا الموئل. طريقة الدراسة المستخدمة في هذا العمل هي الطريقة النباتية الطبيعية ، والتي تتمثل في تحديد أنواع الغطاء النباتي وتحديد العوامل الفعالة للبيئة في البداية ، وتحديد الروابط بين عوامل الأنواع في المرة الأخيرة. سمح لنا تحليل التنوع الزهري للنوع البيولوجي والبيوجغرافي لكل نوع من الأنواع التي خضعت للدراسة بتحديد وتأهيل بنية هذه الغطاء النباتي من خلال تحليلين AFC. وهكذا ، فإن مناقشة النتائج بأكملها ، سمحت لنا بتسليط الضوء على الوضع البيئي (النباتات والتربة) لجاذبة مزيرة. يكشف التحليل الموضوعي لجميع هذه العوامل البيئية عن وجود تنوع زهري مهم إلى حد ما في منطقة الدراسة. الكلمات المفتاحية: التنوع الحيوي في الأنواع ، الجغرافيا الجغرافية ، التحليل ، suberia ، phytoecology ، الهندسة المعمارية ، الوضع البيئي ، تحليل العوامل والمراسلات (AFC)

# Introduction

Depuis le début des années 1980, une opposition grandissante se manifeste dans de nombreuses régions du monde : entre ceux qui veulent préserver la qualité de l'environnement dans les forêts, et les forestiers qui cherchent à rentabiliser par l'exploitation du bois et du liège parmi la gamme de produits et services qu'offre la forêt. La nouvelle sensibilité écologiste s'exprime sous des formes diverses, allant de l'exigence de maintien de l'ensemble des forêts à « l'état sauvage » ou classées en « Parcs » au souhait d'une gestion polyvalente, où les techniques utilisées seraient soumises à un certain nombre de restrictions (Europarl, 1997).

Les habitats forestiers se distinguent des autres par leur dimension verticale, le rôle « clé de voûte » des arbres et le fait qu'ils reflètent généralement la végétation spontanée (contrairement aux prairies, landes et pelouse, souvent d'origine anthropique) (CARNINO, 2009).

A l'heure actuelle parmi les formations biogéographiques, les forêts méditerranéennes y figurent possédant une valeur patrimoniale très élevée. Elles constituent des réserves importantes de diversité génétique, spécifique et fonctionnelle qu'il convient de conserver au mieux dans l'optique d'une gestion durable de ce patrimoine biologique et ces ressources potentielles (Quézel et Médail, 2003).

En effet, si les caractéristiques biogéographiques et écologiques des forêts méditerranéennes répondent bien à des critères précis, la structure et l'architecture de ces forêts peuvent parfois poser problème au niveau de leur phyto-diversité et leur dynamique (Quézel et al, 1980).

La persistance des facteurs destructifs tels que les incendies, le surpâturage et les défrichements, ne fait qu'accentuer le processus de dégradation du système forestier en place et la perte de sa diversité biologique (Ikermoud, 2000). Donc il est devenu indispensable de trouver des méthodes de conservation et de protection du patrimoine végétal. Ces dernières ne pouvant se faire qu'avec une meilleure connaissance de la composition floristique des écosystèmes forestiers. La connaissance de la flore, de sa répartition, de ses interrelations, des fonctionnalités qu'elle entretient avec l'ensemble du milieu biogéophysique et climatique, des contraintes que lui imposent les différentes formes d'usages et « d'anthropisation » constituent autant de demandes pressantes de la part d'un grand nombre de scientifiques et de gestionnaires préoccupés par le questionnement actuel sur la biodiversité : sa fonctionnalité, sa préservation et son devenir (Sophie et Jean-Claude, 2003).

Au cours des années, les méthodes de conservation, de protection et/ou d'étude des forêts ont évolué avec un très grand nombre de recherches. Dans ce sens, nous pouvons citer celles sur le déterminisme et l'expression de la biodiversité au sein des systèmes écologiques (Hustan, 1994), le rôle des forêts dans le maintien de la biodiversité (Guende et al., 1997; Vêla et al., 1998), l'importance de l'hétérogénéité verticale du peuplement pour la luminosité du sous-bois (Naumburg et DeWald, 1999 ; Van Pelt et Franklin, 2000), l'évaluation de la dynamique des populations (Jäger, 2000), la dynamique des forêts (Gachet, 2002).

Comme la plupart des forêts algériennes, la forêt de **Mezira**, une subéraie située dans l'extrême Nord-est Algérien et particulièrement dans le Parc National d'El Kala est un exemple typique des forêts méditerranéennes qui se retrouve aujourd'hui entre un risque élevé d'incendies ravageurs lié souvent au réchauffement climatique d'une part et les pressions anthropiques de la région d'autre part.

C'est dans cette prospective que s'inscrit ce travail qui a pour objectif d'étudier et/ou d'analyser la diversité floristique de la subéraie de **Mezira** ainsi que les pressions qui pèsent sur elle, mettant en évidence l'état écologique (floristique) de cet habitat.

La présence d'une richesse spécifique floristique élevée ainsi que sa bonne installation et sa bonne distribution spatiale dans une zone ou dans un écosystème forestier ou pré-forestier montrent une bonne adaptation des espèces aux conditions environnementales. En plus de la présence d'une diversité floristique importante, l'absence des facteurs de perturbation dans une forêt peut indiquer l'état de santé idéale de celle-ci. Pour cela, il est nous évident à nous poser trois questions fondamentales :

- Quelles sont les espèces qui se développent avec l'espèce-subéraie dans la zone d'étude ?
- Existe-t-il une relation entre la diversité floristique et les facteurs du milieu de la zone d'étude ?
- Quels sont les facteurs de perturbation les plus observés pouvant potentiellement entraîner la dégradation de cette zone forestière ?

Comme toutes autres études ou recherches, la présente étude veut se faire une référence bibliographique et un outil d'étude de diversité floristique non seulement pour la gestion de la subéraie de **Mezira** mais aussi pour la gestion du parc.

Alors pour atteindre cet objectif, nous avons structuré ce travail en trois grandes parties.

La première est consacrée au cadre théorique où nous exposons un aperçu phytogéographique des forêts méditerranéenne et Algérienne, les principaux types de formations végétales, les étages de végétations étudiées, la multifonctionnalité de la forêt ainsi que la méthode phytoécologique.

La seconde partie est consacrée à la présentation de la zone d'étude et à la démarche méthodologique.

Dans un dernier temps, la troisième partie concerne principalement les résultats et discussions. Ce travail se termine par une conclusion avec des recommandations pour une meilleure gestion de l'écosystème forestier de **Mezira**, notamment pour la conservation de son équilibre écologique.

# Partie 1

## Les approches théoriques

## **I. Phytogéographie**

### **1. Phytogéographie de la méditerranée**

La forêt méditerranéenne est caractérisée par sa flore typique, qui lui confère une délimitation géographique basée sur l'extension de l'olivier pour les phytogéographes, alors que les forestiers la délimitent par rapport à son bioclimat avec ses deux composantes principales : les précipitations et la sécheresse (Braun-Blanquet, 1952 ; Emberger, 1971 ; Tomaselli, 1976). Selon Seigue (1985), la forêt méditerranéenne couvre environ 65 millions d'hectares dont 45 millions de forêts proprement dites et 19 millions d'hectares de formations forestières.

### **2. Phytogéographie de l'Algérie**

Selon Quézel (1978), l'Algérie fait partie intégrante de l'empire holarctique et plus précisément de la région méditerranéenne (sous-régions occidentale) et la région saharo-arabique (sous région saharienne).

Elle appartient au domaine Nord-africain méditerranéen (Maghrébin Méditerranéen). Ce domaine est caractérisé par sa végétation climacique forestière (*Quercetea ilicis* et *Quercetea pubescentis*) s'étendant depuis le niveau de la mer jusqu'aux forêts des hautes montagnes de l'Atlas tellien. Sa végétation potentielle est nettement forestière, mais les types d'écosystèmes forestiers (*Quercetea ilicis*, *Querceto-Cedretalia atlanticae*) et préforestiers (*Pistacio-Rhamnetalia alaterni*) et la flore y varient beaucoup suivant les conditions édaphoclimatiques (Meddour, 2010).

#### **2.1. Les forêts Algériennes**

Ayant subi diverses formes de mutilations (colonialisme, action anthropique marquée), la superficie forestière en Algérie se cantonne à l'heure actuelle à environ 2 millions d'hectares soit 7% de la couverture nationale (DGF, 2003).

Selon la DGF (direction générale des forêts) en 2002, la superficie forestière en Algérie varie selon les considérations dont on tient compte. En effet, si l'on associe les forêts et maquis ensemble, dans la catégorie des formations forestières, nous trouvons qu'elles couvrent une superficie de 4,1 millions d'hectares. Cette dernière est répartie comme suit : 1 500 000 ha de forêts proprement dites, 1 876 000 ha de maquis et 727 940 ha constituent les reboisements réalisés depuis l'indépendance en 1962.

Sur la base de la littérature forestière telle que Boudy (1955) ; Seigue (1985) ; Ghazi et Laouati (1997) et DGF(2007), les superficies des principales essences forestières sont récapitulées dans le tableau 01 ci-après.

La comparaison des données dans le tableau ci-dessous entre celles de la Direction Générale des Forêts (2007) et celles les plus anciennes met en évidence la stabilité et la progression des surfaces de pin d'Alep. Par contre, les superficies des formations de chêne liège, de chêne vert, de chêne zeen et afarès ont considérablement diminué. Les eucalyptus introduits dans le Nord et surtout à l'Est du pays constituent le premier groupe des forêts dites économiques totalisant une superficie de 43 000 ha (DGF, 2007) à travers toute l'Algérie.

**Tableau 1 : Superficie des principales essences forestières (ha) en Algérie**

| Essences forestières | 1955<br>(Boudy) | 1985<br>(Seigue) | 1997<br>(Ghazi et Laouati) | 2007<br>(DGF) |
|----------------------|-----------------|------------------|----------------------------|---------------|
| Pin d'Alep           | 852000          | 855000           | 800000                     | 881000        |
| Chêne liège          | 426000          | 440000           | 463000                     | 229000        |
| Chêne vert           | 679000          | 680000           | 354000                     | 108000        |
| Chêne zéen et afarès | -               | 67000            | 65000                      | 48000         |
| Genévriers           | 279000          | -                | 217000                     | -             |
| Thuya de Berbérie    | 157000          | 160000           | 143000                     | -             |
| Cèdre de l'Atlas     | 45000           | 30000            | 12000                      | 16000         |
| Pin maritime         | -               | 12000            | 38000                      | 31000         |
| Spin de Numidie      | -               | 300              | -                          | -             |
| Maquis               | 780000          | -                | -                          | 1662000       |

## 2.2. Localisation et répartition

### 2.2.1. Répartition géographique

La forêt algérienne de type méditerranéen est localisée entièrement sur la partie septentrionale du pays et limitée au sud par les monts de l'Atlas saharien. Elle est inégalement répartie suivant les différentes régions écologiques, ce qui leur confère des taux de boisements très variables. En effet, ces taux décroissent d'Est en Ouest et du Nord au Sud plus particulièrement.

La forêt algérienne est constituée par une variété d'essences appartenant à la flore méditerranéenne, leur développement est lié essentiellement au climat. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral, le faciès forestier change au sud du pays. On peut distinguer deux principales zones bien différentes (Ouelmouhoub, 2005).

- Le littoral et surtout les chaînes côtières de l'Est du pays comme : la Grande Kabylie, Bejaia, Jijel, Collo, El Milia, El Kala. Ces régions sont bien arrosées, elles comportent les forêts les plus denses et les plus belles. C'est l'aire de répartition de deux essences principales, à savoir : le chêne liège et le chêne zéen.
- Les hautes plaines continentales, plus sèches représentent dans leurs parties accidentées de grands massifs de pin d'Alep et de chêne vert (Aurès, Djelfa et Saïda).

### **2.2.2. Répartition par essence**

Concentrée surtout dans l'Algérie du nord, la forêt est très inégalement répartie sur l'ensemble de cette partie du territoire. De façon générale, les principales essences couvrent 1 491 000 ha, elles se répartissent en deux principaux groupes (DGF, 2007), à savoir :

- Forêts d'intérêt économique constituées par : les résineux (pin d'Alep, pin maritime et cèdre) et les feuillus (chêne liège, chêne zéen et afarès, eucalyptus) ;
- Forêts de protection composées de chêne vert, thuya et genévriers.

## **II. Principaux types de formations végétales et étages de végétation**

### **1. Types de formations végétales**

Sur le plan physiognomiques diverses définition sont admises pour définir les types de végétation, ainsi, selon Ionesco et Sauvage (1962), les types de végétation sont «de grands ensemble végétaux qui impriment en paysage une physionomie particulière, parce qu'ils résultent de l'accumulation d'espèces végétales spécifiquement variées mais appartenant, en grande majorité à une même forme biologique qui est ainsi dominante ».

Les principaux types de végétation et leur classification ont fait l'objet de plusieurs études. Pour décrire les types de végétation observée, nous nous sommes inspirés des classifications établies par Ionesco et Sauvage (1962) et Le Houérou et al (1995), cette classification est basée sur des critères tels que la répartition horizontale, verticale et la densité des individus.

#### **1.1. Forêt**

C'est une formation végétale arborescente dont la hauteur est de sept mètres au minimum, avec une densité des arbres d'au moins cent arbres à l'hectare. Selon la structure

horizontale et en fonction de la densité des arbres, on distingue ; forêt dense (recouvrement > 75%), forêt claire (recouvrement entre 50 et 75%) et forêt trouée (recouvrement entre 25 et 50%) (Donadieu, 1985). Cependant, selon la nature des espèces arborescentes dominantes, on distingue dans la région méditerranéenne ; forêts de conifères, forêts caducifoliées, forêts sclérophylles et les forêts hygrophiles (Quézel, 1976).

### 1.2. Matorral

Selon le Houérou et al. (1995) et Donadieu (1985), le matorral «est une formation à végétaux ligneux n'excédant pas sept mètres de hauteur et dérivant toujours directement ou indirectement d'une forêt climatique par dégradation anthropozoogène ». Ces auteurs distinguent :

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

La structure permet aussi de distinguer quelques cas particuliers de matorral (Ionesco et sauvage, 1962) : matorral arboré, matorral à xérophytes épineux. Ce dernier a pris plusieurs appellations ; pelouses écorchées (Barbero et al. 1971 et 1975), matorral bas à xérophytes épineuse en coussinet (Le Houérou et al, 1995), garrigue à xérophytes épineux en coussinet (Quézel, 1957) ou pâturage l'écorche (Maire, 1926 in Gharzouli, 2007). Ce sont des mosaïques de « pelouses mésophiles à xérophiles, de plage et sols dénudés et de xérophytes épineux en boule, localement arborées ou arbustives » (Donadieu, 1985).

### 1.3. Maquis

Le maquis est une formation végétale arbustive généralement fermée (souvent à base d'Ericacées et de Cistacées), résultant de la régression, le plus souvent par incendie ou surpâturage, de la forêt sur sol généralement acide. (Définition d'après le vocabulaire de typologie des stations forestières édité par l'Institut pour le développement) (Forestier, 1976).

Le maquis est une formation d'arbustes et d'arbrisseaux ligneux dont la hauteur est supérieure à 1,50 m et n'excède pas 4m, ramifiés dès la base, relativement dense dont la structure et la composition sont en équilibre avec les conditions édapho-climato-anthropozoogènes. (Benabdeli, 1996)

### 1.4. Garrigue

La garrigue est une formation végétale plus ou moins ouverte, composée en grande partie d'arbustes, d'arbrisseaux et de sous-arbrisseaux, résultant de la régression de la forêt

méditerranéenne, le plus souvent par incendie ou surpâturage, sur sol généralement non acide (définition d'après le vocabulaire de typologie des stations forestières édité par l'Institut pour le Développement) (Forestier 1985 in Reguig, 2010). Formation basse dont la hauteur moyenne est inférieure à 1,50 m où dominent les espèces de la strate sous-arbustive, caractérisée par des espèces forestières et pré forestières ligneuses indicatrices de conditions particulières de dégradation (Benabdeli, 1996).

#### **1.5. Buisson**

Vocabulaire dont la signification est assez particulière, très représentatif de stades de dégradation du maquis essentiellement, il est constitué espèces du maquis n'ayant pu atteindre une hauteur leur permettant de se classer dans cette formation (Benabdeli, 1996).

#### **1.6. Broussaille**

Végétation touffue des terrains incultes composée d'arbustes et de plantes rabougries, rameuses et épineuses (Benabdeli, 1996 in Boudy, 1950). L'Algérie répartissait les broussailles en deux catégories :

Les broussailles proprement dites (terrains où les tâches d'essences secondaires occupent plus de la moitié de la surface) et les terrains de parcours broussailleux (le sol nu est couvert espèces herbacées est dominant). Il souligne que: "La broussaille, même la plus basse, n'est généralement qu'une forme particulière et transitoire de la forêt ". (Benabdeli, 1996).

#### **1.7. Erme**

Le terme de pelouses peut être réservé à la végétation herbacée non fauchée. En pays sec, elle prend l'allure steppique et les Provençaux emploient le terme d' « Erme ». (H. Gaussen in Reguig, 2010). C'est une formation herbacée avec un cycle saisonnier très marqué, on ne parle d'erme que si elle est issue de la dégradation de la forêt, On distingue : erme herbacée, erme arborée. (Belhattab, 1989).

#### **1.8. Pelouses**

Ce sont, en général, des «formations basses inférieurs à 0.30 m dominées par les hémicryptophytes, les chaméphytes herbacées et les géophytes et dont le rythme de production saisonnier est d'autant plus marqué que la sécheresse édaphique est plus longue ». (Le Houérou et al, 1975).

#### **1.9. Prairies**

Ce sont des formations herbacées, à recouvrement proche de 100%, à base d'hémicryptophytes et des géophytes mésophile et hygrophiles (en particulier de graminées et de cypéracées (Ionesco et sauvage, 1962 ; Houérou et al 1975).

### 1.10. Steppes

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

### 2. Les étages de végétations

Les forêts du monde particulièrement les forêts méditerranéennes ont tendance à s'organiser en niveaux altitudinaux ou étages de végétation successifs. Cette zonation altitudinale répond essentiellement à des critères thermiques (particulièrement  $m$ ) (Quézel et Médail, 2003). Selon, la terminologie proposée par cet auteur et en fonction des critères thermiques les étages de végétation sont :

- **L'étage infra-méditerranéen** :  $m$  entre  $+7$  et  $+3$  °C, bien représenté en Afrique du Nord. Il s'étend du niveau de la mer jusqu'à 500-600 m d'altitude sur littorale et jusqu'à 1000 m à l'intérieur des terres. L'olivier, le caroubier, le lentisque, le pin d'Alep, pin brutia et le thuya de berberie y dominent.
- **L'étage méso-méditerranéen** : (appelé aussi eu-méditerranéen)  $m$  entre 0 et 3, localisé entre 400-500 m et 800-1000 m d'altitude sur le littorale et le sub-littorale des pays Nord-africains et entre 1200-1400 m plus au Sud dans l'Atlas tellien et saharien. Dans cet étage c'est les forêts des chênes sclérophylles qui dominent, on peut également y trouver les chênes caducifoliés et quelque conifère méditerranéen en bioclimats humides.
- **L'étage supra-méditerranéen** : s'étend entre 400-500 m et 800-900 m et jusqu'à 1400-1500 m en Afrique du Nord, les valeurs du  $m$  sont comprises entre 0 et  $-3$  °C, en bioclimats subhumides les chênes sclérophylles dominent avec un cortège floristique particulier, en bioclimats humides c'est plutôt les chênes caducifoliés qui dominent.
- **L'étage montagnard méditerranéen** : s'étend généralement entre 1600-1800m et 2300-2500 m en Afrique du nord, les valeurs de  $m$  entre  $-3$  et  $-7$  °C. C'est l'étage de développement optimal des conifères méditerranéens (genévrier thurifère, cèdre, sapins méditerranéens et pin noir).
- **L'étage oroméditerranéen** : se trouve au-delà de 2200-2500 m sur les hautes montagnes méditerranéennes ou  $m$  est inférieure à  $-7$  °C. Il est essentiellement

constitué par des formations à xérophytes épineux en coussinets (Quézel et Médail, 2003).

### **3. Cas particulier : Les subéraies**

On désigne par subéraies des peuplements forestiers dominés par le Chêne-liège, en latin *Quercus suber*. Le mot *suber* qui signifie liège, s'est transformé dans les langues des pays d'Oc en *suve*, *siouve* ou *sube* qui se retrouvent dans un grand nombre de toponymes des régions où cet arbre est présent (Amandier, 2002).

#### **3.1. Caractéristiques du chêne liège**

C'est un arbre qui ne dépasse pas les 12 m en France et il peut attendre, avec un âge maximum d'environ 200 ans (Boudy, 1955). Selon Yessad (2000) et Amandier (2002), l'originalité de cette espèce est de produire une écorce épaisse périodiquement récoltable sans trop affaiblir les arbres, fournissant du liège, matériau assez unique pour ses propriétés physiques, chimiques et esthétiques.

Le chêne-liège est une essence héliophile, c'est-à-dire de pleine lumière et exigeant une forte insolation le chêne-liège est thermophile. Il pousse donc sous des climats tempérés (températures moyennes annuelles comprises entre 13 et 16°C) à hivers doux, car il craint les fortes gelées persistantes et a besoin d'une période de sécheresse en été pour prospérer (on peut observer des lésions irréversibles sur les feuilles à partir de (-5°C). En France, cela limite sa distribution à une altitude de 700 m mais il peut monter jusqu'à 1000 m dans les régions chaudes (Maghreb), voire 2000 m dans l'atlas marocain et algérien (Hedidi, 2009).

L'humidité est également un facteur limitant car bien qu'étant xérophile, le chêne liège nécessite une humidité atmosphérique d'au moins 60% même en saison sèche et d'une pluviométrie allant de 500 à 1200 mm par an. Ces conditions ne se rencontrent que près de la mer en région méditerranéenne et jusqu'à 200 ou 300 km à l'intérieur des terres sur la façade atlantique. Ces exigences varient néanmoins selon les particularités des stations qu'il colonise : exposition (nord/sud), topographie (sommet, fond de vallon), proximité de la mer.

Le dernier facteur n'est pas le moindre, il s'agit du sol. Le chêne-liège est une espèce calcifuge stricte se plaisant sur tous les substrats siliceux et acides (schistes, grès, gneiss, granite) et craignant l'hydromorphie. Il s'accommode de sols peu fertiles, superficiels ou lourds (riches en argiles), mais recherche plutôt des textures légères (stables), bien aérées et riches en matière organique (Hedidi, 2009).

#### **3.2. Les subéraies dans la méditerranée**

Le chêne-liège est une essence endémique du domaine méditerranéo-atlantique du bassin méditerranéen. Il est présent en Méditerranée Occidentale depuis plus de 60 millions d'années. Son aire de répartition s'est fortement réduite suite à des fortes variations climatiques et surtout de l'action anthropique de cette longue période (Benabdi, 1989).

Le chêne liège occupe une place bien particulière au sein de la forêt méditerranéenne ; il couvre une superficie totale d'environ 2,7 millions d'hectare. Le tableau 2 ci-dessous présente les superficies du chêne liège dans le monde selon différents auteurs, dont on remarque que les subéraies européennes possèdent les 2/3 de la subéraie mondiale, dont seul le Portugal occupe 30%. Par contre, les subéraies maghrébines occupent le reste de la superficie (1/3) dont la moitié est localisée en Algérie (DGF, 2007).

**Tableau 2 : Superficie (ha) occupées par le chêne liège dans différents pays et selon de nombreux auteurs.**

| Auteurs<br>Pays | Saccardy<br>(1937) | Nativdade<br>(1956) | Seigue<br>(1985) | Veillon<br>(1998) | Yessad<br>(2000) | Santos<br>et al<br>(2008) |
|-----------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| Portugal        | 60000              | 765000              | 600000           | 60000             | 605000           | 862000                    |
| Espagne         | 340000             | 350000              | 365000           | 340000            | 352000           | 725000                    |
| France          | 150000             | 149000              | 54000            | 70000             | 56500            | 44000                     |
| Italie          | 75000              | 107000              | 70000            | 70000             | 70000            | 99000                     |
| Algérie         | 444000             | 426000              | 440000           | 200000            | 450000           | 375000                    |
| Maroc           | 300000             | 360000              | 320000           | 300000            | 345000           | 440000                    |
| Tunisie         | 140000             | 114000              | 45000            | 100000            | 90000            | 144000                    |
| Total           | 2045000            | 2271000             | 1894000          | 1680000           | 1968500          | 2689000                   |



**Figure 1: Carte de répartition de chêne liège dans le monde**

(<http://www.institutduliege.com>)

**3.3. Les subéraies en Algérie**

Les principales subéraies algériennes sont localisées dans le Tell Oriental, situées essentiellement en zones subhumides et humides au Nord-est de l'Algérie jusqu'à la frontière tunisienne (Zeraia, 1982).

Le chêne liège s'étend d'une manière assez continue le long de la zone littorale et le reste est disséminé sous forme d'îlots de moindre importance dans la partie Ouest (Khelifi, 1987). Elles se répartissent à travers 22 wilayas (fig2.).



**Figure 2: Aire de répartition du chêne liège en Algérie (DGF, 2003)**

**3.4. Perturbations de la végétation des subéraies**

Au terme générale, et d'après FAO (2001), la dégradation est un processus de changement au sein de la forêt qui affecte négativement ses caractéristiques. La conjugaison de diverses caractéristique "qualité de la forêt" peut être exprimés comme la structure ou fonction qui détermine la capacité de fournir des produits et/ou services forestiers (FAO, 2001). Or, les facteurs de dégradation des subéraies sont multiples et interférant entre eux : les conditions climatiques particulière comme les épisodes de sécheresses excessives, vents (Guillaumin et al., 1985 ; Garrec, 1994 ; Douzon, 2004), le vieillissement des peuplements, répétition des incendies, surpâturage, l'absence d'entretien et de soins cultureux, l'accumulation au fil du temps de blessures de récolte, l'absence de

régénération, (Garolera, 1988 ; Garrec, 1994 ; Lieutier et al.,1994; Sebei et al.,2004 ; Messaouden et al.,2006).

### **3.4.1. L'incendie**

Le facteur de dégradation le plus redoutable des subéraies algérienne et méditerranéenne est, sans conteste, l'incendie (Madoui, 2002). En Algérie, les premiers incendies remontaient à 1860 avec 2500 ha de chêne liège concédés brûlés. Depuis, des incendies catastrophiques avaient été rapidement multipliés en 1863 en ravageant 45000 ha à l'extrême est du pays. Ensuite, d'importants autres foyers se reproduisaient de la même ampleur entre 1865 et 1871 (Puyo, 2013). Jusqu'au milieu du XXème siècle, ce même auteur a noté des bilans lourds sur les superficies forestières de chêne liège de Souk-Ahras ravagées par les feux récurrents de l'ordre de 65000 ha de 1902 à 1935 et 44 000 ha de 1936 à 1955.

Après l'indépendance, les feux continuent à parcourir presque annuellement des surfaces variables de forêts notamment de chêne liège. Ainsi, les statistiques données par la Direction Générale des Forêts (DGF) pour une période de 27 ans (1985-2012), montrent que les incendies de forêts ont ravagé une surface totale en chêne liège d'environ 200 000 hectares.

Les incendies catastrophiques sont enregistrés plus particulièrement en été 1994 atteignant une surface record de 63 328 hectares. D'autres de gravité moindre sont notés en 1990, 1993, 2000 et le dernier en été 2012. Dans cette année, la surface brûlée en chêne liège a atteint un chiffre de 17512 hectares ce qui représente 34 % de la surface forestière totale (Abbas, 2013). Vingt zones subéricoles ont été parcourues par cet incendie dont quatre ont été sévèrement touchées sur quelques milliers d'hectares comme Jijel qui occupe le premier rang (6803 ha), Tizi Ouzou (4570 ha), Bejaïa (2400 ha) et Guelma (1075 ha) et sept autres zones sur quelques centaines notamment Skikda et Annaba (600 ha) et El Tarf (456 ha).

Le chêne liège a un comportement particulièrement exceptionnel contre les feux de forêts, grâce à son écorce qui joue un rôle d'un excellent isolant thermique. Mais, le liège ne protège l'arbre que si son épaisseur est suffisamment épaisse, soit plus de 8 – 10 mm (Beltran, 2004 ; Ben Jamaa et Abdelmoula, 2004 ; Ghalem, 2006). En outre, l'arbre possède une grande capacité de reconstituer son houppier après le passage de l'incendie grâce aux nombreux bourgeons dormant situé sous le collet (Beltran, 2004). Le sous-bois est par contre très inflammable, mais il est capable de recoloniser la subéraie à nouveau en

développant un matorral très dense parfois impénétrable. Lorsque le passage du feu sera fréquent la structure devienne très simple (Trabaud, 1980 ; Duboi, 1990 et Haou, 1999).

#### **3.4.2. Le surpâturage**

Le surpâturage est devenu au cours de ces dernières décennies l'un des facteurs les plus marquants de la dégradation des subéraies, à cause de la charge excessive en bétail exercée sur la forêt (Hasnaoui et al, 2006). Il entraîne des conséquences graves à la fois mécaniques (tassement du sol, asphyxie des racines) et écologiques ; modification de la composition floristique des groupements végétaux et la régression de certains taxons voire même leur disparition (Bouazza et Benabadji, 1998). Le pâturage intensif est donc la cause principale de l'évolution des espaces forestiers vers parfois les formations matorrals (Bouazza et al, 2001).

#### **3.4.3. Défrichement**

Si les défrichements ont existé depuis l'époque romaine, ils se sont accélérés durant la colonisation française et continuent de se pratiquer de nos jours. De 1893 à 1941, le domaine forestier en Algérie a perdu 116 000 ha de forêts au profit de l'extension des cultures coloniales (FAO, 2000). A partir d'une forêt initiale, le labour pour gagner des terrains de culture a été pendant des siècles un facteur d'évolution régressive (Amandier, 2002).

Actuellement, les populations riveraines, privées de terres agricoles ou voulant étendre leurs terrains situés à proximité des subéraies, procèdent au labour dans les différents niveaux de la forêt : lisières, clairières,...etc. Les déboisements sont effectués aussi pour satisfaire notamment les besoins croissants des riverains en matière de bois de chauffage (Berriah, 2014).

#### **3.4.4. Les ennemis naturels**

La combinaison de tous les facteurs cités auparavant, contribue à un affaiblissement général des arbres qui deviennent alors la cible des insectes ravageurs et champignons phytopathogènes (Du Merle et Attie, 1992 ; Sebei et al. 2001 ; Douzon, 2004).

Parmi les insectes les plus fréquemment rencontrés nous citons : les défoliateurs (*Lymantria dispar* et *Tortrix viridana*), les xylophages (*Cerambyx cerdo*, *Platypus cylindrus*), les insectes corticaux ; la fourmi du liège (*Crematogaster scutellaris*), les Vers blancs attaquant les racines et le dévastateur des glandées (*Balaninus elephas*), (Abgrall et Soutrenon, 1991 ; Du Merle et Attie, 1992 ; Khous, 1993 ; Villemant et Fraval, 1993).

Parmi les champignons qui attaquent les tissus internes du chêne liège, *Hypoxylon mediterraneum*, *Botryosphaeria stevensi* (*Diplodia mutila*) et *Phytophthora cinnamomi* (Abgrall et al, 1991 ; El Antry et al, 2001).

### **III. Multifonctionnalité de la forêt**

Les rôles de la forêt sont multiples, ils ont été variés au fil du temps, et leur importance relative diffère encore, en fonction des zones géographiques, des traditions forestières des régions et du degré de richesse des pays en matière de ressources forestières (FAO, 1993). La hiérarchisation des rôles affectés aux forêts est donc liée au développement social et économique des régions.

En Algérie, et malgré la forte dégradation du patrimoine forestier, la forêt joue un rôle important ; elle assure plusieurs fonctions, que nous avons classées en fonctions : économique, écologique et socioculturelle.

#### **1. Fonctions économiques**

De manière générale, la production de matières premières est un des rôles les plus anciens de la forêt et qui reste primordial. Toutefois, on peut répartir les fonctions économiques de la forêt en produits et services.

##### **1.1. Les produits**

Les produits de la forêt algérienne sont essentiellement : le bois, le liège et divers sous-produits (FAO, 2000).

###### **1.1.1. Bois**

Le bois, comme combustible, comme matériau propre à la construction et à l'ameublement (bois d'œuvre) ou alors le bois comme matière première approvisionnant une chaîne d'industries de transformation, tient une place souvent sous-estimée dans les économies nationales. Le bois « industriel » dans tous ses degrés de transformation, a un poids important, que ce soit en termes d'emplois, en termes de valeur ajoutée par rapport au produit national brut, ou en termes d'incidence sur les balances commerciales (FAO, 2000). De par sa nature et les espèces méditerranéennes qui lui donnent le cachet forestier, la forêt algérienne ne fournit pas une grosse quantité de bois (Seigue, 1985 ; Mezali, 2003).

###### **1.1.2. Liège**

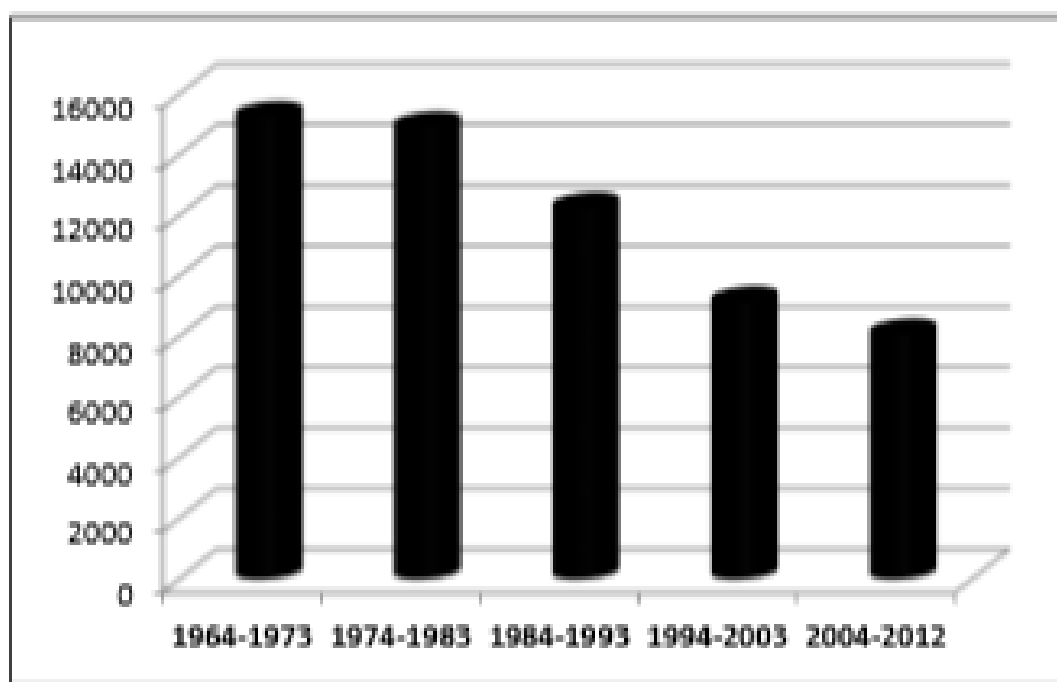
Par ses propriétés physiques et mécaniques, le liège occupe une place importante dans l'économie industrielle. Il est utilisé fréquemment dans :

- L'emballage et plus particulièrement pour boucher les récipients contenant des liquides. Le bouchon en liège a trouvé sa véritable fonction surtout au niveau des bouteilles.
- Le bâtiment, il est employé comme produit isolant de premier ordre pour les terrasses et parois. Ses qualités d'imputrescibilité et d'élasticité lui confèrent un bon comportement au feu ; il constitue de ce fait un indice de qualité et de confort dans la construction.
- La chaussure, pour la fabrication de semelles apparentes ou intérieures ; il est vivement conseillé pour la fabrication de chaussures orthopédiques.
- L'industrie, utilisée comme joint dans l'industrie mécanique et des fluides, de même que dans l'isolation antivibratoire lors de l'installation d'équipements.

En Algérie par exemple, la production nationale connaît actuellement des fluctuations alarmantes résultant de la situation sylvicole et forestière qui règne dans nos subéraie due principalement aux incendies de forêts récurrents mais aussi au vieillissement des peuplements, l'enrésinement, l'absence de travaux sylvicoles, l'embroussaillage, l'abandon des forêts, manque de plans de gestion subériques, mauvaise exploitation du liège.

Cette oscille en moyenne entre 15000 tonnes (1964-1973) et 8000 tonnes au cours de la dernière décennie (2004-2012) (Dehane et al, 2013) comme le montre la figure ci-dessous.

Ces dernières années (2009-2012), le volume annuel en liège est très réduit et loin de la moyenne décennale. En effet, le bilan des récoltes durant cette période ont donné des productions variant entre 3 et 5000 tonnes/an. Cette très faible production ne couvre même pas la moitié des besoins des usines de transformation du liège installées en Algérie. Certaines fonctionnent qu'à niveau très bas et d'autres ont malheureusement cessé de travailler en 2013 par manque de cette matière première (Berriah, 2014).



**Figure 3 : Evolution décennale de la production du liège en Algérie (Volume moyen annuel en tonnes) (Berriah, 2014).**

### **1.1.3. Sous-produits**

En plus des principaux produits (bois et liège), la forêt algérienne recèle des potentialités en divers produits qui, pour peu qu'ils soient rationnellement valorisés, pourraient contribuer sensiblement au développement de l'économie locale et nationale et assurer une augmentation substantielle des revenus des populations concernées. Les principaux produits sont : le charbon de bois, la souche de bruyère, la transformation du bois de certaines espèces arbustives comme la filaire, l'arbousier, l'oléastre, les glands de chênes, les plantes médicinales et aromatiques (myrte, lavande, lentisque, ciste, ...).

## **1.2. Les services**

### **1.2.1. Pâturage**

La forêt méditerranéenne produit des ressources végétales qui peuvent constituer un pâturage pour les animaux : herbes mais aussi fruits et feuilles des arbres et arbustes. Ces ressources sont présentes en période de pénurie, ce qui les rend complémentaires avec les autres ressources pastorales. Ainsi, la présence de bétail en forêt est un facteur important d'évolution des peuplements forestiers. Il affirme que l'existence d'espèces ligneuses à usage multiple, sous-entend la combinaison de deux systèmes de productions établis par l'homme : celui de la production ligneuse affecté aux forestiers et celui de la production animale consacré aux éleveurs. L'existence simultanée des deux systèmes permet d'assurer

la protection et/ou la production des forêts et la reproduction animale, dans le sens où un pâturage raisonné contrôle le sous-bois herbacé et arbustif et préserve la forêt contre les risques d'incendies, il contribue de ce fait à son maintien et sa pérennité afin qu'elle assure ses fonctions normalement. A l'inverse, la végétation indésirable pour les forestiers constitue une ressource importante pour l'élevage à certaines périodes de l'année (Hettier et Lilin, 1989 ; Kadik, 1987).

### **1.2.2. Tourisme et paysage**

Il est clair que la forêt contribue davantage à la beauté des paysages et à l'expansion des activités touristiques. Le développement du tourisme est susceptible d'apporter des recettes non négligeables et d'assurer une part importante du PIB. Dans les régions ensoleillées et tièdes, comme les rivages méditerranéens, le touriste venu parfois de très loin recherche à la fois l'air, l'eau et l'ombre des forêts.

En Algérie, le tourisme en forêt connu une amélioration satisfaisante ces derniers temps après une perturbation voire une régression énorme, conséquence de la conjoncture sécuritaire vécue au cours des années 90.

## **2. Fonctions écologiques**

Il est évident que les forêts recèlent une diversité biologique importante par la faune et la flore qu'elle abrite, ce qui lui confère un rôle de conservation important (Montgolfier, 1985). Par ailleurs, la forêt est une composante des équilibres écologiques, elle intervient pour réguler les fluctuations de nombreux facteurs de l'environnement global et pour le protéger contre les agressions déstabilisantes (FAO, 2000).

- Sur le plan climatique, la forêt atténue l'évapotranspiration, modère la vitesse des vents et favorise les précipitations ;
- Elle intervient sur la qualité de l'air, en épurant ce dernier par la fixation de polluants (recyclage) et en le purifiant par diffusion d'essences et de composés volatiles ;
- Régulation du débit d'eau d'une part à travers la réduction du ruissellement et l'augmentation du temps de concentration des bassins versants et d'autre part en favorisant l'infiltration des précipitations excédentaires ;
- Sur le plan édaphique, la forêt permet le maintien des sols, elle assure une protection physique et une stabilisation en diminuant le risque d'érosion des crues torrentielles et les chutes de pierres. En interceptant les pluies, la partie aérienne des arbres brise la force vive de cette eau et en retient une partie qu'elle relâche

progressivement, l'impact de la goutte atténuée est que le tassement du sol sera réduit et l'infiltration sera réalisée de façon aisée.

### **3. Fonctions socioculturelles**

La forêt est omniprésente dans l'histoire et la vie des sociétés pour lesquels elle est à la fois un élément du patrimoine culturel collectif, une composante essentielle des paysages et un lieu de détente (FAO, 2000). Elle est le lieu de promenades, chasses, cueillettes de champignons, courses d'orientation, équitation, et les nouveaux sports tout terrain etc.

Outre les loisirs, le milieu forestier méditerranéen constitue une source de vie pour les populations riveraines qui vivent aux alentours. Afin de subvenir à leurs besoins, ils exploitent la forêt pour se procurer du bois de chauffage, faire pâturer leurs animaux ou encore tirer profit des divers sous-produits dont la vente leur permet de gagner des revenus. Le développement de ces formes de fréquentation de la forêt peut être extrêmement positif, en permettant une meilleure connaissance de ce milieu. Mais les contraintes qui pèsent sur les forêts sont souvent très importantes qui menacent sa stabilité et peut conduire parfois à des dégradations irréversibles.

Pour cela, certaines de ces fréquentations demandent des aménagements spécifiques pour être mieux pratiqués (balisage, parcours de repos,...) ou afin d'éviter des destructions trop importantes (clôtures de protection des zones de régénération, barrières interdisant l'usage motorisé de certains chemins...). Notons enfin que la forêt offre un milieu favorable aux scientifiques et aux chercheurs qui engagent leurs recherches sur diverses problématiques liées au milieu forestier.

## **IV. La méthode phytoécologique**

### **1. Définition**

C'est l'étude des rapports entre le climat, le milieu et la végétation. L'étude phytoécologique traduit la combinaison, ou les relations entre la végétation et les facteurs écologiques qui jouent un rôle actif dans sa distribution et son développement. Il y a donc trois phases l'une qui consiste à déterminer les types de végétation l'autre qui recense les facteurs actifs du milieu, et la dernière à identifier les liaisons espèces facteurs. (Mediouni et Yahi N., 1994). L'étude phytoécologique représente un maillon indispensable pour la connaissance de milieu et de la végétation. Donc la composition floristique est en corrélation étroite avec le type d'environnement.

### **2. Notion de relevé phytoécologique**

Un relevé phytoécologique est un ensemble d'observations écologiques et phytosociologiques qui concernent un lieu déterminé. Pour ce la, les relevés de la zone

d'étude passe d'abord par une description du milieu biotique (les espèces végétales rencontrées et leur recouvrement) et abiotique (variables écologiques : les pentes, l'exposition, les caractères édaphique) (Rameau, 1988).

### **3. Les facteurs écologiques**

L'étude des mécanismes d'action des facteurs écologiques, encore dénommée écologie factorielle, constitue une étape indispensable pour la compréhension du comportement et des réactions propres aux organismes, aux populations et aux communautés dans les biotopes auxquels ils sont inféodés. Il faut cependant tenir présent à l'esprit que, quel que soit le niveau d'organisation auquel on se place, ces facteurs n'agissent jamais isolément car les êtres vivants sont toujours exposés de façon simultanée à l'action conjuguée d'un grand nombre de facteurs écologiques dont beaucoup ne sont pas constants, mais présentent d'importantes variations spatiotemporelles (RAMADE, 2003).

#### **3.1. Facteurs édaphiques**

Les sols constituent l'élément essentiel des biotopes propres aux écosystèmes continentaux. Leur ensemble, dénommé pédosphère, résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques : l'atmosphère et les couches superficielles de la lithosphère. La formation des sols représente un processus complexe consistant en la transformation des roches situées à la surface de la croûte terrestre (roches mères) par effet conjugué des facteurs climatiques et des êtres vivants. Les sols résultent de l'action extrêmement intriquée et complexe des facteurs abiotiques et biotiques qui conduit à l'élaboration d'un mélange intime de minérales et organiques provenant de la décomposition des êtres vivants après leur mort et de leurs excréta ( litière, racines morte, cadavres d'animaux, fèces, etc.) (Donahue, 1958).

#### **3.2. Facteurs topographiques**

##### **3.2.1. Pente**

Les pentes jouent un rôle très important dans le développement de la végétation. Elles influent sur la genèse des sols, la migration des éléments par lessivage oblique, le ruissellement et bilan hydrique, l'enracinement des essences forestières. Au plan purement forestier, elle conditionne certains aspects de la création des infrastructures (Mediouni et Yahi N, 1994).

##### **3.2.2. Exposition**

L'exposition est importante par son déterminisme microclimatique. Elle intervient dans :

- La distribution quantitative des pluies.
- La durée de l'enneigement.

- La réception des vents chauds et siroco.
- La réception des vents humides.
- Le microclimat lumineux.

### **3.2.3. Altitude**

L'altitude a aussi une importance dans la distribution des individus d'association.

Et elle intervient aussi sur :

- La distribution quantitative des pluies.
- Changement de température.
- La réception des vents

### **3.3. Facteurs climatiques**

L'étude climatique permet de connaître et analyser, les différents facteurs climatiques sur les milieux notamment agricoles ou forestiers. Parmi ces facteurs la température, les précipitations, l'humidité relative, la lumière, les vents, l'enneigement et les gelées.

Ces facteurs sont permis de mettre en évidence les potentialités hydriques notamment les tranches pluviométrique et sa répartition dans l'année. Et ces facteurs sont influents sur la composition floristique et la distribution végétales. Parce que chaque espèce végétale a un intervalle climatique et dans un étage bioclimatique. Donc il y a une relation entre l'association végétale et les facteurs climatiques. On peut distinguer parmi les facteurs climatiques un ensemble de facteurs énergétiques, constitués par la lumière et les températures, des facteurs hydrologiques (Précipitation et hydrométrie), des facteurs mécaniques (vent, enneigement). (Ramade, 2003)

### **3.4. Facteurs biologiques ou paramètres biologiques**

#### **3.4.1. Richesse spécifique de la flore**

##### **3.4.1.1. Définition**

La richesse spécifique de la flore correspond au nombre d'espèces (phanérogames) présentes sur un site donné. C'est la mesure de la richesse taxonomique (diversité) d'une communauté la plus couramment employée. Il s'agit de rechercher la liste d'espèces établies par le passé sur des stations, si possible géoréférencées, qui pourrait servir de listes de référence dans l'observatoire (Huston, 1994).

##### **3.4.1.2. Objectifs**

Il s'agit de suivre l'évolution du nombre d'espèces, en particulier des espèces pérennes. En effet le recours privilégié aux espèces pérennes, considérées comme

susceptibles de contribuer au mieux à la stabilité des écosystèmes des zones arides et semi-arides, se révèle être pertinent pour juger de la perte ou du gain de diversité.

#### **3.4.1.3. Principe et traitement des données**

La prise en compte du nombre d'espèces annuelles, parfois caractéristiques de certains stades de la succession, permet de compléter le diagnostic concernant la diversité globale des systèmes écologiques.

Le traitement des données se déroule comme suit :

- La richesse spécifique totale (nombre total d'espèces) est calculée pour chaque station, ainsi que la richesse en espèces pérennes et annuelles;
- L'analyse de variance est utilisée pour comparer les moyennes de la richesse en espèces pérennes d'une part et en espèces annuelles d'autre part sur une station permanente au cours du temps et entre différentes stations permanentes le long de gradients environnementaux.

Si les différences statistiques sont significatives, chaque descripteur est validé en tant qu'indicateur potentiel.

#### **3.4.1.4. Intérêt et limites**

L'intérêt d'une telle étude est de permettre la surveillance de l'évolution de la richesse spécifique, en distinguant les pérennes (garantes de la stabilité des écosystèmes) des annuelles (éventuel phénomène de thérophytisation, réputé être positivement corrélé avec la dégradation des terres). La perte de diversité dans les deux catégories de végétaux (pérennes et annuels) peut servir d'indicateurs d'alerte.

Cependant, l'expertise scientifique d'un botaniste compétent est requise. En outre, ce descripteur de la composition est semi-quantitatif et ne permet pas d'avoir une idée précise de la structure de la phytocénose. Il doit donc être complété par un ou plusieurs descripteurs quantitatifs (ex : fréquences spécifiques, recouvrement de la végétation, etc.) (Huston, 1994).

### **3.4.2. Recouvrement de la végétation et phytovolume sur stations permanentes**

#### **3.4.2.1. Définition**

Le recouvrement de la végétation correspond au recouvrement de l'ensemble des espèces végétales présentes en un site donné. Le phytovolume est ici considéré dans le sens de l'encombrement aérien, c'est-à-dire qu'il désigne la portion du volume d'espace occupée par l'espèce ou les espèces végétales présentes.

#### **3.4.2.2. Objectifs**

Le recouvrement de la végétation est un descripteur essentiel pour l'évaluation de l'état relatif d'un écosystème et pour l'estimation de la disponibilité en ressources végétales. Il participe à la fixation et au maintien du sol (et du carbone), favorise l'installation des espèces et un meilleur bilan hydrique, limite l'érosion et constitue, pour les régions concernées, une part importante de la ration alimentaire des herbivores domestiques. L'évaluation du recouvrement de la végétation étant, dans certaines limites, possible à partir des données satellitaires (indices de végétation), ce paramètre permet donc les changements d'échelle ainsi que le suivi spatio-temporel des ressources végétales (Roux G et Roux M., 1967).

### 3.4.2.3. Principe

Il s'agit de mesurer la fréquence de chaque espèce présente dans la station permanente. Ces données peuvent être récoltées à différentes saisons et en particulier au moment du pic de végétation. **Unité** : pourcentage.

**Tableau 3: Tableau de recouvrement des espèces végétales**

| Recouvrement de l'espèce                  | Coefficient d'abondance |
|-------------------------------------------|-------------------------|
| Supérieur à 75%                           | 5                       |
| Compris entre 50% et 75%                  | 4                       |
| Compris entre 25% et 50%                  | 3                       |
| Compris entre 5% et 25%                   | 2                       |
| Inférieur à 5%                            | 1                       |
| Très peu abondant                         | +                       |
| Espèce très rare                          | R                       |
| Espèce représentée par un individu unique | I                       |

Les relevés ainsi dressés aident à définir les types de groupements végétaux i = un seul individu présent appartenant au système (catalogue des associations végétales).

### 3.4.2.4. Intérêt et limites

Le couvert des végétaux pérennes est généralement reconnu comme étant le principal indicateur de l'état relatif des systèmes écologiques. L'évaluation du couvert de la végétation est possible, sous certaines précautions concernant les couverts épars, par les traitements d'images satellitaires (indices de végétation), ce qui permet i) d'en analyser l'évolution dans l'espace et dans le temps et ii) d'extrapoler les mesures locales sur la base des cartes issues du traitement d'images.

La mesure du recouvrement végétal ne suffit pas pour qualifier les ressources végétales et leur disponibilité. En effet ce paramètre ne prend pas en compte l'intérêt des espèces en tant que ressources pour un usage particulier (valeur bromatologique ou pastorale, valeur énergétique, etc.).

### **3.4.3. Hauteur des végétaux pérennes sur stations permanentes**

#### **3.4.3.1. Définition et objectif**

La hauteur correspond ici à la hauteur moyenne des végétaux que l'on mesure le long d'une ligne de points-quadrats. La hauteur des végétaux s'avère être un bon descripteur de la plasticité des végétaux puisqu'il permet de rendre compte de leur capacité d'adaptation aux stress et aux perturbations de leur environnement

#### **3.4.3.2. Principe et traitement des données**

Il s'agit de mesurer au point la hauteur (h) maximale de la strate (herbacée H, ligneux bas LB ou ligneux haut LH) interceptée sur les lignes de points-quadrats. **Unité :** en mètres.

Il s'agit de comparer les moyennes de la hauteur (Analyse de variance) :

- Sur une station au cours du temps ;
- Le long de gradients environnementaux.

#### **3.4.3.3. Intérêt et limites**

Cette mesure simple et rapide donne une bonne indication de la réponse de la végétation aux conditions de stress et de perturbation. Ce descripteur doit être corrélé aux niveaux de pression (usages, tels que la pression pastorale), aux variations climatiques, aux conditions édaphiques... L'étude de la densité des individus et de leur port complète utilement ces informations.

### **3.4.4. Densité des espèces pérennes sur stations permanentes**

#### **3.4.4.1. Définition et objectif**

La densité d'un taxon végétal est le nombre d'individus de ce taxon présents par unité de surface. La densité d'individus pérennes est un indicateur important de l'état de l'écosystème. Il peut être avantageusement utilisé en combinaison avec d'autres descripteurs, telle la taille moyenne des individus ou encore le recouvrement. Elle permet également de définir les tendances à l'installation ou à la raréfaction des individus des taxons pérennes et ainsi d'évaluer les tendances évolutives (régénération, dégradation) d'une formation végétale (Médail F, 1996).

#### **3.4.4.2. Principe et traitement des données**

Il s'agit d'effectuer le dénombrement des individus de chaque espèce pérenne dans les stations permanentes de surveillance. Il est également possible d'affiner en distinguant les individus par strates de hauteur ou par classes de phytovolume (par exemple : individu gros, moyen ou petit). Différentes analyses de variance peuvent être entreprises :

- Analyse de la variance de la densité des espèces pérennes sur chaque station permanente au cours du temps ;
- Analyse de la variance de la densité des espèces pérennes le long de gradients environnementaux

#### **3.4.4.3. Intérêt et limites**

Ce descripteur de la structure des écosystèmes permet le postulat suivant : les chances pour une végétale de se restaurer rapidement après une perturbation croît avec la densité des individus d'espèces pérennes présentes à la disparition de cette perturbation. Ce descripteur est donc pertinent pour expliquer les phénomènes de succession végétale, en fonction des facteurs biophysiques du milieu et des facteurs de perturbation (sécheresses prolongées, défrichement, feu, surpâturage, etc.) (Médail F, 1996).

#### **3.4.5. Diversité alpha sur stations permanentes**

##### **3.4.5.1. Définition et objectif**

La diversité alpha est la diversité des espèces dans une communauté – un habitat (Huston, 1994). La richesse spécifique (indice de diversité le plus simple à évaluer) ne suffit pas pour rendre compte de la composition floristique quantitative d'un peuplement végétal. En effet, deux peuplements présentant la même composition floristique (listes floristiques identiques) mêmes espèces) peuvent être caractérisés par des indices de diversité très différents. Un peuplement dont toutes les espèces ont le même nombre d'individus possède la diversité maximale (Barbault, 1995) tandis qu'un le peuplement dont une espèce est majoritairement dominante possède une diversité moindre. L'estimation des modifications de la diversité végétale doit être complétée par l'utilisation d'indices de diversité.

##### **3.4.5.2. Principe et traitement des données**

La diversité alpha pouvant être évaluée grâce à l'emploi d'indices basés sur l'utilisation des données quantitatives. L'on a le plus souvent recours aux fréquences des espèces présentes dans une station permanente donnée (fréquences spécifiques), en particulier au moment du pic de végétation. La première étape consiste à calculer divers indices de diversité :

- **Les indices basés sur la théorie de l'information**

Ces indices supposent que la diversité dans un écosystème peut être mesurée comme l'information contenue dans un message ou un code. L'indice de Shannon-Weaver (Shannon et Weaver, 1949) est l'indice le plus simple dans sa catégorie et, donc, le plus largement utilisé. Cet indice est calculé de la manière suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Avec S = nombre total d'espèces

$p_i = (n_j/N)$ , fréquence relative des espèces

$n_j$  = fréquence relative de l'espèce j dans l'unité d'échantillonnage

N = somme des fréquences relatives spécifiques

Plus la valeur de l'indice  $H'$  est élevée, plus la diversité est grande.

Les structures d'abondance relative des espèces déterminent l'équitabilité ou la composante de dominance de la diversité. Etant donnée une phytocénose constituée de S espèces, la diversité est plus élevée si toutes les espèces S sont bien représentées (équitabilité élevée, faible dominance) que si un petit nombre d'espèces, dites T, sont très communes et que le reste (S - T) sont présentes mais rares (faible équitabilité, forte dominance). L'évaluation de l'équitabilité est utile pour détecter les changements dans la structure d'une communauté et a quelquefois prouvé son efficacité pour détecter les changements d'origine anthropique. La mesure de l'équitabilité correspondant à l'indice de Shannon-Weaver est réalisée selon la formule suivante :

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

#### ▪ Les indices de dominance :

Ce groupe d'indices prend en compte la fréquence mesurée des espèces. Ils accordent plus d'importance aux espèces les plus fréquentes qu'à la richesse spécifique totale. Ils sont donc plus sensibles aux espèces les plus fréquentes qu'à la richesse spécifique totale. Dans ce groupe, l'indice le plus largement utilisé est l'indice de Simpson.

L'indice de Simpson (Simpson, 1949) :

$$D = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

La diversité spécifique est la plus élevée quand l'indice de Simpson est le plus faible. La mesure de l'équitabilité correspondant à l'indice de Simpson est :

$$E = \frac{D}{1 + \frac{1}{S}}$$

La deuxième étape concerne les analyses statistiques proprement dites. Des analyses de variances doivent être entreprises de manière à comparer les moyennes des divers indices calculés caractérisant les stations le long de gradients environnementaux et/ou au cours du temps

#### 3.4.5.2. Intérêt et limites

Ces indices paraissent attractifs à première vue mais ne rendent pas forcément compte de la réalité. La diversité peut être élevée au moment du pic de végétation (grand nombre d'espèces réparties de manière équitable) tandis que le couvert peut être élevé ou faible. La pertinence de ces indices est encore en discussion. Leur utilisation et leur interprétation doivent toujours être couplées à d'autres descripteurs quantitatifs.

#### 3.4.6. Spectres biologiques de Raunkiaer

##### 3.4.6.1. Définition et objectif

Les végétaux peuvent être classés selon leur type biologique «*life form*» déterminé par la morphologie générale de l'espèce, qui exprime en partie son adaptation à l'environnement. Raunkiaer (1934) a défini une classification des types biologiques fondée sur l'adaptation des plantes à la mauvaise saison correspondant soit à la période froide des climats tempérés ou froids, soit à la période sèche et chaude des régions tropicales et méditerranéennes.

Le système de Raunkiaer est basé sur la situation des bourgeons dormants qui assurent la production / reproduction pour la période de végétation suivante. Ce système distingue 5 types principaux de végétaux terrestres :

- **Les phanérophytes et nanophanérophytes** : plantes vasculaires ligneuses dont les organes végétatifs sont placés en hauteur et dont les bourgeons végétatifs sont situés à **25 cm**, ou plus, au dessus du sol. Ces végétaux sont dits 'ligneux hauts' et l'on distingue **les phanérophytes (> 2 m)** et **nanophanérophytes (0.25-2 m)**. Si certaines situations l'imposent, il sera possible de distinguer une catégorie de **mégaphanérophytes (> 8 m)**.
- **Les chaméphytes** : plantes ligneuses dont les bourgeons végétatifs se situent au maximum à **25 cm** du sol. Ces végétaux sont également désignés par le terme 'ligneux bas' < 0.25 m.

- **Les hémicryptophytes** : plantes herbacées (dépourvues de parties aériennes durables). La pérennité de ces plantes est assurée à partir des bourgeons végétatifs, situés au ras du sol (collet). Les graminées pérennes relèvent de cette catégorie.
- **Les cryptophytes ou géophytes** : plantes herbacées ne subsistant, durant la mauvaise saison que par les parties souterraines (bulbes, tubercules, rhizomes). Il s'agit également d'herbacées pérennes.
- **Les thérophytes** : plantes annuelles dont la durée du cycle évolutif est variable mais inférieure à un an. Ce cycle peut être très court, en particulier en zones arides : les plantes sont alors qualifiées d'**éphémérophytes** ou d'**éphéméroïdes**. Les végétaux ayant type biologique supportent les rigueurs imposées par la sécheresse en régions méditerranéenne et tropicale ; la graine est l'organe le mieux adapté pour résister longtemps à des conditions défavorables.

L'intérêt de regrouper les taxons selon leur mode de croissance ou selon leur morphologie constitue un élément important dans la description de la physionomie, de la structure de la végétation, mais aussi de son fonctionnement. En effet, le spectre biologique d'une végétation exprime les adaptations évolutives des plantes à l'environnement (Orshan, 1964), y compris aux pressions exercées par l'homme et les animaux herbivores.

#### **3.4.6.2. Principe**

Le spectre biologique d'une station est établi en déterminant le nombre d'espèces de chaque type biologique. Il faut donc connaître la liste floristique exhaustive des espèces ainsi que leur biologie. La liste floristique est généralement établie au pic de végétation.

#### **3.4.7. Spectres biogéographiques de la flore**

##### **3.4.7.1. Définition et objectif**

La biogéographie a pour objet de définir les limites de la répartition spontanée des espèces vivantes sur la planète. Cette répartition est fonction de l'adaptation des espèces à leur environnement. Il s'agit de rechercher les listes d'espèces établies dans le passé sur des stations, si possible géoréférencées. Une synthèse sur l'Afrique du Nord fournit déjà de nombreuses données (Le-Houérou, 1995).

Le regroupement des espèces suivant leur type biogéographique et leur proportion dans la flore locale permet de juger de l'évolution de la composition floristique au cours du temps.

##### **3.4.7.2. Principe**

Il est nécessaire d'établir la liste complète des espèces caractérisant chaque station permanente. Chaque espèce se voit ensuite affectée de son type biogéographique (information généralement consignée dans les flores locales ou régionales).

#### **3.4.7.3. Intérêt et limite**

Cette étude permet d'analyser l'évolution de la composition floristique sous les effets cumulés des différentes pressions environnementales (facteurs climatiques, édaphiques, anthropiques...). Cependant, il est nécessaire d'effectuer une bonne synthèse bibliographique pour extraire des flores les informations sur le type biogéographique d'une espèce donnée. Dans certains pays, des flores nationales existent. Pour les autres pays, il faudra se référer aux flores régionales comme par exemple la Flore du Sahara (Ozenda, 1977).

## Partie 2

# Présentation de la zone d'étude et Démarches méthodologiques

## **I. Présentation de la zone d'étude**

### **1. Travaux de recherche sur la forêt de Mizera**

A présent, nombreuses études ont été effectuées sur les formations naturelles dans la Wilaya d'El Tarf et au sein du parc national d'El Kala ciblant généralement sur les forêts, les lacs, les Oueds et le sol. Néanmoins, lors de nos recherches bibliographiques très peu de travaux ont ciblé la subéraie de Mezira à part celles de Haou (1999 et 2011) sur l'étude Synchronique post-incendie de la végétation des subéraies de la Numidie orientale. De ce fait, nous pouvons affirmer que cette subéraie reste toujours l'une des forêts la moins étudiée dans le PNEK et pourtant elle représente l'une des rares forêts les plus importantes du Parc national d'El Kala en termes de protection.

### **2. Choix de la zone d'étude**

Notre choix portant sur cette zone (Mezira) s'explique par le fait qu'il existe rarement ou très peu d'études ou de recherches qui ont été réalisées spécifiquement sur la subéraie de Mizera. Ce manque d'études ou de données sur la forêt de Mezira a fait que cette dernière reste méconnue dans son ensemble d'où la nécessité pour nous de nous y intéresser.

### **3. Situation géographique**

Notre zone d'étude fait partie intégrante des forêts littorales de l'Algérie sur le cordon dunaire du Parc National d'El Kala situé sur la bordure Sud occidentale du bassin méditerranéen dans la wilaya d'El Tarf qui est localisée à l'extrême Nord-est du pays faisant frontière avec la Tunisie (fig4).

La région de Mezira est une mosaïque de cocciféraie et de subéraie constituant un ensemble montagneux côtier, occupant une grande partie du Nord-ouest de la ville d'El Kala (La Calle). La forêt de Mezira couvre à peu près une superficie totale de 158,35 ha avec une nature juridique domaniale.

Elle se trouve au niveau de la daïra d'El Kala (commune El Kala), canton de Mezira au Nord-Ouest de la Calle (Ville de Kala) à 5 kilomètres du nouveau Port d'El Kala. Elle s'étend entre 008°23'46.7'' et 008°23'10.1'' de longitude Est et depuis 36°54'39.1'' à 36°54'24.5'' de latitude Nord. Elle est géographiquement limitée :

Au Nord par la mer Méditerranéenne

Au Sud-est par le Lac Oubéira

A l'Ouest par le Lac Mellah et le lac Bleu

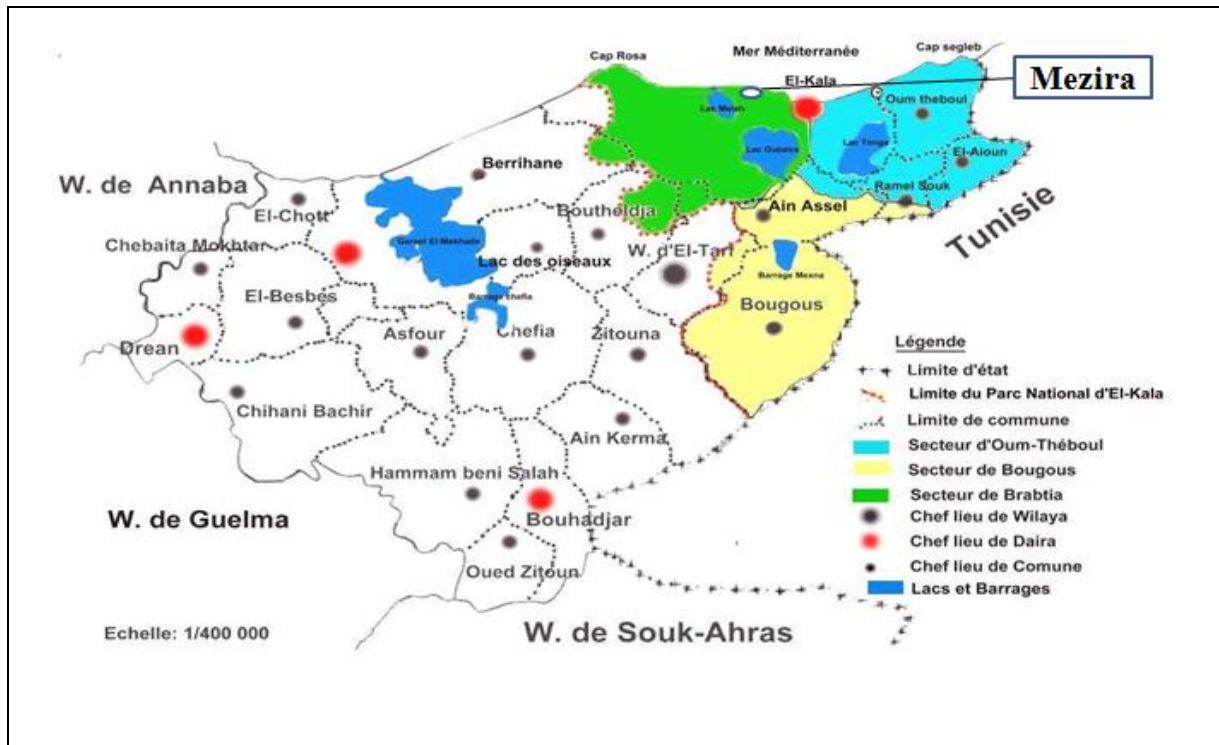


Figure 4 : Carte de localisation de la zone d'étude (DGF, 2007), modifiée



Figure 5: Carte de localisation de la zone d'étude (Google earth, 2019)

#### 4. Cadre administratif et forestier de la forêt de Mizera

Pour réussir ses programmes d'aménagement de gestion et de conservation, le Parc national d'El Kala doit se déployer sur le terrain. Son territoire est divisé en trois secteurs de gestion spécifiques, dans le but de faciliter le travail de l'administration qui doit se rapprocher le plus possible des ressources naturelles pour une meilleure intervention en cas de problème urgent mais surtout pour les suivis qui sont cruciaux :

- Secteur de gestion de Bougous
- Secteur de gestion d'Oum Teboul ;
- Secteur de gestion de Brabtia.

Pour notre zone d'étude, sa gestion est sous le contrôle du secteur de Brabtia qui est à son tour géré par la direction du Parc lui-même situé à l'entrée de la ville d'El Kala.

### **5. Enjeux socio-économique et écologique de la forêt de Mezira**

Les enjeux de la forêt sont multiples, ils ont varié au cours du temps, et leur importance relative diffère encore en fonction des zones géographiques (FAO, 1993). D'une manière générale la production des matières premières est l'un des enjeux les plus anciens de la forêt et qui reste primordiale. L'exploitation des plantes, production d'huile végétale pour la population riveraine pour des raisons thérapeutiques et économiques en sont des exemples palpables pour les populations locales.

Cependant, la forêt de Mezira est une zone intégrale du Parc (**zonage du Parc**) située au cœur des menaces anthropiques bénéficiant une grande protection vis-à-vis du statut de la zone totalement protégée. La subéraie de Mezira est considérée comme un site témoin d'étude pour la succession végétale après incendie (non incendiée depuis plus de 100 années), ainsi il se présente comme le climax des subéraies localisées dans le Parc National d'El Kala (Haou, 1999).

La diversité fonctionnelle de cet habitat, incite une protection et un aménagement perpétuel.

### **6. Milieu physique**

Dans ce travail, pour présenter le milieu physique de notre zone d'étude, nous avons utilisé un grand nombre de données anciennes portant sur le Parc National d'El Kala ainsi que sur la wilaya d'El Tarf.

#### **3.5. Relief et topographie**

Le relief est un facteur déterminant pour la répartition des éléments climatiques sur le territoire. Les dépressions ou bombements offrent autant de stations abritées ou exposées dont la flore peut varier en fonction des affinités écologiques des espèces. Le relief de la région d'El Kala se compose d'une juxtaposition de dépressions, dont certaines sont

occupées par des formations lacustres ou palustres et des hautes collines aux formes variées : dromes, escarpements, alignements de crêtes généralement couverts par une végétation dense (De Belair, 1990).

- Ainsi, on distingue du littoral vers le sud, des formations collinaires basses (dunaires ou non) de 30 à 310 m de haut (Djebel Koursi) avec une moyenne de 100 m de haut, ces collines se prolongent sur 15 km vers le sud et s'interrompent au niveau de la vallée de l'oued Kébir, de grandes dépressions inter collinaires hébergent dans cet ensemble les principaux lacs Tonga, Oubeira et Mellah. Au Sud le relief passe en moins de 40 km de 0 à 1200 m d'altitude (Djebel Ghorra) (Joleaud, 1936).

### **3.6. Bioclimatologie**

Le climat est un élément primordial, son irrégularité spatiale et temporelle implique des études de plus en plus fines pour mieux comprendre son action sur la distribution des différentes espèces végétales. Il s'agit donc de mettre en évidence les relations qui existent entre la végétation et les facteurs climatiques.

Emberger (1930, 1971) a particulièrement souligné ce rôle en ce qui concerne la végétation méditerranéenne, et en 1939 il montre que les données écologiques, et en particulier bioclimatiques, influent considérablement sur l'individualisation de la végétation. Le climat en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes (Aidoud, 1997). D'après De Gaussen et al (1982), Walter et Lieth (1960), Benabadji (1991, 1995), Bouazza (1991, 1995); le climat méditerranéen est caractérisé par un été sec et un hiver doux.

D'une manière générale le climat de l'Algérie est de type méditerranéen, elle se situe entre une influence de nord-ouest qui apporte les courants froids et humides et une influence méridionale liée à une atmosphère chaude et sèche de type saharien.

Cependant, pour mieux appréhender les exigences climatiques de la subéraie, il serait important d'étudier dans ce chapitre, les caractéristiques climatiques de la région d'étude dans laquelle cette forêt trouve des conditions favorables à son développement.

Dans cette partie de notre travail, nous nous contentons de dresser un tableau faiblement complet en raison de la disponibilité moyenne des données climatiques.

Le climat régional est défini à l'aide des données climatiques enregistrées par la station météorologique d'El Kala (10 m, 36° 54'N et 08°27' E) installée dans la région d'étude permettrait d'avoir une idée sur les différentes caractéristiques du mésoclimat.

La présente étude est basée aussi sur la comparaison des conditions climatiques entre deux périodes l'une ancienne (1913-1938) qui a été obtenue à partir du recueil météorologique de Seltzer (1946) et l'autre récente qui va jusqu'à l'année 2005 (1985-2005) par la station météorologique d'El Kala. Il serait préférable d'avoir les données après l'année 2005 mais à cause des contraintes, nous nous sommes limités à 2005.

### 3.6.1. Température

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour les formations végétales. Ce facteur a été défini comme une qualité de l'atmosphère et non une grandeur physique mesurable (Péguy CH, 1970). Elle intervient dans le déroulement de tous les processus, la croissance, la reproduction, la survie et par conséquent la répartition géographique générant les paysages les plus divers (Soltner, 1987).

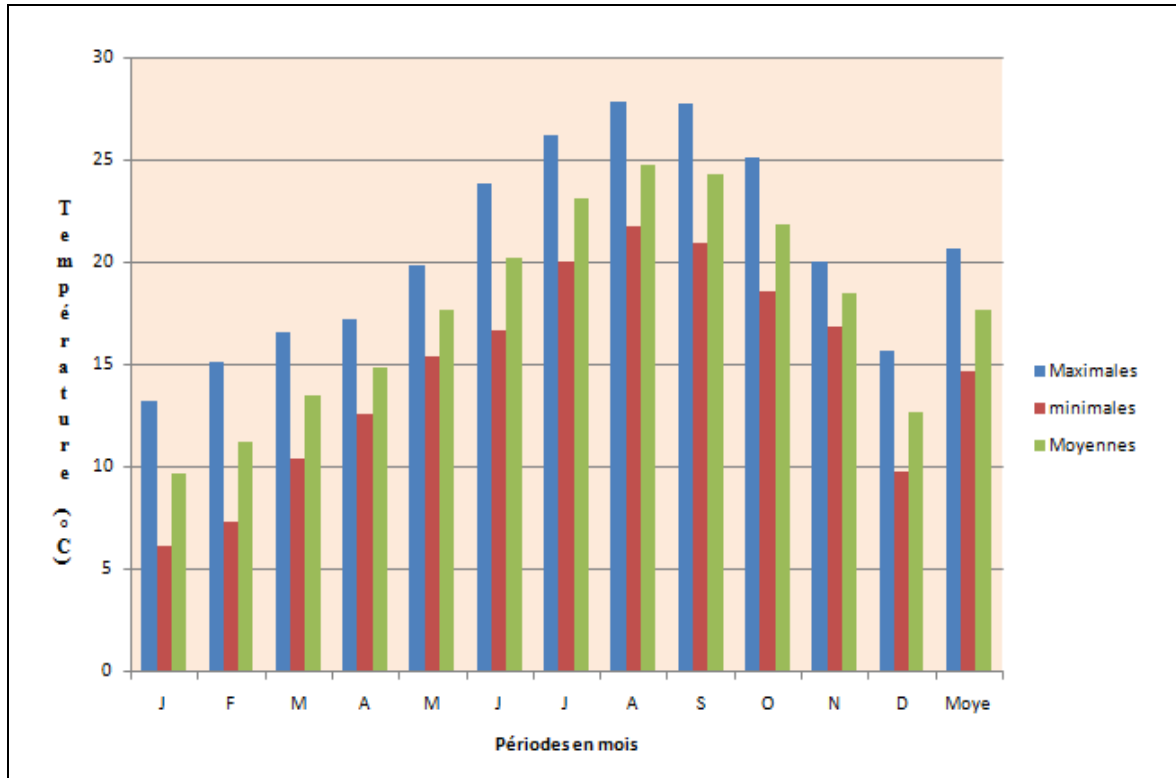
Pour Seltzer, (1946), toute l'Algérie (Sahara non compris), la température moyenne est de novembre à avril, inférieure à la moyenne annuelle ; elle lui est supérieure de mai à octobre, et que la moyenne mensuelle atteint sa plus forte valeur aux mois de juillet et août ce qui est généralement lié à la fréquence du sirocco.

Le tableau 4 et la figure 6 ci-dessous montrent que les minima dans la région d'El-Kala sont enregistrés durant le mois de décembre, de janvier et de février (les mois les plus froids) qui varient entre 6.2°C et 9.8°C alors que les maxima sont enregistrés au cours du mois de juin, de juillet, d'août, de septembre et d'Octobre (les mois les plus chauds) qui varient entre 16.7°C et 21.8°C (Sarri, 2017) .

**Tableau 4 : Les températures annuelles pour la période 1985-2005 de la Station d'El Kala (Sarri, 2017)**

| Mois | J    | F    | M    | A    | M    | J    | J    | A    | S    | O    | N    | D    | Moye   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| T° C |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |        |
| M    | 13,3 | 15,2 | 16,6 | 17,3 | 19,9 | 23,9 | 26,3 | 27,9 | 27,8 | 25,2 | 20,1 | 15,7 | 20,77  |
| m    | 6,2  | 7,4  | 10,5 | 12,6 | 15,5 | 16,7 | 20,1 | 21,8 | 21   | 18,6 | 16,9 | 9,8  | 14,76  |
| Moy  | 9,7  | 11,3 | 13,5 | 14,9 | 17,7 | 20,3 | 23,2 | 24,8 | 24,4 | 21,9 | 18,5 | 12,7 | 17,765 |

M : moyenne des maxima, m : moyenne des minima, Moy : moyenne annuelles,



**Figure 6 : Températures annuelles pour la période 1985-2005 de la Station d'El Kala**

### 3.6.2. Précipitations

La pluviométrie dans cette région est conditionnée par deux phénomènes météorologiques importants. D'une part, les perturbations cycloniques d'origine atlantique de l'Ouest et du Nord- Ouest qui, après avoir traversé l'Espagne et une partie de la Méditerranée Occidentale, affectent le Nord-est algérien et d'autre part les dépressions qui prennent naissance en Méditerranée Occidentale (De Bélair, 1990).

L'autre aspect pluviométrique du territoire du parc réside dans sa partie Sud où l'altitude dépasse les 1000 mètres ce qui favorise l'interception des masses nuageuses, ce qui se traduit par des pluies orographiques donnant d'importantes lames d'eau précipitées sur sol imperméable comme à El-Ghorra où la hauteur annuelle d'eau précipitée dépasse de loin les 1000mm.

Le Tableau 5 ci-dessous résume la situation pluviométrique mensuelle de la période 1985-2005 et démontre que cette région a reçu pendant cette période une moyenne annuelle de 859,2 mm ceci est dû généralement aux vents de direction Nord-Ouest et Sud-est. Le maximum des pluies se situe en hiver, aux mois de janvier, février, novembre et décembre. Aussi sur le tableau on peut noter que nous pouvons scinder la période étudiée en deux, une période sèche qui s'étend de 1985 et 1996 avec les moyennes annuelles qui varient entre 441 et 863 mm et une autre humide qui s'étend de 1997 et 2005 avec les moyennes annuelles

qui varient entre 917.8 mm et 1391.5 mm, ce qui n'était pas sans conséquences positives sur la région et l'hydrologie des lacs qu'en rencontre la région, la dynamique de la végétation aquatique et les forêts, l'agriculture et la gestion des parcours (Sarri, 2017).

**Tableau 5 : Précipitations annuelles pour la période 1985-2005 de la Station d'El Kala**

| Mois<br>Années         | J     | F     | M     | A     | M    | J    | J   | A    | S     | O    | N     | D     | Total<br>annuelles |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|------|-------|------|-------|-------|--------------------|
| 1985                   | 62,3  | 43,5  | 77    | 41,3  | 41   | 0    | 0   | 0    | 15,6  | 41,9 | 52,2  | 66,2  | 441                |
| 1986                   | 146   | 103   | 53    | 39,7  | 0,8  | 0    | 0   | 0    | 44    | 99,6 | 134,4 | 189   | 809,5              |
| 1987                   | 131,2 | 126,6 | 110,2 | 46,6  | 77,4 | 0,3  | 2,8 | 0    | 63    | 28,3 | 133,4 | 42,9  | 762,7              |
| 1988                   | 99,8  | 99,8  | 61    | 22,8  | 18,9 | 27   | 0   | 2,6  | 70    | 19,4 | 120   | 115   | 656,3              |
| 1989                   | 39    | 55    | 26    | 119   | 12   | 2,5  | 0   | 0,2  | 20    | 133  | 74    | 75    | 555,7              |
| 1990                   | 144   | 15    | 51    | 60    | 55   | 12   | 2   | 2    | 10    | 49   | 106   | 311   | 817                |
| 1991                   | 90,9  | 101,2 | 54,6  | 80,3  | 76,9 | 10,1 | 0   | 0    | 14,9  | 47,9 | 88,8  | 202   | 767,6              |
| 1992                   | 88,8  | 102,3 | 29,4  | 77,9  | 60,8 | 0    | 0   | 3,1  | 8,7   | 45,9 | 100,3 | 98,9  | 616,1              |
| 1993                   | 101,2 | 98,9  | 55    | 46,6  | 42   | 0    | 0   | 0    | 12,7  | 67,9 | 102   | 198,5 | 724,8              |
| 1994                   | 100,9 | 108,9 | 89    | 99    | 35,9 | 1,1  | 0   | 0    | 15    | 78,3 | 76,9  | 140,4 | 745,4              |
| 1995                   | 142,9 | 188,9 | 66,6  | 88,3  | 60,1 | 28,9 | 2   | 0    | 15    | 68,9 | 102,3 | 99,1  | 863                |
| 1996                   | 102,1 | 89,9  | 43,7  | 109,2 | 98   | 15   | 2,7 | 0    | 68,2  | 27,8 | 74,9  | 230   | 861,5              |
| 1997                   | 189,6 | 102,1 | 80,8  | 93,7  | 59,6 | 12,9 | 0   | 0    | 2,2   | 98,9 | 122   | 230   | 991,8              |
| 1998                   | 128,9 | 100,1 | 99,9  | 39,5  | 68,9 | 25,5 | 0   | 0    | 89    | 68,1 | 188,2 | 109,7 | 917,8              |
| 1999                   | 224,8 | 330,2 | 103,7 | 189,9 | 69,3 | 39,2 | 0   | 10,2 | 98,8  | 79,2 | 100,3 | 145,9 | 1391,5             |
| 2000                   | 98,2  | 139,9 | 99,1  | 103,2 | 78,4 | 45,6 | 1,1 | 0    | 68,8  | 15,9 | 290   | 340   | 1280,2             |
| 2001                   | 132,5 | 202,9 | 99,2  | 58,9  | 45,9 | 29,6 | 0   | 0    | 18,8  | 122  | 187,3 | 222,2 | 1119,3             |
| 2002                   | 40,6  | 124,9 | 88,1  | 102,1 | 51,2 | 18,3 | 0   | 0    | 102,2 | 94,2 | 194,4 | 106,7 | 922,7              |
| 2003                   | 105,9 | 96,6  | 88,9  | 102,8 | 29   | 23,9 | 0   | 0    | 75,6  | 34,4 | 378,1 | 150,1 | 1085,3             |
| 2004                   | 123,3 | 190   | 71,4  | 99,2  | 43,4 | 20,1 | 0   | 0    | 56,4  | 86,4 | 290   | 104,9 | 1085,1             |
| 2005                   | 220,8 | 201,2 | 79,9  | 108,3 | 12,4 | 22,2 | 0   | 10   | 98,1  | 67,2 | 100,2 | 167,9 | 1088,2             |
| Moyennes<br>Mensuelles | 119,7 | 124,8 | 72,7  | 82,3  | 49,4 | 15,9 | 0,5 | 1,3  | 47,6  | 65,4 | 143,6 | 159,3 | 881,1              |

### 3.6.3. Humidité

Dans la région d'El Kala, Dans la région d'El Kala, le degré d'hygrométrie est très élevé tout au long de l'année et il est presque constant durant toute l'année variant entre 72.7% et 79%. Le tableau 6 ci-dessous montre que l'humidité est très élevée durant toute l'année dont le maximal est atteint durant le mois décembre.

Ce paramètre, dont les valeurs sont relativement élevées (proximité du littoral), atteint ses valeurs les plus fortes au lever et au coucher du soleil. Cette humidité de l'air, élevée même en période estivale, explique que la région puisse être plongée dans un voile de brume ; ce dernier est propice, en fin de compte, aux cultures d'été et à la végétation naturelle, véritable compensation pour les végétaux ne bénéficiant d'aucune précipitation durant l'été (Boumaraf, 2009).

**Tableau 6 : Moyennes mensuelles de l'humidité relative de la station d'El-Kala (période 1985-2004).**

| Mois                   | J    | F  | M    | A    | M    | J    | J    | A    | S  | O    | N    | D  | Moyen<br>HR % |
|------------------------|------|----|------|------|------|------|------|------|----|------|------|----|---------------|
| Moyennes<br>mensuelles | 74,1 | 78 | 74,4 | 74,9 | 78,1 | 76,4 | 75,4 | 75,6 | 76 | 72,7 | 76,8 | 79 | 75,9          |

#### 3.6.4. Vents

Les vents jouent un rôle très important dans notre région, puisqu'ils interviennent dans la pluviométrie. Ils sont caractérisés par leur fréquence, direction et vitesse. Les données relatives à la force des vents et leurs fréquences concernent l'année 1992 (Boumaraf, 2009).

**Tableau 7 : Variation mensuelle de la vitesse et direction des vents pour l'année 1992 (Station d'El Kala)**

| Mois                        | J  | F   | M   | A   | M   | J   | J   | A   | S   | O   | N  | D   |
|-----------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| Direction<br>Du vent<br>(°) | 40 | 280 | 100 | 120 | 100 | 180 | 340 | 200 | 200 | 360 | /  | 300 |
| Vitesse<br>max<br>(m/s)     | 17 | 21  | 17  | 23  | 16  | 19  | 15  | 9   | 20  | 18  | 22 | 20  |

**Tableau 8 : Fréquence des vents pour l'année 1992 (station d'El Kala)**

| Direction               | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW |
|-------------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|
| Fréquences<br>Des vents | 1 | 1  | 0 | 3  | 1 | 2  | 0 | 3  |

Pendant la saison froide, les vents de direction Nord-Ouest prédominent. Pendant la saison chaude, la vitesse des vents s'affaiblit.

Ce sont les vents du Nord-Ouest, souvent liés aux pluies d'équinoxe, qui apportent les précipitations les plus importantes venues de l'Atlantique, lorsque les hautes pressions du large des Açores ont cédé le pas aux basses pressions venues de l'Atlantique. À l'opposé, on note la manifestation d'un vent chaud, le sirocco du Sud-est principalement en été qui assèche l'atmosphère et favorise, avec les températures élevées, les incendies de forêts (incendies de l'été 1983 et celui de 1993).

### **3.7. Géologie**

La région d'El-Kala date de la formation de la chaîne tellienne. L'actuelle structure morphologique résulte d'une activité tectonique datant du tertiaire et du quaternaire. Cette diversité combinée à l'action de l'eau et du vent contribue jusqu'à présent au façonnement du relief (Marre, 1987).

Selon Joleaud (1936) l'époque tertiaire se distingue par la formation des argiles de Numidie qui sont datées de l'Éocène moyen. Ces argiles d'une épaisseur de 300 m environ se développent dans le fond des vallées et en bordure des plaines, tandis que les grès de Numidie datant de l'Éocène supérieur reposent en concordance sur les argiles précédentes formant la masse principale des collines et la crête du djebel Ghorra. Par ailleurs à l'époque tertiaire il y a eu la formation des dépôts fluviatiles constitués principalement de limons, de sables et de galets. Quant aux dépôts marins éolisés, ils sont formés par un amas dunaire issu de l'érosion par la mer des falaises gréseuses (Joleaud 1936).

### **3.8. Pédologie**

La pédogenèse est étroitement liée aux facteurs climatiques, à la nature du substrat et au couvert végétal. L'étude des sols de la région d'El-Kala a permis de déterminer plusieurs types de sols dont les principaux sont les sols podzoliques insaturés à vocation forestière de chêne-liège. Ils sont à structure granuleuse légèrement lessivée sans accumulation importante de la litière. Les sols de marais occupent la partie centrale des différentes cuvettes, formés d'argiles lacustres. Par ailleurs il y a les sols des prairies marécageuses, les sols tourbeux non inondés, les sols alluvionnaires des oueds, les colluvions des pentes gréseuses et les sols dunaires (Durand, 1954).

### **3.9. Formations végétales et flore de la zone d'étude**

Parc national d'El Kala s'étend sur une superficie de 76 438 ha.

La Flore du parc est riche et diversifiée avec 840 espèces. Elle se caractérise par un taux particulièrement élevé d'espèces endémiques, rares et très rares, 27 % sont des espèces rares et très rares.

Les formations sylvatiques naturelles sont généralement à base de : Chêne liège, Chêne zéen, Aulnaie, Peupliers, Ormes Pin maritime et Pin d'Alep.

Les peuplements artificiels sont représentés par : pin maritime, *Acacia sp* ; et les *eucalyptus*. La flore du parc national d'El-Kala constitue un véritable carrefour biogéographique avec, d'une part, l'élément méditerranéen dominant (50 % : chêne liège, chêne kermès, oléastre, bruyère arborescente, myrte, arbousier...) et, d'autre part, des espèces à affinité européenne (20 % : aulne, saules, houx...), cosmopolite (20 %) et tropicale (10 %) (DGF, 2007).

Pour notre site d'étude, les formations sylvatiques sont toutes naturelles. Ce sont des formations mosaïques de cocciferaie et de subéraie. A l'intérieur de ces mosaïques, nous trouvons d'autres peuplements végétaux comme les peuplements à *Pistacia* et à *Erica*.

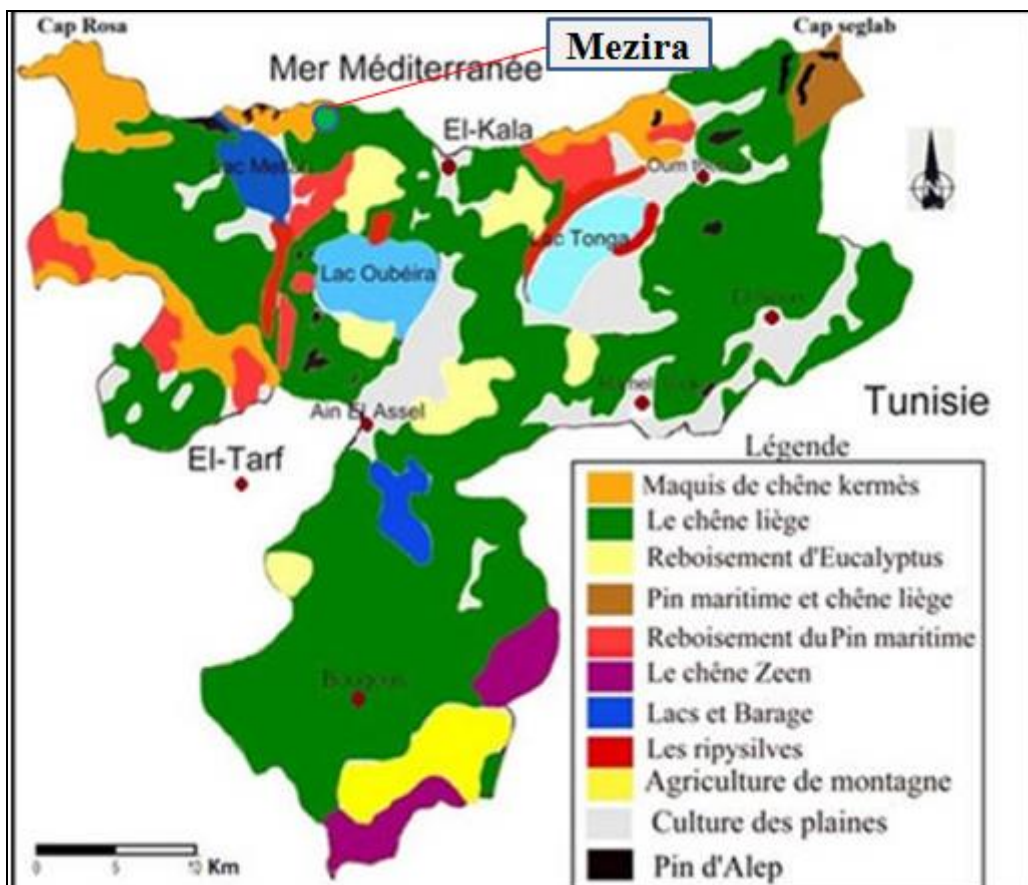


Figure 7 : Carte de végétation du Parc National d'El Kala (BNEF, 1984), modifiée

#### 4. Les stations ou parcelles d'étude

#### 4.1. Choix des stations

La station selon plusieurs auteurs comme Ellember (1956), dépend 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 phytosociologiques et de l'écologie régionale, ce qui revient à une stratification mentale impliquée (Rameau, 1988), ou mieux à une stratification floristique (Guinochet, 1973). 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 Guinochet (1973), atténue cette affirmation en définissant par surface floristiquement homogène, une surface n'offrant pas d'écarts de composition floristique appréciable entre ses différentes parties.

Dans ce sens, le choix de nos stations s'explique par la physiologie homogène et successive de la végétation ainsi que par la topographie locale du site d'étude.

#### 4.2. Situation géographique des stations

La zone choisie étant comme notre site d'étude a été subdivisée en 03 stations situées entre la vieille calle et le nouveau port d'El Kala. Elles se situent entre 69 m et 144 m d'altitude et entre 008°23'46.7'' et 008°23'10.1'' de longitude Est et depuis 36°54'39.1'' à 36°54'24.5'' de latitude Nord. La première station se trouve juste à environ 5 km de la plage vieille calle. Pour la seconde station, elle se situe à 1,5 à 2 km de la première en partant vers le nouveau port d'El Kala et qui laisse la troisième station se trouvant à 1 km à peu près de la deuxième.

**Tableau 9 : Coordonnées géographiques des 03 stations**

| Stations    | Station 1                         | Station 2                         | Station 3                         |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Coordonnées | 36°54'44.8'' N<br>008°22'30.5'' E | 36°54'15.9'' N<br>008°23'10.1'' E | 36°54'24.5'' N<br>008°23'10.1'' E |
| Altitudes   | 69 m                              | 131 m                             | 144 m                             |



**Figure 8 : Cartes de situation géographique des stations (Google earth, 2019)**

#### **4.2.1. Station 1**

Elle se caractérise par un milieu très dense en végétation sous laquelle s'accrochent partout de gros cailloux et rochers tapissés par des espèces rupicoles indicatrices de l'état du milieu (lichens et mousses). Le sol de cette station est de couleur noirâtre (limoneux-sableux) très riche en matières organiques, caractéristique d'un sol forestier. Cette station est remarquablement dominée par un recouvrement important de strate arborée principalement formée par *Quercus suber* et *Quercus coccifera*, puis moyennement dominée par la strate arbustive représentée abondamment par *Erica arborea* et *Pistacia lentiscus*.



**Photo 1 : Photo illustrative de la station 1 (Djiré et Konaré, 2019)**

#### **4.2.2. Station 2**

La seconde quant à elle, elle se caractérise par une végétation assez dense avec une strate arborée bien distinguée et dominée par le *Quercus suber* à hauteur importante sur un substrat limono-sableux. Cette station se diffère de la première par l'absence presque totale de rochers et de strate herbacée. Dans cette station, la strate arbustive est composée par des espèces sclérophylles et thermophiles telles que : *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*. Parmi les espèces présentes dans cette station, nous y trouvons aussi : *Erica arborea*, *Calycotome villosa*, *Daphne gnidium*



**Photo 2 : Photo illustrative de la station 2 (Djiré et Konaré, 2019)**

#### **4.2.3. Station 3**

Elle se situe juste à 3 km du nouveau port d'El Kala à une altitude de 144 m.

Cette station est caractérisée par une végétation aussi dense mais moins diversifiée par rapport à la première station sur un substrat limono-sableux mais très argileux à la hauteur. Dans cette station, la strate arborée est dominante avec la présence de *Quercus suber* et *Quercus coccifera*. On y trouve aussi d'autres espèces telles que : *Cystisus triflorus*, *Genista ferox*, *Asparagus acutifolius* et *Calycotome villosa*.



**Photo 3 : Photo illustrative de la station 3 (Djiré et Konaré, 2019)**

## **II. Les démarches méthodologiques**

La problématique recherchée dans cette étude est d'étudier l'état actuel de la diversité floristique de la subéraie de Mezira tout en se basant sur l'aspect phytoécologique des groupements végétaux qui constituent ce patrimoine.

La méthode d'étude retenue dans ce travail pour répondre à la problématique posée est la méthode phytoécologique qui consiste à déterminer les types de végétation et à recenser les facteurs actifs du milieu dans un premier temps, et à identifier les liaisons espèces-facteurs dans un dernier temps (Dahmani et Megrerouche, 1997).

La méthode phytoécologique, permet de comprendre les relations entre les plantes et leur milieu. Deux méthodes d'analyses sont appliquées. C'est une méthode analytique selon Godron Daget, Emberger, Long et Sauvage (1983) et, qui met en évidence les relations entre un facteur de l'environnement et les différentes espèces de la flore du milieu, à travers les profils écologiques.

Lors de cette étude, nous nous sommes intéressés à un certain nombre d'approches écologiques ou facteurs écologiques plus précisément les approches climatique, topographique, édaphique, biologique et de perturbations pour mener bien à l'objectif de notre travail. Pour les approches climatique et topographique, nous nous sommes servis uniquement des données anciennes fiables et approuvées dans les références bibliographiques locales et nationales pour non seulement caractériser topographiquement

et bioclimatologiquement notre site d'étude mais aussi pour mettre en relation ces facteurs écologiques (climat et topographie) et la diversité floristique de ce site d'étude. Les références bibliographiques les plus récentes qui ont servi à l'étude des approches climatique et topographique sont entre autres Sarri (2017), Boumaraf (2009), Bentouili et Yassine (2007).

## **1. Approche édaphique**

### **1.1. Méthodes d'analyse édaphique**

Le sol se définit comme un élément principal de l'environnement qui règle la répartition de la végétation. Il se développe en fonction de la nature de la roche-mère, la topographie et les caractéristiques du climat (Ozenda, 1954).

Duchaufour (1977) souligne que le sol est une réserve de substances nutritives et un milieu stable pour l'activité biologique.

L'interaction sol-végétation a été étudiée par de nombreux auteurs, pédologues et phytoécologues. Nous pouvons en citer : Duchaufour (1970, 1977); Pouget (1980); Mandouri (1980); Bottner (1982); Dimanche (1983); Selmi (1985).

L'objectif de cette étude édaphique est la détermination des facteurs édaphiques susceptibles d'exercer un rôle fondamental sur la répartition des espèces floristiques de notre site d'étude.

L'analyse du sol est importante pour deux raisons selon (Duchaufour, 1977) :

- du point de vue physique, elle renseigne sur la nécessité d'apporter des modifications à la structure du sol et cela en tenant compte du climat,
- du point de vue chimique, elle renseigne sur la richesse du sol en éléments organiques et minéraux.

Dans cette étude, nous nous sommes uniquement focalisés sur les analyses physiques (granulométrie, couleur et l'humidité) en raison de quelques contraintes liées à la disponibilité de laboratoires spécialisés en la matière.

Lors de cette étude sur notre site, nous avons effectué des prélèvements du sol dans les mêmes relevés floristiques. Nous avons pris deux échantillons du sol de chaque station au niveau de la rhizosphère entre 0 et 25 cm de profondeur. Ces deux échantillons ont été respectivement prélevés dans les 1<sup>er</sup> et 10<sup>ème</sup> relevés.



**Photo 4 : Echantillonnage du sol (Djiré et Konaré, 2019)**

Après les prélèvements, les échantillons du sol sont mis à sécher à l'air libre pendant quelques jours.

Les différentes analyses précisément physiques ont été réalisées au niveau du laboratoire central du complexe sidérurgique d'El Hadjar situé dans la wilaya d'Annaba. Les méthodes utilisées sont celles exposées par Aubert (1978) dans son manuelle méthode d'analyses des sols.

### **1.2. Analyse granulométrique**

Les propriétés physiques du sol sont liées à la structure et à la texture. La structure est la manière dont sont assemblés les éléments du sol (minéraux et organiques) (Aubert, 1989). La structure joue un rôle prépondérant dans l'aération et la perméabilité de l'eau dans le sol. L'analyse granulométrique a pour but de quantifier pondéralement en pourcentage les particules du sol (sables, limons et argiles), c'est la méthode la plus précise qui permet de déterminer la texture du sol (Baize et Jabiol, 1995).

Dans cette étude, nous avons utilisé la méthode de Casagrande (1934). C'est une méthode basée sur la vitesse de sédimentation des particules dont la vitesse de chute est régie par la loi de Stokes. C'est-à-dire, au laboratoire, on prend les échantillons séchés à l'air à une température ambiante de 23°C pendant une semaine de chaque station en les mettant dans 9 tamis superposés de différentes mailles (2mm, 1 mm, 200 µm, 100µm,

80 $\mu$ m, 70 $\mu$ m, 60 $\mu$ m, 50 $\mu$ m et < 2 $\mu$ m) puis on lance le tamisage mécanique grâce au vibreur pendant 5 minutes environ .



**Photo 5 : Tamisage mécanique du sol sec (Djiré et Konaré, 2019)**

Après un quart d'heure de vibration, on pèse chaque quantité de sol selon le diamètre de chaque tamis.

Pour la représentation graphique des résultats, nous avons accordé l'importance à la représentation en coordonnées tri-linéaires : Le triangle textural (Mathieu, 1998). Les pédologues regroupent les textures obtenues en % (Argile, Limon et Sable) en classes de textures pour faciliter de description des sols (Triangle de textures) (Delaunois, 2006)

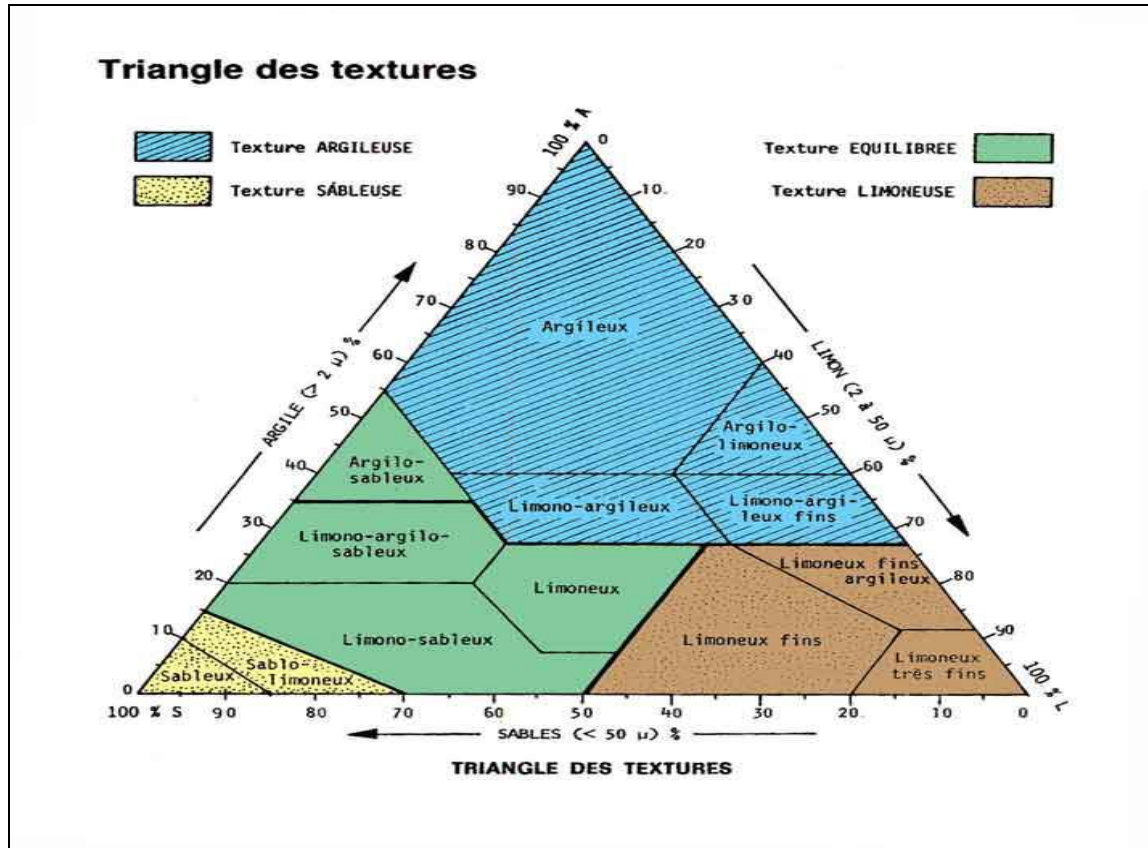


Figure 9 : Triangle de texture du GEPPA, (1967 in Kerroum-Zohra, 2014)

### 1.3. L'Humidité

C'est la quantité d'eau contenue dans un sol. Elle est mesurée par rapport à la quantité de terre sèche contenue dans un sol. Elle est exprimée en pourcentage. Elle est calculée selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{P_f - P_s}{P_s} \times 100$$

Avec : H%= humidité ;

PF= poids frais de l'échantillon avant séchage ;

PS= poids sec de l'échantillon après séchage.

### 1.4. La couleur

La couleur du sol varie notablement selon, d'une part la teneur en eau et d'autre part l'éclairement. L'identification de cette couleur se fait grâce au code international Munsell (1992), on rapproche l'échantillon séché du sol à des couleurs du livre pour voir à quoi peut correspondre cette couleur.



Photo 6 : Le code international de Munsell (1992)

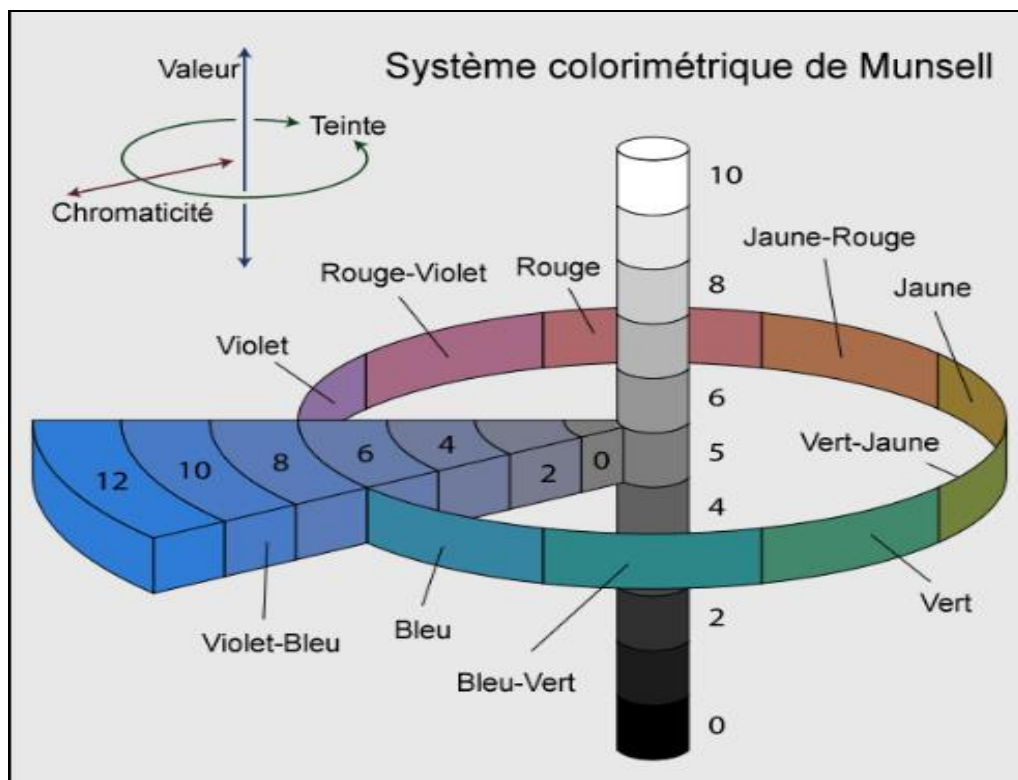


Figure 10 : Système colorimétrique de Munsell

## 2. Approche biologique

### 2.1. Méthode d'échantillonnage

D'après Gounot (1969) et Daget (1989) pour toutes études écologiques fondées sur des relevés du terrain, l'échantillonnage est la première phase du travail et toute la suite en dépend, et comme le tapis végétal n'est jamais étudié d'une manière continue, son étude se

fait grâce à un échantillonnage permettant de répartir les échantillons de façon à ce qu'ils donnent une image valable de l'ensemble de la végétation.

Dagnielle (1970) définit l'échantillonnage comme un ensemble d'opération qui a pour objet de prélever dans une population des individus devant constituer l'échantillon. Il est basé alors sur l'analyse des variations spatiales de la structure et de la composition floristiques.

En écologie, il est généralement impossible de mesurer une ou des caractéristiques sur l'ensemble des unités d'un groupe d'intérêt. Ceci peut résulter de plusieurs causes, telles des contraintes de temps, d'argent ou inaccessibilité du terrain. Ou encore, il peut être impossible de mettre la main sur l'ensemble des individus d'une population. De fait, il est probablement impossible de mesurer la hauteur de tous les arbres d'une forêt de plusieurs milliers d'hectares, de visiter tous les lacs d'une région de plusieurs milliers de km<sup>2</sup> etc... (Frontier et Pichod-Viale, 1991).

Pour cette étude, nous avons accordé l'importance à l'échantillonnage aléatoire simple.

L'échantillonnage aléatoire simple consiste à sélectionner aléatoirement  $n$  unités d'échantillonnage d'un cadre d'échantillonnage en contenant  $N$  au total, et ce, sans remise et de manière à ce que toutes les combinaisons possibles de  $n$  unités d'échantillonnage aient la même probabilité d'être choisies.

Dans un tel cas, chaque unité d'échantillonnage possède une probabilité de  $n/N$  d'être incluse dans un échantillon (Frontier, 1983).

## **2.2. Réalisation du relevé floristique**

Un plan d'échantillonnage est caractérisé par une structure hiérarchique qui va de la population cible jusqu'à l'élément qui sera caractérisé. L'unité d'échantillonnage représente une collection unique d'éléments (Frontier, 1983).

La structure du plan d'échantillonnage détermine la probabilité avec laquelle une unité d'échantillonnage sera contenue dans l'échantillon. Cette probabilité doit être connue pour que l'estimation des paramètres d'intérêt ne soit pas biaisée (Frontier, 1983).

Pour cette étude, l'inventaire a été effectué selon la méthode d'échantillonnage aléatoire simple matérialisé par des transects parallèles de plusieurs quatenats de quadras de surface de 10 m<sup>2</sup>. Dans chaque relevé on procède à un inventaire systématique de l'ensemble des

espèces étudiées. Pour chaque espèce on donne une notation de présence selon l'indice d'abondance dominance de Braun-Blanquet (1951).

L'échelle de recouvrement de Braun-Blanquet pour le relevé de peuplement végétal : "Le degré de recouvrement est déterminé par la projection verticale des organes aériens sur le sol et exprimé par la proportion du terrain considéré par rapport à l'aire considérée" comprend 5 niveaux ou coefficients, appelés "abondance-dominance".

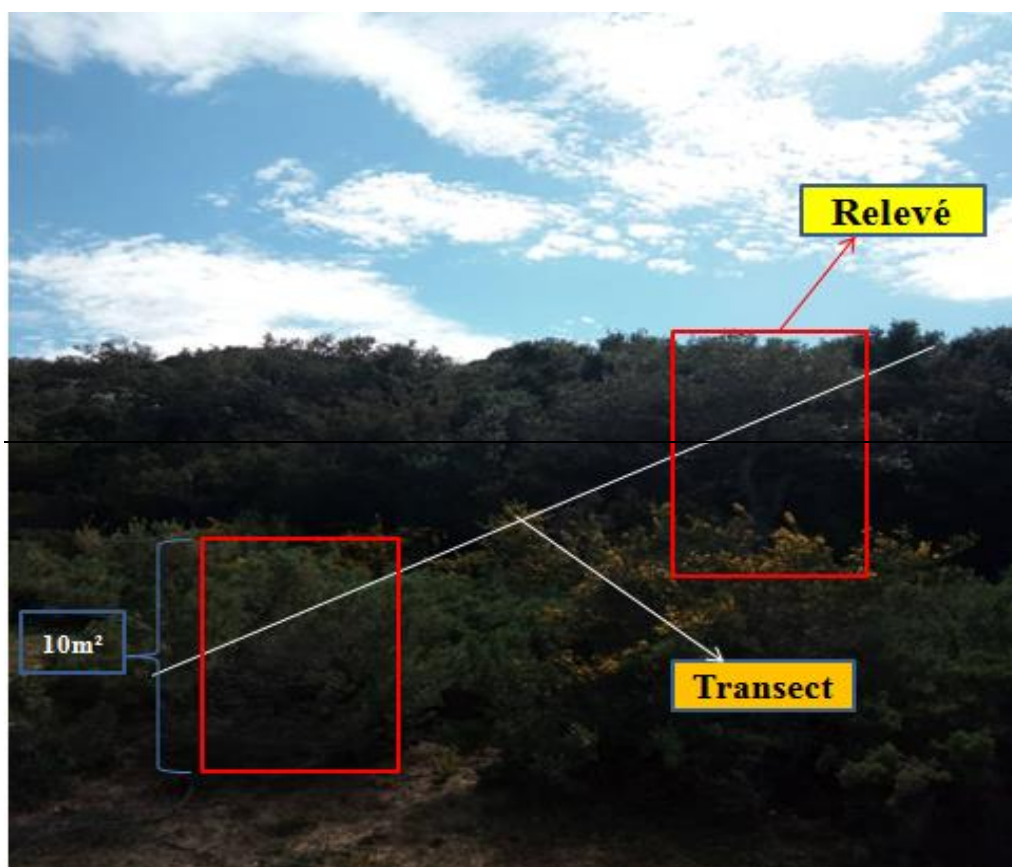
La justification de ce nom composé "abondance-dominance" est qu'il a historiquement (début du 20<sup>è</sup> siècle) succédé et plus ou moins remplacé par les 5 coefficients d'abondance (ressemblant à une fréquence subjective, allant de 5 "très abondant" à 1 "très rare") :

- (Taxon absent: on ne met rien ou on met 0 dans les tableaux comparatifs de relevés)
- 1:recouvrement<1/20
- 2:de1/20à1/4
- 3:de1/4à1/2
- 4:de1/2à3/4
- 5: plus des 3/4

Il est à noter que cette échelle est présentée par son auteur avec un seul chiffre significatif. Malheureusement, des gens ont transformé cette échelle en %, c'est-à-dire avec deux (2) chiffres significatifs, ce qui est déraisonnable pour une estimation visuelle (de chaque espèce, tout comme pour l'estimation de la "végétation" ou des "strates" de certains auteurs) (Godron et al, 1983).

Cette échelle est souple d'utilisation quant à la forme du relevé (du carré au parcours sinueux) et au paramètre noté (d'une part, recouvrement par taxon, d'autre part de toute la végétation, de la litière, de l'eau libre, ...) (Godron et al, 1983).

Elle est, à juste titre, très employée. Toutefois, un reproche qui peut être fait pour certaines utilisations est le manque d'étalement des bornes : 1/20 est trop élevé et 3/4 pas assez (l'amplitude n'étant que de 15) ; ainsi, certains auteurs retiennent d'autres bornes. Par exemple, si les espèces sont nombreuses, le risque est que la note "1" soit attribuée à toutes.



**Photo 7 : Réalisation de relevés floristiques (Djiré et Konaré, 2019)**

### **2.3. Analyse de la diversité floristique et phytogéographique**

Tout d'abord, la biodiversité c'est un terme formé à partir de diversité biologique qui comprend trois niveaux de variabilité biologique : complexité de l'écosystème, richesse des espèces et variation génétique (Robert-Pichette et Gillespiel, 2000). Ainsi, la diversité floristique peut se définir comme la complexité de richesse des espèces végétales présente dans une aire donnée.

Dahmani (1997), a souligné que l'analyse de la richesse floristique des différents groupements, de leurs caractères biologiques et chronologiques permettrait de mettre en évidence leur originalité floristique, leur état de conservation et, par conséquent, leur valeur patrimoniale.

Pour cela, notre présente étude s'est intéressée à un certain nombre de paramètres biologiques pour l'analyse de la diversité floristique et phytogéographique de la subéraie de Mezira. Les paramètres biologiques les plus utilisés par un grand nombre de travaux

sont : la richesse spécifique, la fréquence, la stratification de la végétation, la diversité alpha, le spectre biologique de Raunkiaer et le spectre biogéographique. Ces paramètres forment ensemble un outil incontournable d'analyse et/ou d'évaluation de la diversité floristique et phytogéographique d'une zone déterminée.

### 2.3.1. Richesse spécifique

La richesse spécifique de la flore correspond au nombre d'espèces (phanérogames) présentes sur un site donné. C'est la mesure de la richesse taxonomique (diversité) d'une communauté la plus couramment employée (Huston, 1994).

Lors de cette étude, nous avons identifié et listé toutes espèces végétales retrouvées dans nos relevés. Le niveau d'identification le plus bas requis est l'espèce. Au cours de l'identification, une partie de celle-ci a été faite sur le terrain basée sur nos connaissances acquises avec l'encadreur et l'autre partie majoritaire a été réalisée en prenant des photos de chaque espèce qui faisant l'objet de l'identification sur le terrain puis les ramener au bureau pour l'identification avec l'encadreur qui possède une bonne connaissance en la matière.

### 2.3.2. Fréquence

Ce caractère est utilisé dans l'analyse statistique de la végétation. Il s'exprime en pourcentage(%). La fréquence d'une espèce exprimée par le nombre de **n** fois qu'elle est présente sur un nombre totale de **N** relevés. La formule est la suivante : **F% = n / N. 100**

Durietz (1952) a proposé 5 classes sont :

**Classe I** : espèces très rares ;  $0 < F < 20\%$ .

**Classe II** : espèces rares ;  $20 < F < 40\%$ .

**Classe III** : espèces fréquentes ;  $40 < F < 60\%$ .

**Classe IV**: espèces abondantes ;  $60 < F < 80\%$ .

**Classe V**: espèces très constantes ;  $80 < F < 100\%$ .

### 2.3.3. Diversités alpha

La diversité alpha est un paramètre de composition et de structure d'un écosystème donné et un outil d'évaluation de la qualité d'un habitat. Pour évaluer cette diversité alpha, nous avons donné l'importance aux indices de Shannon et Weaver.

L'indice de Shannon est calculé de la manière suivante :

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

Avec S = nombre total d'espèces

$p_i = (n_j/N)$ , fréquence relative des espèces

$n_j$  = fréquence relative de l'espèce  $j$  dans l'unité d'échantillonnage

$N$  = somme des fréquences relatives spécifiques

Plus la valeur de l'indice  $H'$  est élevée, plus la diversité est grande.

Etant donnée une phytocénose constituée de  $S$  espèces, la diversité est plus élevée si toutes les espèces  $S$  sont bien représentées (équitabilité élevée, faible dominance) que si un petit nombre d'espèces, dites  $T$ , sont très communes et que le reste ( $S - T$ ) sont présentes mais rares (faible équitabilité, forte dominance).

La mesure de l'équitabilité correspondant à l'indice de **Shannon-Weaver** est réalisée selon la formule suivante :

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

L'évaluation de l'équitabilité est utile pour détecter les changements dans la structure d'une communauté et a quelquefois prouvé son efficacité pour détecter les changements d'origine anthropique.

#### 2.3.4. Spectre biologique de Raunkiaer

Pour Raunkiaer (1904-1907) les types biologiques sont considérés comme une expérience de la stratégie d'adaptation de la flore et de la végétation aux conditions du milieu. La classification des espèces selon les types biologiques de Raunkiaer (1934) s'appuie principalement sur l'adaptation de la plante à la saison critique du cycle saisonnier. Et parmi les nombreux systèmes proposés de classification des types biologique, celle élaborée par Raunkiaer (1934) et modifiée par Braun-Blanquet (1952) nous est adaptée à cette étude.

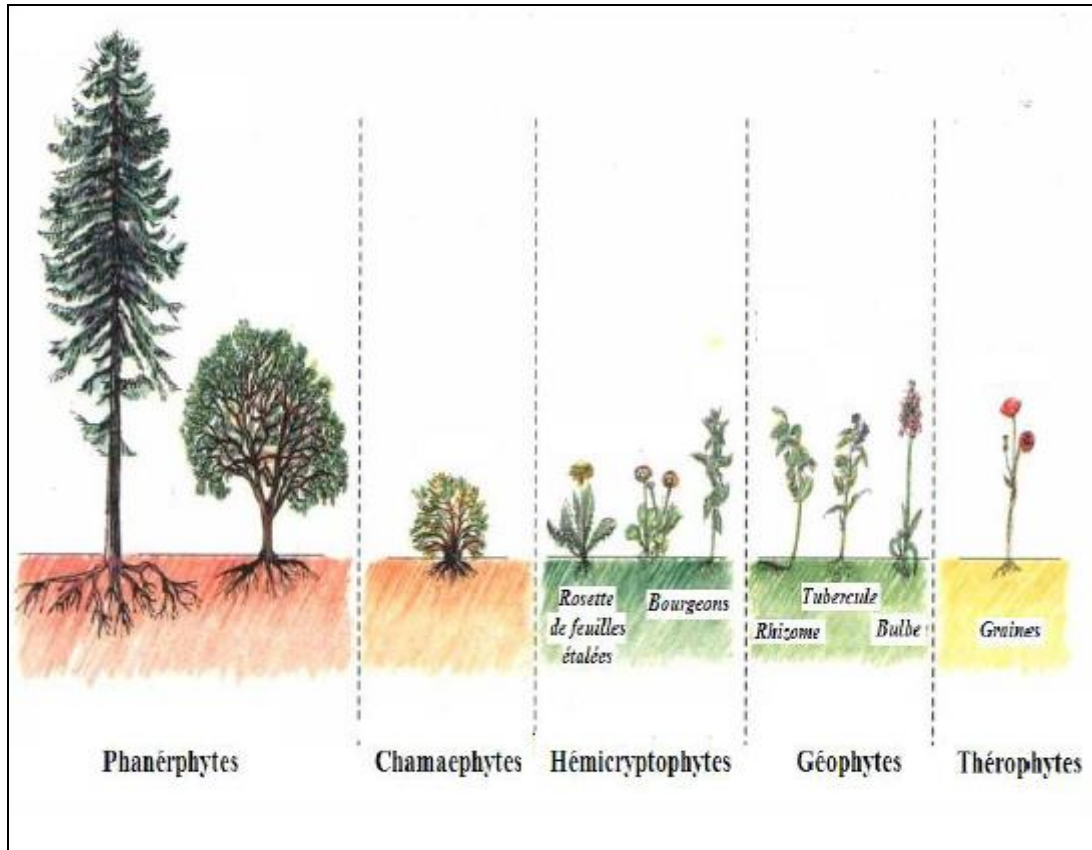


Figure 11 : Les formes biologiques de Raunkiaer (Alzaz, 2010).

### 2.3.5. Spectre biogéographique de la flore

L'existence de divers ensembles biogénétique et biogéographique majeurs selon Quézel (1985), constitue un des facteurs essentiel pour expliquer la richesse des essences forestières du pourtour méditerranéen. Le spectre biogéographique entre autre établi selon la liste floristique globale du territoire, met en évidence les divers éléments. Il s'agit de rechercher les listes d'espèces établies dans le passé sur des stations, si possible géoréférencées. Une synthèse sur l'Afrique du Nord et sur l'Algérie fournit déjà de nombreuses données (Le-Houérou, 1995 ; Quezel et Santa, 1962-1963). Pour étudier la répartition géographique des espèces nous nous sommes basées sur les renseignements fournis par la Nouvelle Flore de l'Algérie Quezel et Santa, (1962-1963), et celle d'Ozenda (1977).

Tableau 10 : Tableau représentatif des types biogéographiques.

| Types biogéographiques | Significations      |
|------------------------|---------------------|
| Méd                    | Méditerranéen       |
| W.Méd                  | Ouest-Méditerranéen |
| Sub-Cosmp              | Sub-Cosmpolite      |

|                        |                                             |
|------------------------|---------------------------------------------|
| Cosmp                  | Cosmopolite                                 |
| Circum-Méd             | Circum-Méditerranéen                        |
| Euro-Méd               | Européen-Méditerranéen                      |
| Paléo-Temp             | Paléo-Tempéré                               |
| Macar-Méd              | Macaronésien-Méditerranéen                  |
| Méd-Atl                | Méditerranée-Atlantique                     |
| Euras                  | Eurasiatique                                |
| Sub-Méd                | Sub-Méditerranéen                           |
| Canar-Méd              | Canaries-Méditerranéen                      |
| E.Méd                  | Est- Méditerranéen                          |
| Ibéro-Maur             | Ibéro-Mauritanienne                         |
| Oro-Sud-Eur            | Montagnard-Sud-Européen                     |
| Macar-Méd-Irano-Tour   | Macaronésien-Méditerranéen-IranoTouranienne |
| Canaries-Eur-Mérid-N.A | Canaries- Européen-Méridional-Nord Africain |
| Sah                    | Saharien                                    |
| Paléo-Sub-Trop         | Paléo-Sub-Tropicale                         |
| End                    | Endémique d'Algérie                         |
| End.Alg.Mar            | Edémique algéro-marocain                    |
| End.Alg.Tun            | Endémique algéro-tunisien                   |
| Euras- Méd             | Eurasiatique- Méditerranéen                 |
| Euras-Afr-Sept         | Eurasiatique-Africain-Septentrionale        |
| End-N.A                | Endémique-Nord- Africain                    |
| Sub-Méd- Atl           | Sub-Méditerranéen- Atlantique               |
| Circum Bor             | Circum-Boréal                               |
| W.Méd-Sub-Atl          | Ouest-Méditerranéen-Sub-Atlantique          |
| Eur                    | Européen                                    |
| Ibéro-Maurit-Malte     | Ibéro-Mauritanienne-Malte                   |

#### 2.4. Méthodes d'analyse et de traitement des données de terrain

L'analyse phytoécologique permet de préciser l'effet des facteurs écologiques sur la dispersion, le développement, l'abondance et l'agencement des espèces végétales dans la zone d'étude (Frontier, 1983).

La méthode phytoécologique se propose, à partir d'un tableau des données initiales, de regrouper d'une part les relevés proches par leur composition floristique, d'autre part les espèces présentes dans les mêmes milieux, de rechercher leur signification écologique puis de lier la présence de tel groupe d'espèces à tel type de station (Bertholet., 1997).

Dans ce sens, pour bien analyser et traiter nos données floristiques, nous retiendrions la méthode des profils architecturaux et les méthodes numériques.

#### **2.4.1. Méthode du profil architectural**

Le profil architectural combine la schématisation des structures verticales et horizontales moyennant un transect de largeur et longueur variables. La structure verticale se schématise en introduisant des subdivisions dans le plan vertical et en reportant sur cette grille le remplissage des niveaux pour l'ensemble du plan vertical ou horizontal alors que la structure horizontale consiste en une projection orthogonale du plan horizontal des couronnes permettant de déterminer le degré de remplissage de la canopée par rapport à la surface du sol. L'architecture d'une station forestière désigne la stratification verticale des végétaux et regroupe à la fois la structure verticale et horizontale de cette station. (Otto, 1998). Selon Boudru (1989), la structure d'un peuplement forestier traduit le mode d'agencement spatial de ses individus. En d'autres termes, c'est la répartition des tiges dans un espace horizontal. En retenant la hauteur de la végétation, elle signifie la subdivision du tapis végétal en plusieurs niveaux ou strates : herbacée, arbustive, arborescente et épiphytes.

#### **2.4.2. Méthodes numériques**

Cette partie du travail présente l'approche globale qui porte principalement sur le traitement statistique des tableaux de relevés floristiques appelée méthodes numériques faisant leurs preuves dans le domaine d'étude de la végétation afin d'appréhender la dynamique des groupements végétaux et de mettre en évidence des gradients écologiques par le biais d'analyses statistiques multi variées : analyse factorielle des correspondances (AFC), analyse en composante multiple (ACM) et la classification hiérarchique ascendante (CHA).

L'objet de ces méthodes est de résumer l'information d'un tableau de données en lui donnant une écriture simplifiée sous forme graphique tout en utilisant les calculs d'ajustement qui font appel à l'algèbre linéaire. Elles permettent de traiter en un minimum de temps un nombre important de relevés floristiques. Cette approche d'analyse multi variée a été utilisée en phytosociologie et en phytoécologie par de nombreux chercheurs, notamment : M'Hirit (1982), Fennane (1987), Ezzahiri (1989), Aafi (1995).

Dans cette étude, nous avons opté pour la méthode AFC.

▪ **Analyse factorielle des correspondances (AFC)**

L'une des meilleures techniques appliquée au traitement des données phytoécologiques est certainement celle de l'Analyse Factorielle des Correspondances, c'est sûrement la méthode la plus appropriée pour la discrimination des groupements végétaux.

Dans un premier temps, une AFC a été utilisée pour mettre en évidence les interactions significatives entre les principaux facteurs. Il s'agit notamment de rechercher la meilleure représentation simultanée de deux ensembles constituant les lignes « espèces végétales » et les colonnes « relevés » d'un tableau de données et de tester la liaison entre ces deux ensembles.

Le terme de correspondance dans AFC provient du fait que l'on cherche à mettre les caractères en correspondance. C'est-à-dire que l'Analyse Factorielle des Correspondances décrit la dépendance ou la correspondance entre les ensembles des caractères. Ainsi, l'AFC est essentiellement descriptif. Il ne peut ressortir de cette analyse que les phénomènes qui sont présents dans les données de bases. C'est donc une première étape de l'étude, destinée à appliquer les données. La grande partie de l'exploitation des données découle des observations sur terrain (Raolinandrasana, 1996).

Les résultats de l'analyse sont des tableaux de chiffres et des graphiques. Trois plans principaux ont été retenus pour cette analyse, ceux-ci ont le mérite de représenter à la fois sur la même figure les observations et les variables. Le nuage des points-relevés montre dans ce type d'analyse une structuration indépendante de la valeur des espèces, ce qui atteste bien de l'objectivité de l'AFC. En travaillant sur des numéros (espèces codées), on exclut tout risque de se laisser influencer par des opinions préconçues sur la signification de telle ou telle espèce selon Guinochet (1973).

Les représentations graphiques sont les projections du nuage de points sur les axes principaux, en se souvenant que ce sont les premiers axes qui représentent le mieux le nuage d'après Dervin (1988). Les pourcentages d'inertie associés aux axes permettent d'évaluer le nombre d'axes à prendre en considération ; et l'interprétation des résultats de l'AFC repose sur l'examen des différents renseignements fournis à l'issue du traitement ; à savoir :

- ✚ La contribution relative (CR) mesure la participation d'un individu ou d'une variable à l'inertie d'un axe.
- ✚ Les valeurs propres qui correspondent à l'inertie du nuage de point le long de l'axe absorbant le maximum d'inertie du nuage ;

- ✚ Le taux d'inertie qui correspond au pourcentage de chaque valeur propre par rapport à l'inertie totale du nuage et le cumul d'inertie ;

Une AFC globale sur l'ensemble des données permet de connaître la quantité d'information expliquée par quelques axes factoriels indépendants et de dégager les relations essentielles entre la végétation et le milieu (variables environnementales) (Legendre P et Legendre L., 1984). A partir des données floristiques de différents faciès de végétation, il est possible de mettre en évidence dans l'espace factoriel des successions de groupements végétaux en relation avec les grands gradients écologiques (Bonin et Tatoni., 1990).

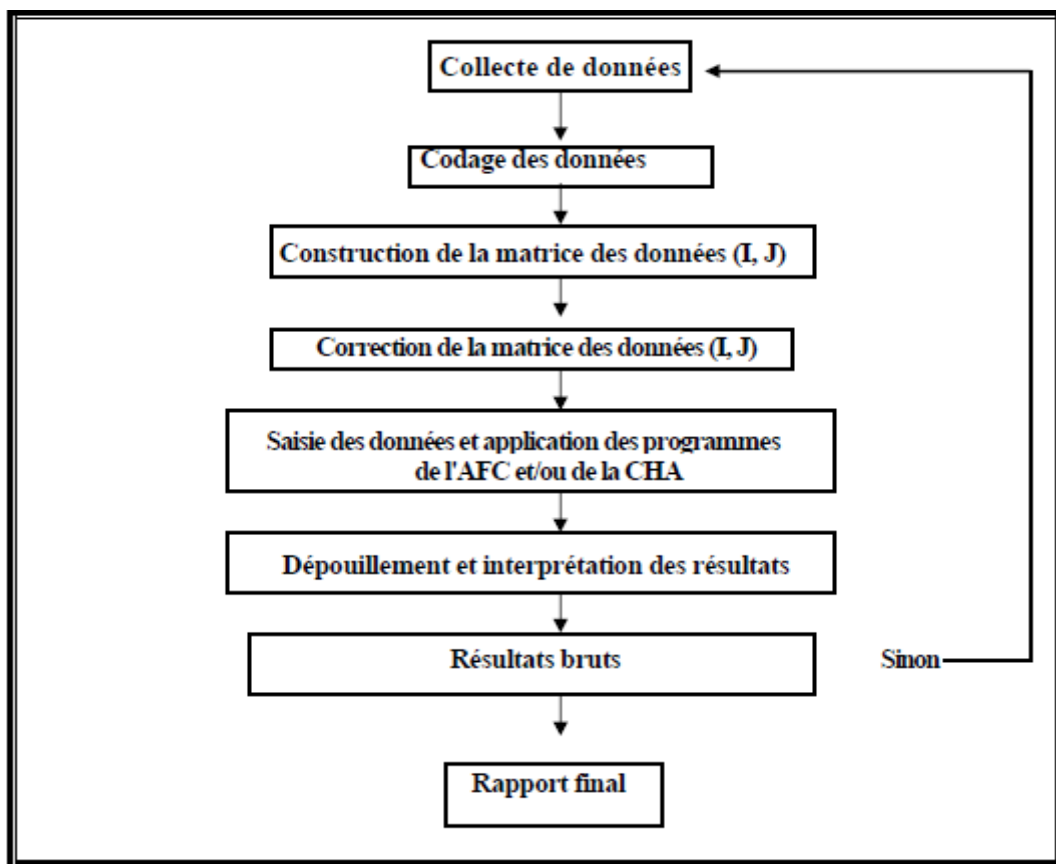


Figure 12 : Organigramme du traitement par l'AFC (Aafi, 1995)

### 3. Approche de perturbations

Les ressources naturelles subissent des pressions anthropiques croissantes qui entraînent des dysfonctionnements des écosystèmes terrestres et des pertes de biodiversité (Roche, 1998). Les processus naturels de succession des végétations sont alors perturbés par l'activité anthropique.

Dans l'étude de l'état d'un écosystème quelconque, il est possible de considérer les facteurs anthropiques comme éléments descripteurs de qualité ou l'état de l'habitat à étudier.

Les facteurs de perturbations auxquels nous nous sommes intéressés lors ce travail sont uniquement anthropiques (piétinement ou fréquentation, surpâturage et déchets urbains) bien qu'il existe d'autres facteurs dits naturels. Ces facteurs de perturbations anthropiques ont été choisis sur la base de l'objectif de notre étude puis étudiés et/ou quantifiés par la notion de présence/absence.

Pour les déchets, nous avons essentiellement qualifié tous les déchets solides principalement les bouteilles en plastique, les sachets plastiques, les canettes présents dans nos relevés ; et pour le pâturage et le piétinement, nous les avons aussi qualifiés dans l'ensemble de nos relevés.



**Photo 8 : Photo représentative du piétinement (Djiré et Konaré, 2019)**



**Photo 9 : Photo illustrative de la présence des déchets plastiques (Djiré et Konaré, 2019)**

# Partie 3

# Résultats et Discussion

## I. Résultats et interprétations

Après 9 campagnes d'échantillonnage dans 3 stations (1, 2 et 3) au niveau de la subéraie de Mizera dans le secteur de Brabtia du Parc National d'El Kala, nous avons pu trouver des résultats biologiques ainsi qu'édaphiques à la suite des calculs et analyses statistiques minutieux.

### 1. Etude édaphique

Les principaux résultats des analyses physiques du sol obtenus sont résumés dans le tableau 11 ci-dessous.

**Tableau 11 : Les résultats des analyses physiques du sol des trois stations**

| Stations           | Station 1        |                  | Station 2        |                  | Station 3        |                       |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| Date               | 18/04/2019       |                  | 18/04/2019       |                  | 18/04/2019       |                       |
| Echantillons<br>n° | 1                | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                     |
| Profondeur<br>(cm) | 0-25             | 0-25             | 0-25             | 0-25             | 0-25             | 0-25                  |
| Granulométrie (%)  |                  |                  |                  |                  |                  |                       |
| Argile             | 20               | 21,3             | 14,6             | 27,0             | 16,2             | 21,3                  |
| Limon              | 51,1             | 46,4             | 52,8             | 54,2             | 42,0             | 30,0                  |
| Sable              | 28,9             | 32,3             | 32,6             | 18,8             | 41,8             | 48,7                  |
| Texture            | Limoneux         | Limoneux         | Limoneux         | Limono-argileux  | Limoneux         | Limono-argilo-sableux |
| Couleurs           | 6YR4/2           | 5YR4/2           | 6YR4/2           | 5Y8/2            | 2YR4/2           | 2YR4/2                |
| Structure          | Particulair<br>e | Particulair<br>e | Particulair<br>e | Particulair<br>e | Particulair<br>e | Particulair<br>e      |
| Humidité (%)       | 9                | 16               | 10               | 9                | 12               | 15                    |

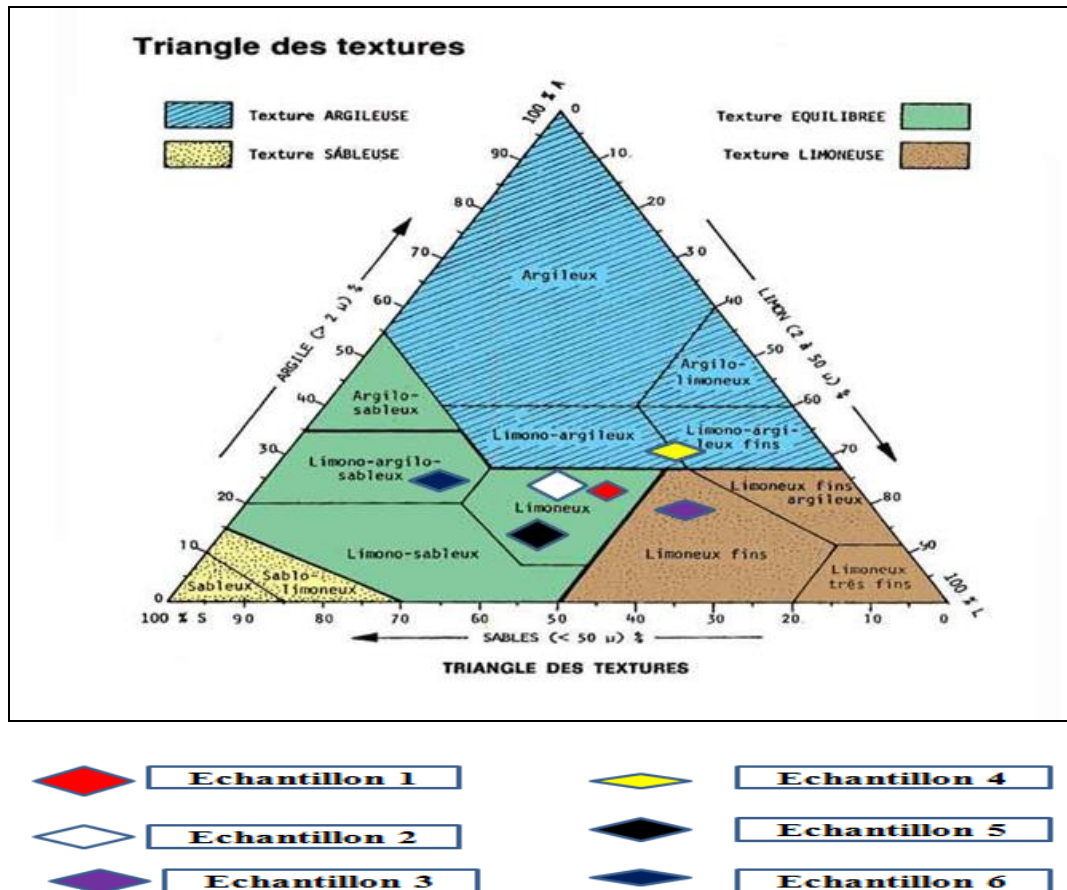


Figure 13 : Diagramme de textures

La texture conditionne directement la structure du sol, et donc la porosité et le régime hydrique. La texture est une propriété stable, ne variant qu'en fonction de l'évolution à long terme du sol, pour laquelle elle est une bonne indicatrice (Gobat et al, 2010).

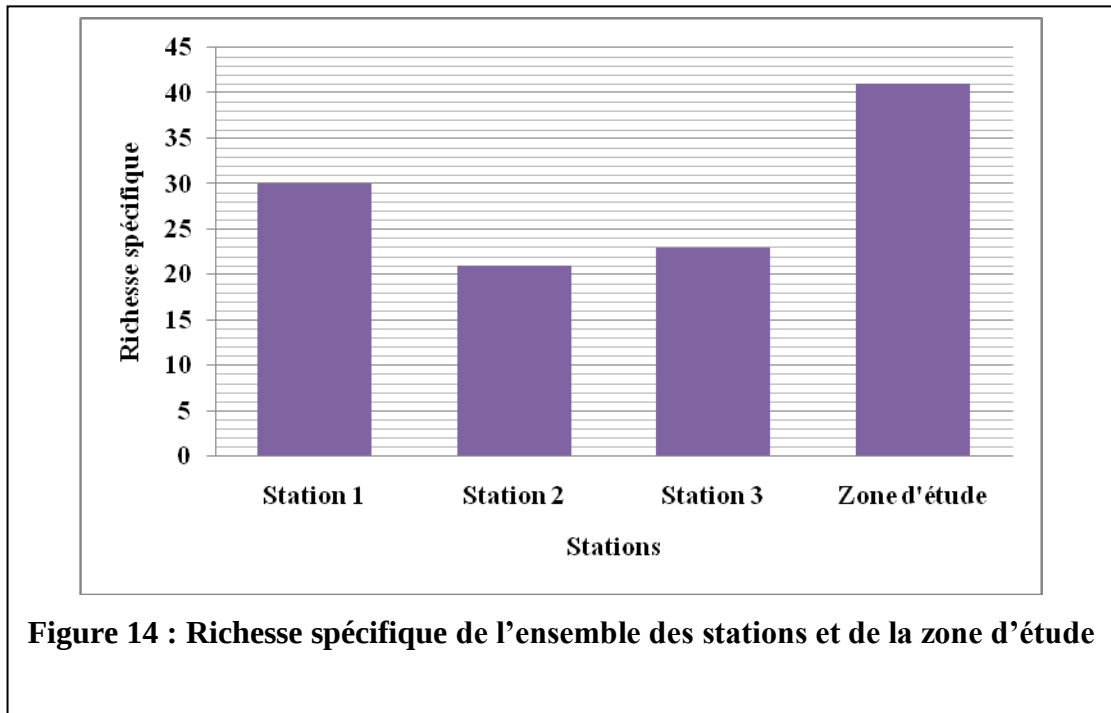
Les types de texture sont définis à partir des pourcentages des trois principales classes d'éléments (argileuse, limoneuse et sableuse) en utilisant le graphique triangulaire de texture (figure 13). La figure 13 nous montre que cinq de nos échantillons (n°1, n°2, n°3, n°4 et n°5) présentent une dominance de texture limoneuse avec un pourcentage variant entre 46,4% et 54,2% et avec une structure particulière alors que seul l'échantillon n°6 présente une dominance de texture limono-argilo-sableuse à une structure aussi particulière.

Le tableau 11 nous montre aussi un enrichissement moyen de nos stations en argiles (14,6-27%). Toujours selon le même tableau nous remarquons une faible teneur en humidité qui varie entre 9 et 16% dans les échantillons analysés.

## 2. Etude phytoécologique

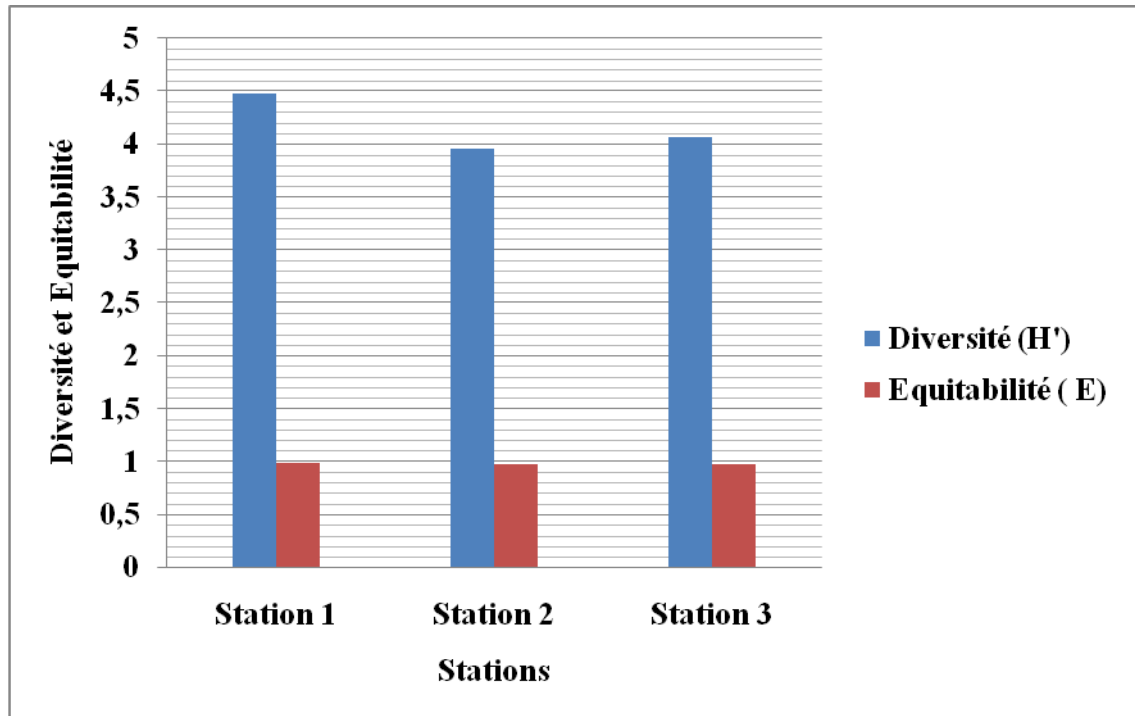
### 2.1. Diversité spécifique de l'habitat

#### 2.1.1. Richesse spécifique



Selon la fig.14, nous remarquons que la station la plus riche est la station 1 représentée par **30** espèces alors que la station la moins riche est celle de la station 2 représentée par **21** espèces par rapport à la station 3 représentée par **23** espèces et à la station 1. Pour l'ensemble de notre site, on compte au total **41** espèces.

### 2.1.2. Indices de diversité et d'équitabilité

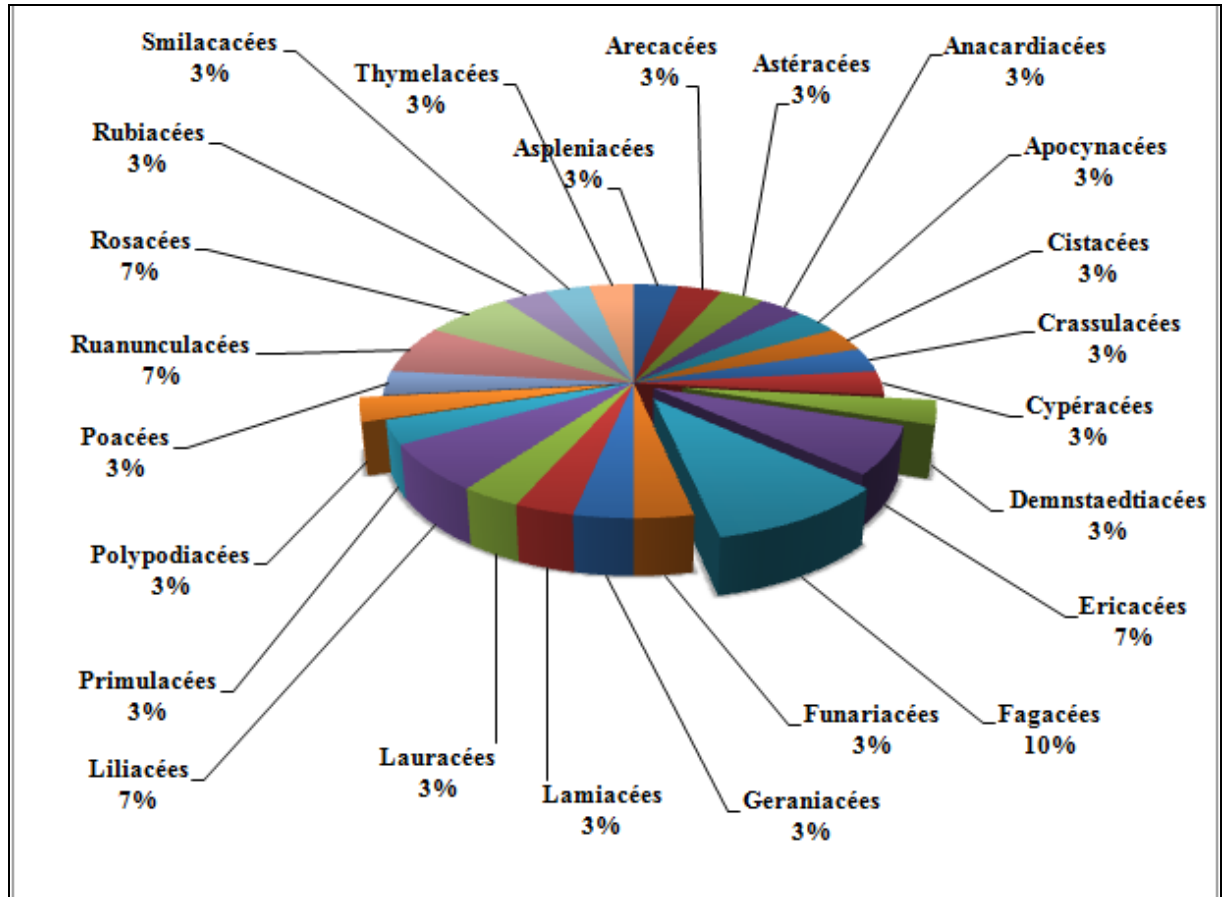


**Figure 15 : Indice de diversité et d'équitabilité des stations et du site**

Le calcul de la diversité spécifique des trois stations (Fig15), montre que le site présente une diversité assez importante ; mettant en évidence que la plus diversifiée étant la station 1 avec un  $H' = 4,48$  bit alors et la moins diversifiée est la deuxième avec un  $H' = 3,96$  bit par rapport à la station 3 qui a un  $H' = 4,06$  bit. Pour l'équitabilité ; les valeurs respectives étant : **0,98 ; 0,97 et 0,97** toutes tendent vers 1. Ces valeurs (Fig15) montrent que la distribution de la flore dans l'habitat au complet et les stations prise une par une présente un équilibre.

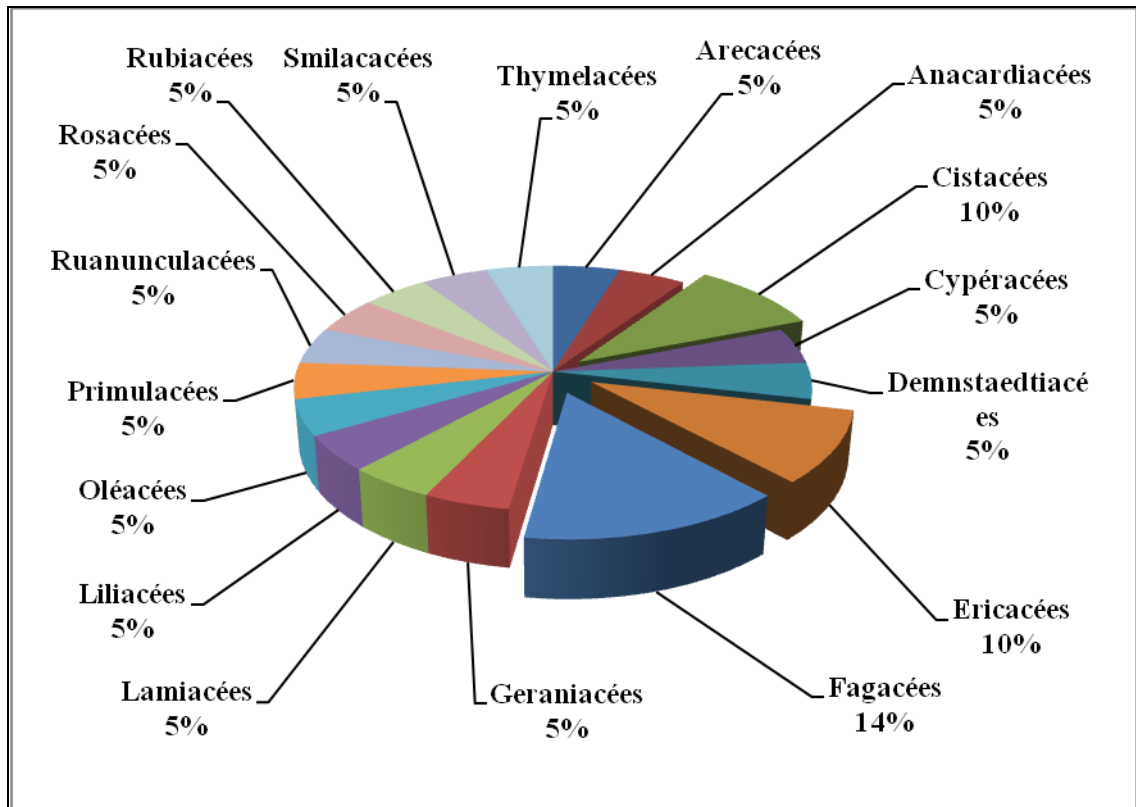
## 2.2. Structure de la végétation

### 2.2.1. Répartition des familles



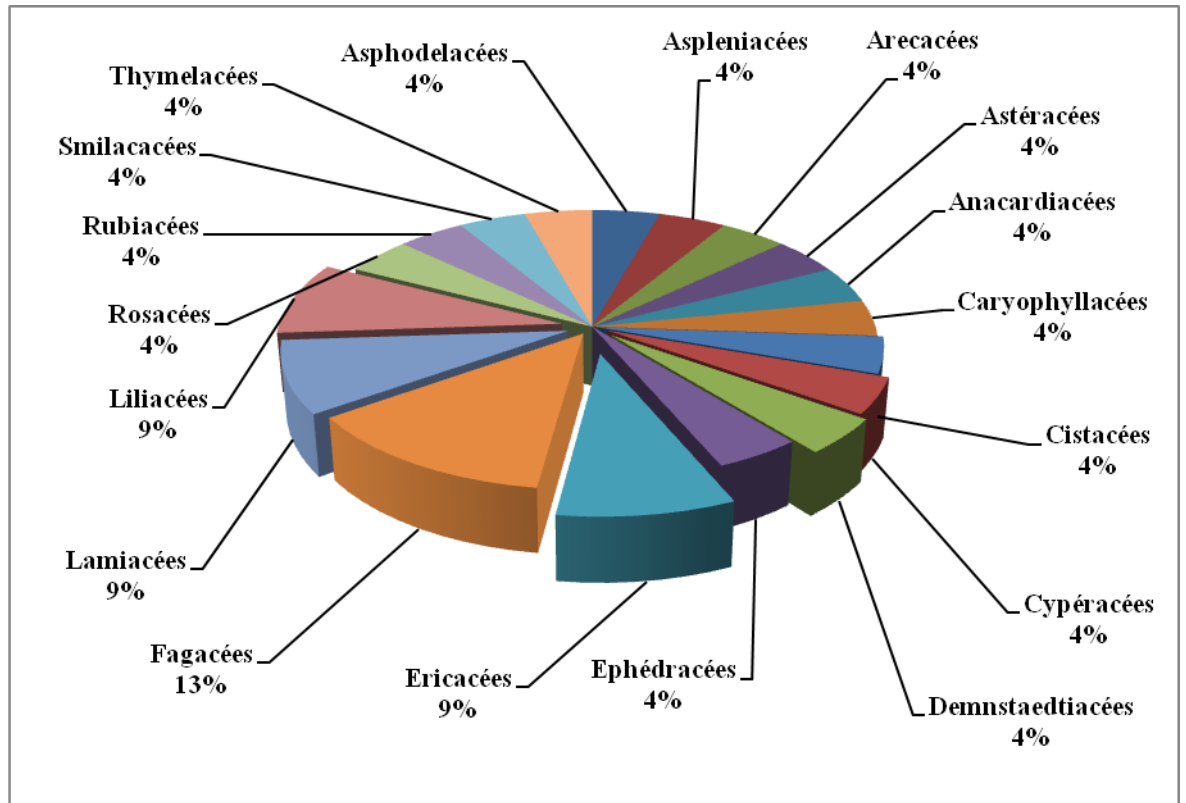
**Figure 16 : Répartition des familles de la station 1**

Pour la première station, nous constatons sur la fig.16 une dominance selon le nombre d'espèces et le pourcentage de celles-ci par ordre décroissant des familles des Fagacées avec **10%** suivi par les Ericacées, les Liliacées et les Ruanunculacées avec **7 %** pour chacune et une faible dominance des autres familles qui ont toutes chacune un pourcentage de **3%**.



**Figure 17 : Répartition des familles de la station 2**

Pour la deuxième station, nous remarquons sur la fig.17 une dominance selon le nombre d'espèces et le pourcentage de celles-ci par ordre décroissant des familles des Fagacées avec **14%** suivi par les Cistacées et les Ericacées avec **10 %** pour chacune et une faible dominance des autres familles qui ont toutes chacune un pourcentage de **5%**.



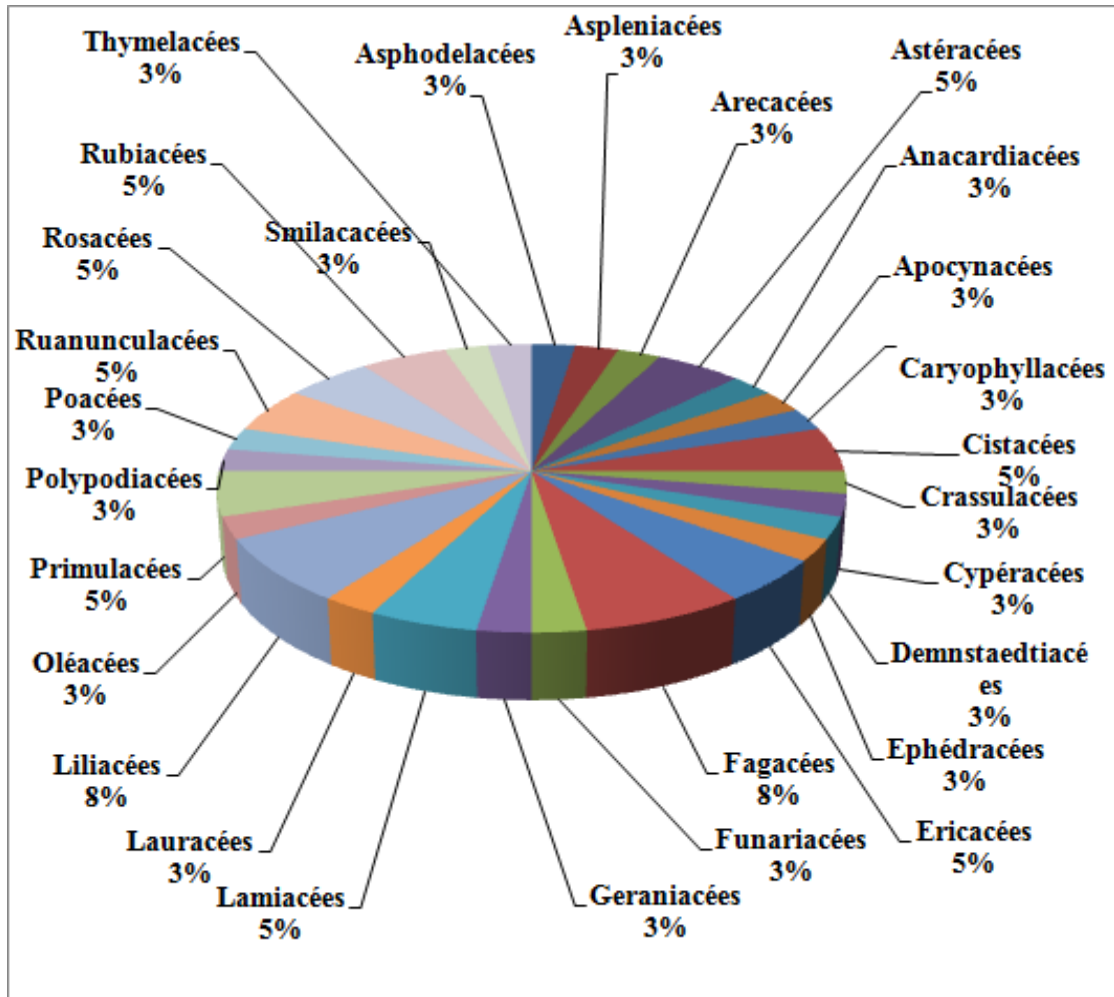
**Figure 18 : Répartition des familles de la station 3**

Pour la dernière station, nous constatons sur la fig.18, une dominance selon le nombre d'espèces et le pourcentage de celles-ci par ordre décroissant des familles des Fagacées avec 13% suivi par les Ericacées, les Liliacées et les Lamiacées avec 9 % pour chacune et une faible dominance des autres familles qui ont toutes chacune un pourcentage de 4%.

**Tableau 12 : Composition en familles, genres et espèces du site**

| Familles        | Nombre de genres | Nombre d'espèces | Pourcentage en espèces (%) |
|-----------------|------------------|------------------|----------------------------|
| Asphodelacées   | 1                | 1                | 2.5                        |
| Aspleniacees    | 1                | 1                | 2.5                        |
| Arecacées       | 1                | 1                | 2.5                        |
| Astéracées      | 2                | 2                | 5                          |
| Anacardiacees   | 1                | 1                | 2.5                        |
| Apocynacés      | 1                | 1                | 2.5                        |
| Caryophyllacées | 1                | 1                | 2.5                        |
| Cistacées       | 2                | 2                | 5                          |
| Crassulacées    | 1                | 1                | 2.5                        |

|                  |           |           |            |
|------------------|-----------|-----------|------------|
| Cypéracées       | 1         | 1         | 2.5        |
| Demnstaedtiacées | 1         | 1         | 2.5        |
| Ephidracées      | 1         | 1         | 2.5        |
| Ericacées        | 2         | 2         | 5          |
| Fagacées         | 2         | 3         | 7.5        |
| Funariacées      | 1         | 1         | 2.5        |
| Géraniacées      | 1         | 1         | 2.5        |
| Lamiacées        | 2         | 2         | 5          |
| Lauracées        | 1         | 1         | 2.5        |
| Liliacées        | 3         | 3         | 7.5        |
| Oléacées         | 1         | 1         | 2.5        |
| Primulacées      | 2         | 2         | 5          |
| Polypodiacées    | 1         | 1         | 2.5        |
| Poacées          | 1         | 1         | 2.5        |
| Ruanunculacées   | 2         | 2         | 5          |
| Rosacées         | 2         | 2         | 5          |
| Rubiacees        | 2         | 2         | 5          |
| Smilacacées      | 1         | 1         | 2.5        |
| Thymelacées      | 1         | 1         | 2.5        |
| <b>Total</b>     | <b>39</b> | <b>41</b> | <b>100</b> |



**Figure 19 : Répartition des familles de la zone d'étude**

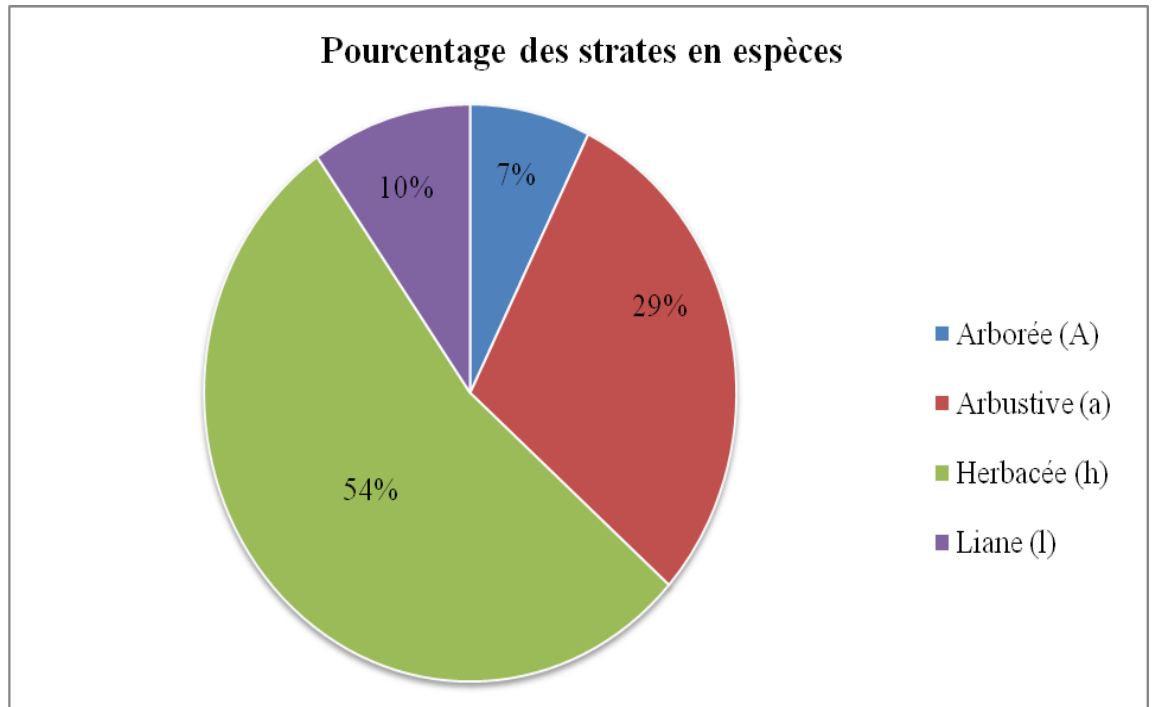
Au niveau de la zone d'étude, l'inventaire réalisé a permis de comptabiliser **41** espèces appartenant à **28** familles et **39** genres (Tab.12).

La figure 19 et le tableau 12 montrent que la répartition générique et spécifique entre les familles est relativement homogène car nous remarquons selon le nombre d'espèces en pourcentage que les familles dominantes et les mieux représentées par ordre décroissant sont : les Liliacées, Fagacées (3 espèces, soit 8% pour chacune) et les Rosacées, Ruanunculacées, Lamiacées, Ericacées, Primulacées, Rubiacées, Astéracées (2 espèces, soit 5% pour chacune) tant dis que les autres familles les moins dominantes sont représentées chacune par une seule espèce, 3%. C'est-à-dire que certaines familles ont un faible pourcentage de présence des espèces par rapport aux autres familles mais écologiquement leur rôle est très important dans le site d'étude il s'agit des : Lauracées, Funariacées et Ericacées.

### 2.2.2. Strates de la végétation

Tableau 13 : Les strates de la végétation

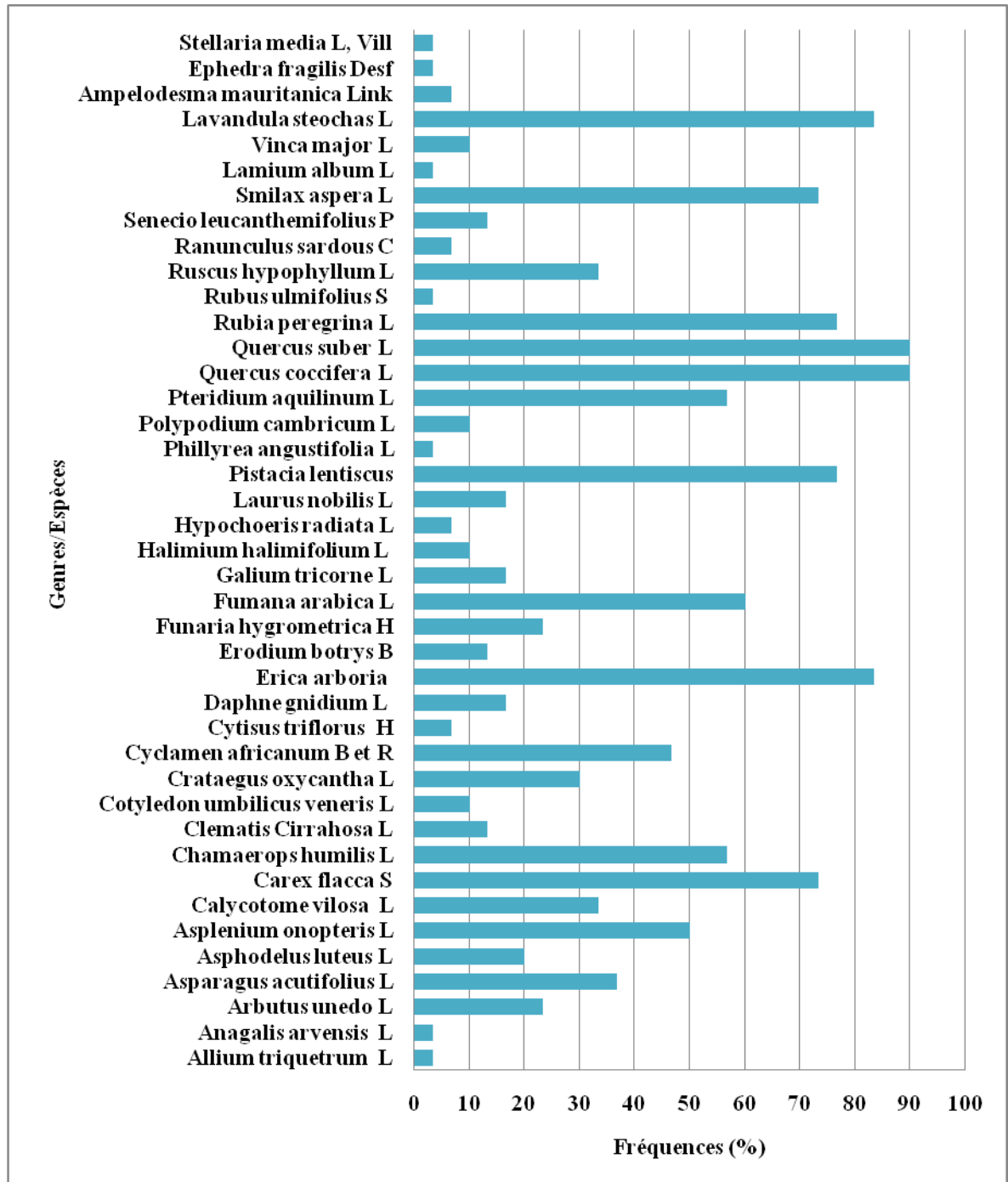
| States                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arborée                                                                              | Arbustive                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Herbacée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Liane                                                                                                                       |
| <i>Quercus coccifera</i> L<br><i>Quercus suber</i> L<br><i>Ephedra fragilis</i> Desf | <i>Arbutus unedo</i> L<br><i>Calycotome villosa</i> L<br><i>Chamaerops humilis</i> L<br><i>Crataegus oxycantha</i> L<br><i>Cytisus triflorus</i> H<br><i>Daphne gnidium</i> L<br><i>Erica arborea</i><br><i>Halimium halimifolium</i> L<br><i>Laurus nobilis</i> L<br><i>Pistacia lentiscus</i><br><i>Phillyrea angustifolia</i> L<br><i>Rubus ulmifolius</i> S | <i>Allium triquetrum</i> L<br><i>Anagalis arvensis</i> L<br><i>Asphodelus aestivus</i> L<br><i>Asplenium onopteris</i> L<br><i>Carex flacca</i> S<br><i>Cotyledon umbilicus</i><br><i>veneris</i> L<br><i>Cyclamen africanum</i> B et R<br><i>Erodium botrys</i> B<br><i>Funaria hygrometrica</i> H<br><i>Fumana thymifolia</i> L<br><i>Galium tricornis</i> L<br><i>Hypochoeris radiata</i> L<br><i>Polypodium cambricum</i> L<br><i>Pteridium aquilinum</i> L<br><i>Rubia peregrina</i> L<br><i>Ruscus hypophyllum</i> L<br><i>Ranunculus sardous</i> C<br><i>Smilax aspera</i> L<br><i>Vinca major</i> L<br><i>Lavandula stoechas</i> L<br><i>Ampelodesma mauritanica</i> Link<br><i>Stellaria media</i> L, Vill | <i>Asparagus acutifolius</i> L<br><i>Clematis Cirrhosa</i> L<br><i>Senecio leucanthemifolius</i> P<br><i>Lamium album</i> L |
| 03 espèces                                                                           | 12 espèces                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 22 espèces                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 04 espèces                                                                                                                  |



**Figure 20 : Le pourcentage des différentes strates**

Cette représentation des strates en fonction des espèces met en évidence la strate la plus représentée en espèces mais également celle la moins représentée. De là sur la fig. 20, on constate que la strate herbacée est la plus représentée avec un pourcentage de **54%** soit plus de la moitié des espèces suivie par la strate arbustive qui est également bien représentée avec un pourcentage de **29%**. Ensuite la strate épiphyte ou lianes occupent la troisième place avec un pourcentage de **10%** tandis que la strate arborée est la moins représentée dans l'ensemble avec un pourcentage de **7%**.

### 2.3. Fréquences



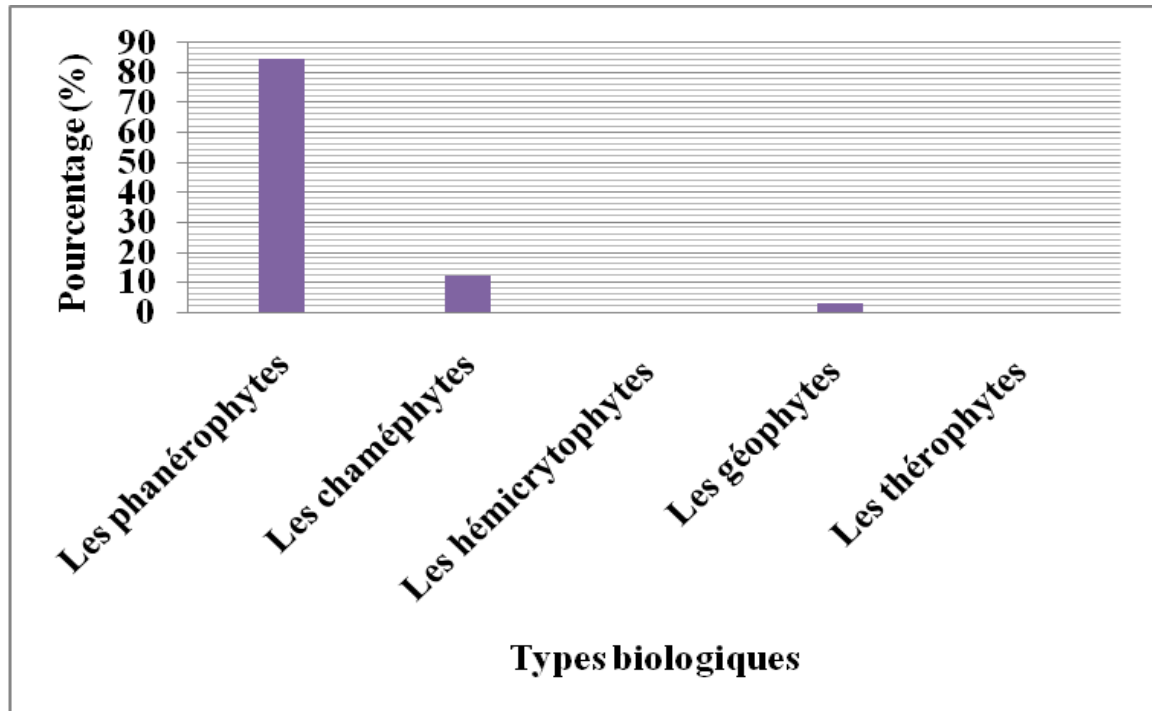
**Figure 21 : Fréquences relatives des espèces rencontrées dans la zone d'étude**

L'analyse de la fig.21 nous permet de distinguer clairement les cinq classes de fréquence des espèces dans l'ensemble de la zone d'étude et nous montre aussi le degré de fidélité de ce groupe des espèces:

- **Classe V** : composée des espèces très constantes ;  $80 < F < 100\%$ . Ces espèces sont : *Quercus coccifera* L, *Quercus suber* L, *Lavandula stoechas* L et *Erica arborea* qui ont respectivement une fréquence de 90% pour chacune des deux premières et 83,33% pour chacune des deux dernières. Ces espèces sont caractérisées par un haut niveau de fréquence relative élevée indiquant leur dominance et leur adaptation optimale aux conditions globales de l'habitat.
- **Classe IV** : composée des espèces abondantes ;  $60 < F < 80\%$ . Elles sont : *Carex flacca* S, *Pistacia lentiscus*, *Rubia peregrina* L et *Smilax aspera* L qui ont respectivement une fréquence de 73,33%, 76,66%, 76,66% et 73,33%.
- **Classe III** : composée des espèces fréquentes avec des taux de fréquence de  $40 < F < 60\%$  comme *Asplenium onopteris* L, *Chamaerops humilis* L, *Cyclamen africanum* B et R, *Fumana thymifolia* L et *Pteridium cambricum* L. Parmi ces espèces, il y a *Chamaerops humilis* présentant une valeur écologique très significative : c'est une plante médicinale et joue aussi le rôle de rétention du sol d'où son rôle protecteur de certaines espèces du milieu.
- **Classe II** : composée des espèces rares avec des taux de fréquence de  $20 < F < 40\%$ . Ces espèces sont : *Arbutus unedo* L, *Asparagus acutifolius* L, *Calycotome villosa* L, *Crataegus oxycantha* L, *Funaria hygrometrica* H et *Ruscus hypophyllum* L. On remarque que plus de 14% des espèces présentes dans le site sont rares soit 6/41. Ce qui prouve leur faible adaptation aux conditions du milieu étudié.
- **Et classe I** : composée des espèces très rares avec des taux de fréquence de  $0 < F < 20\%$ . Elles sont : *Allium triquetrum* L, *Anagalis arvensis* L, *Asphodelus thymifolia* L, *Clematis cirrhosa* L, *Cotyledon umbilicus* L, *Cytisus triflorus* H, *Daphne gnidium* L, *Erodium botrys* B, *Galium tricornis* L, *Halimium halimifolium* L, *Hypochoeris radiata* L, *Laurus nobilis* L, *Phyllyrea angustifolia* L, *Polypodium cambricum* L, *Rubus ummifolius* S, *Ranunculus sardous* C, *Senecio leucanthemifolius* P, *Lamium album* L, *Vinca major* L, *Ampelodesma mauritanica* Link, *Ephedra fragilis* Desf et *Stellaria media* L, Vill.

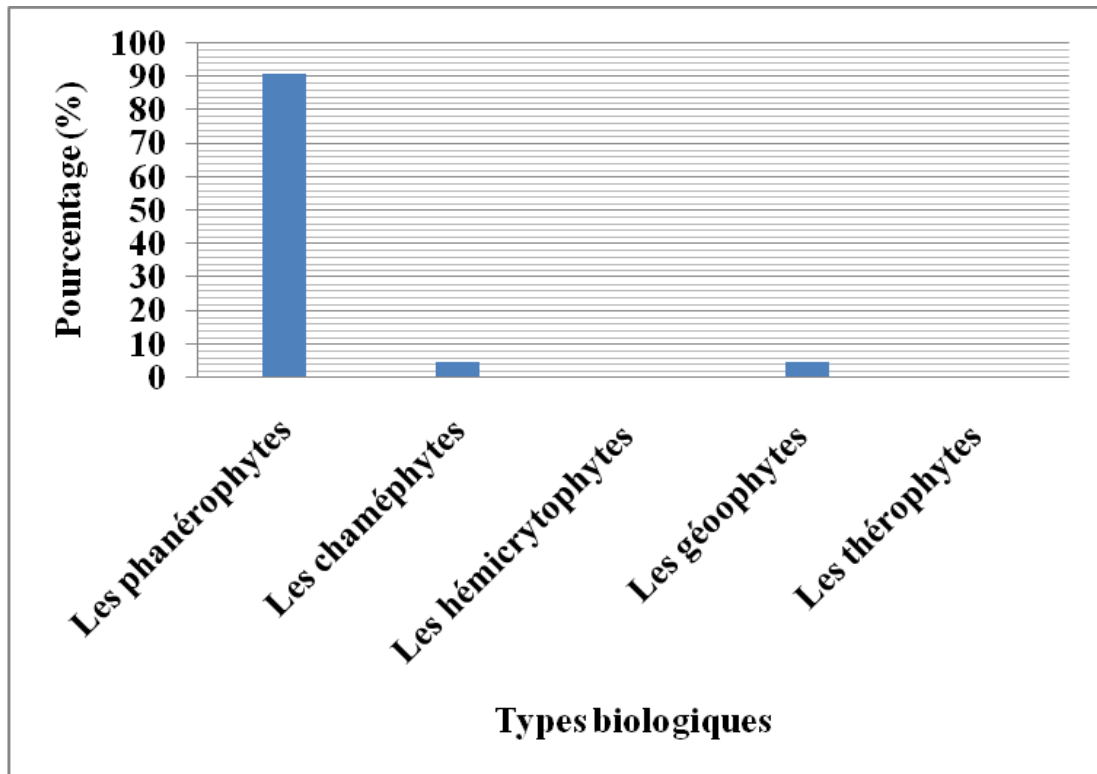
Nous constatons que plus de 53% des espèces soit 22/41 présentes dans notre zone d'étude sont qualifiées comme très rares et considérées comme vulnérables dans le site.

#### 2.4. Spectre biologique de la flore



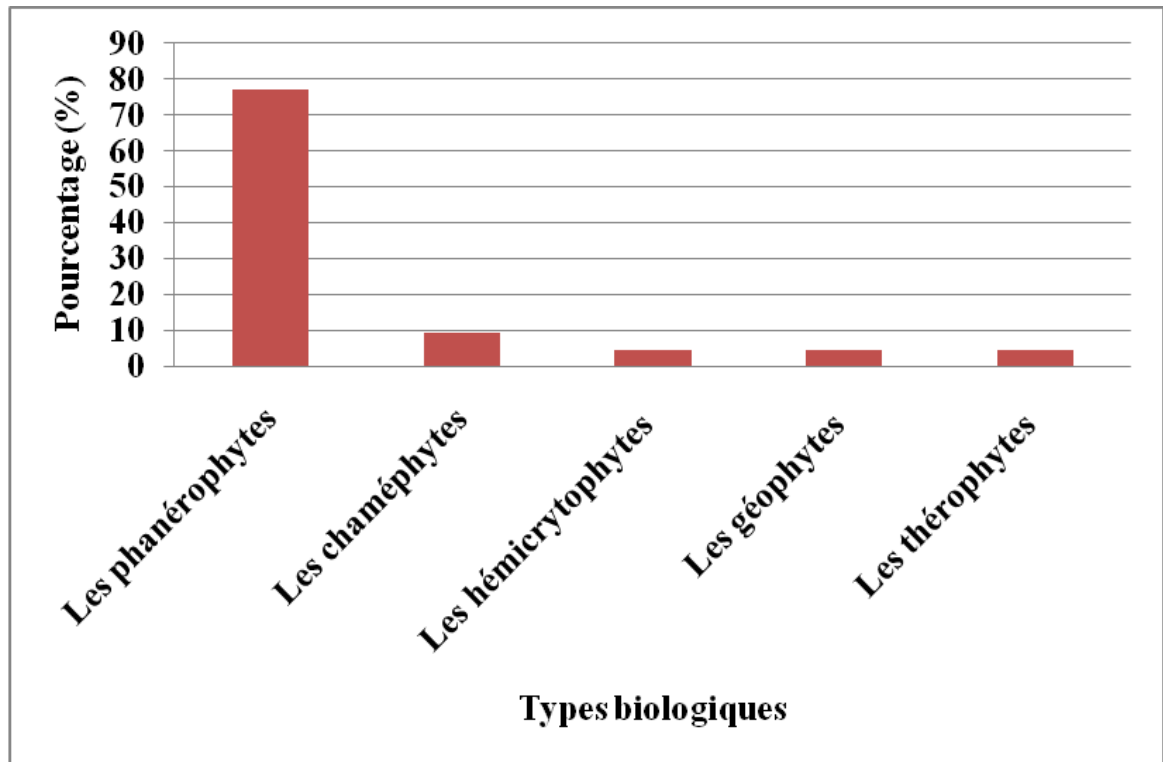
**Figure 22 : Répartition des types biologiques de la station 1**

Sur la fig.22, nous observons une présence significative des phanérophytes dans la station 1 avec un pourcentage de **85%** suivies par une très faible représentativité des chaméphytes et géophytes avec des pourcentages respectifs de **12 %** et **3%**. Néanmoins, les hémicryptophytes et thérophytes sont quasi-absentes dans cette station.



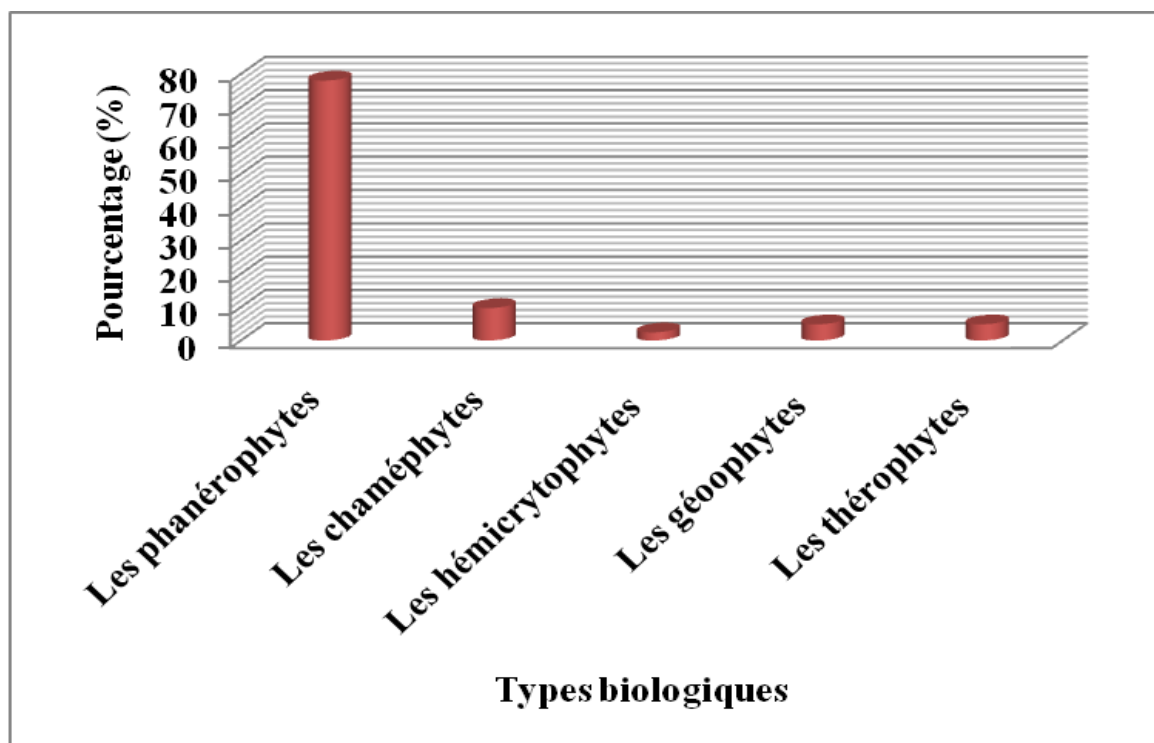
**Figure 23 : Répartition des types biologiques de la station 2**

La fig. 23 nous montre toujours une forte présence des phanérophytes dans la station 2 avec un pourcentage de **91%** suivies par une très faible représentativité des chaméphytes et géophytes avec des pourcentages respectifs de **4 %** et **5%**. Néanmoins, les hémicryptophytes et thérophytes sont aussi quasi-absentes dans cette station.



**Figure 24 : Répartition des types biologiques de la Station 3**

Dans la station 3, la fig.24 nous montre toujours encore une présence élevée des phanérophytes avec un pourcentage de 77% suivies par une très faible représentativité des chaméphytes, hémicryptophytes, géophytes et thérophytes avec des pourcentages respectifs de 9%, 4%, 5% et 5%. Dans cette station, nous remarquons la présence de tous les types biologiques.



**Figure 25 : Répartition des types biologiques de la zone d'étude**

La fig.25 nous montre que les phanérophytes présentent le taux le plus élevé avec **78 %** suivis par les chaméphytes avec un taux de **10%**. Par contre, les géophytes, thérophytes et hémicryptophytes présentent les taux respectifs les moins élevés (5%, 5% et 2%). La grande représentativité des phanérophytes témoigne une bonne existence des formations forestières et/ou pré-forestières dans la zone d'étude.

## 2.5. Etude biogéographique de la flore

**Tableau 14 : Les types biogéographiques de la zone d'étude**

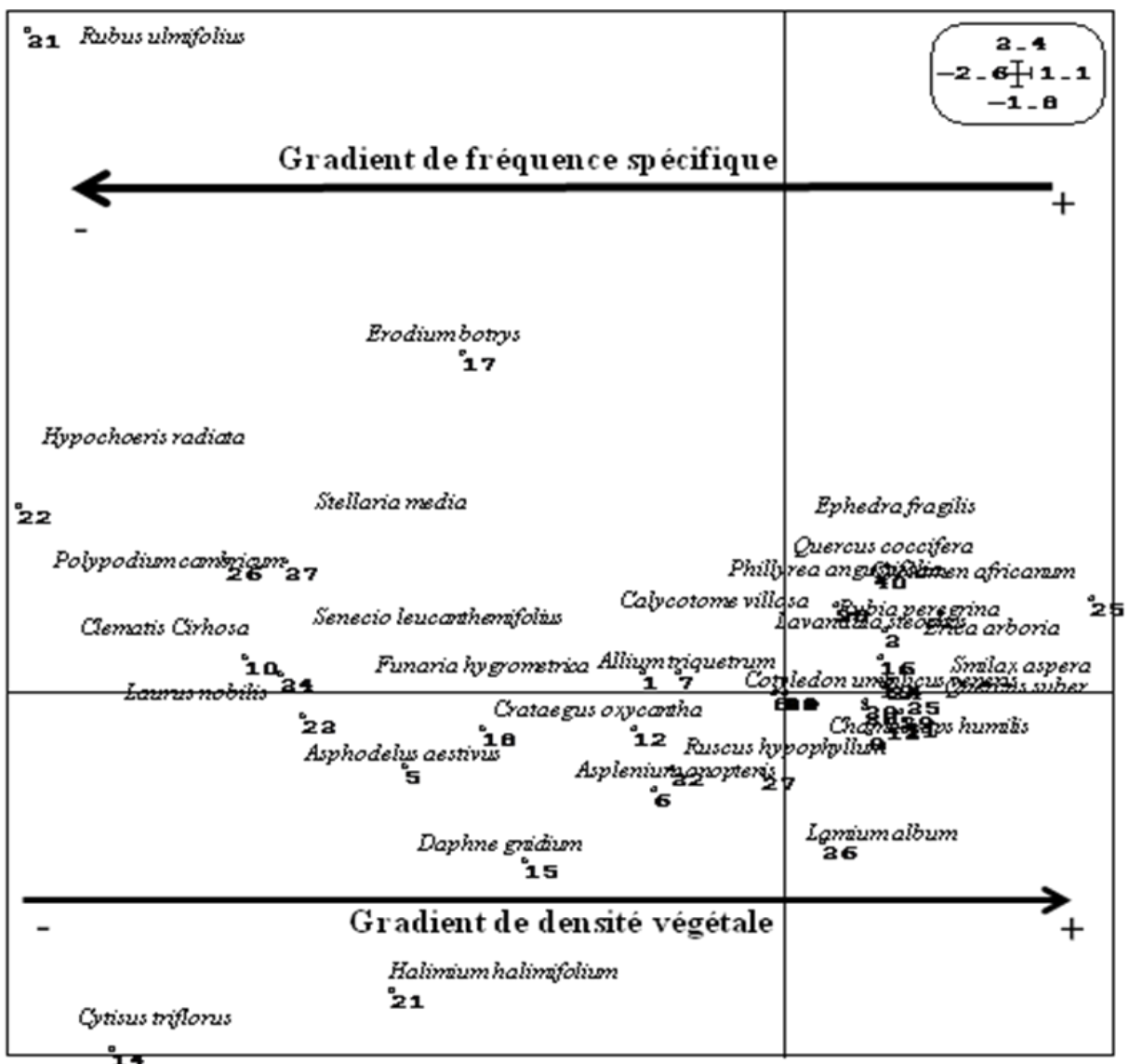
| Types biogéographiques     | Abréviations | Nombre d'espèces | Pourcentage (%) |
|----------------------------|--------------|------------------|-----------------|
| Méditerranéen              | Méd          | 16               | 39,02           |
| Méditerranéen              | Méd.Occ      | 1                | 2,45            |
| Méditerranée-Atlantique    | Méd.At       | 2                | 4,88            |
| Européen-Méditerranéen     | Eur-Méd      | 2                | 4,88            |
| Canaries-Méditerranéen     | Canar-Méd    | 1                | 2,45            |
| Macaronésien-Méditerranéen | Macar-Méd    | 1                | 2,45            |



39,02% soit 16 espèces sur 41, suivies par des espèces de type cosmopolite avec 5 espèces soit 12,19%.

Les types Ouest-Méditerranéen et Eurasiatique-Africain-Septentrionale, occupent la troisième position dans la zone d'étude avec pour chacun un pourcentage de 7,32% soit 3 espèces sur 41 suivies par les types Méditerranéen-Atlantique et Européen-Méditerranéen qui occupent la quatrième place dans la zone d'étude avec pour chacun un pourcentage de 4,88% soit 2 espèces sur 41. Pour les types Méditerranéen-Occidentale, Canaries-Méditerranéen, Macaronésien-Méditerranéen, Euro-Méridional-Africain-Septentrionale, Endémique d'Algérie, Eurasiatique et Sub-Cosmopolite sont relativement moins présents avec pour chacun un pourcentage de 2,44% soit 1 espèce sur 41.

## 2.6. Analyse phytoécologique : AFC (analyse factorielle en composante)



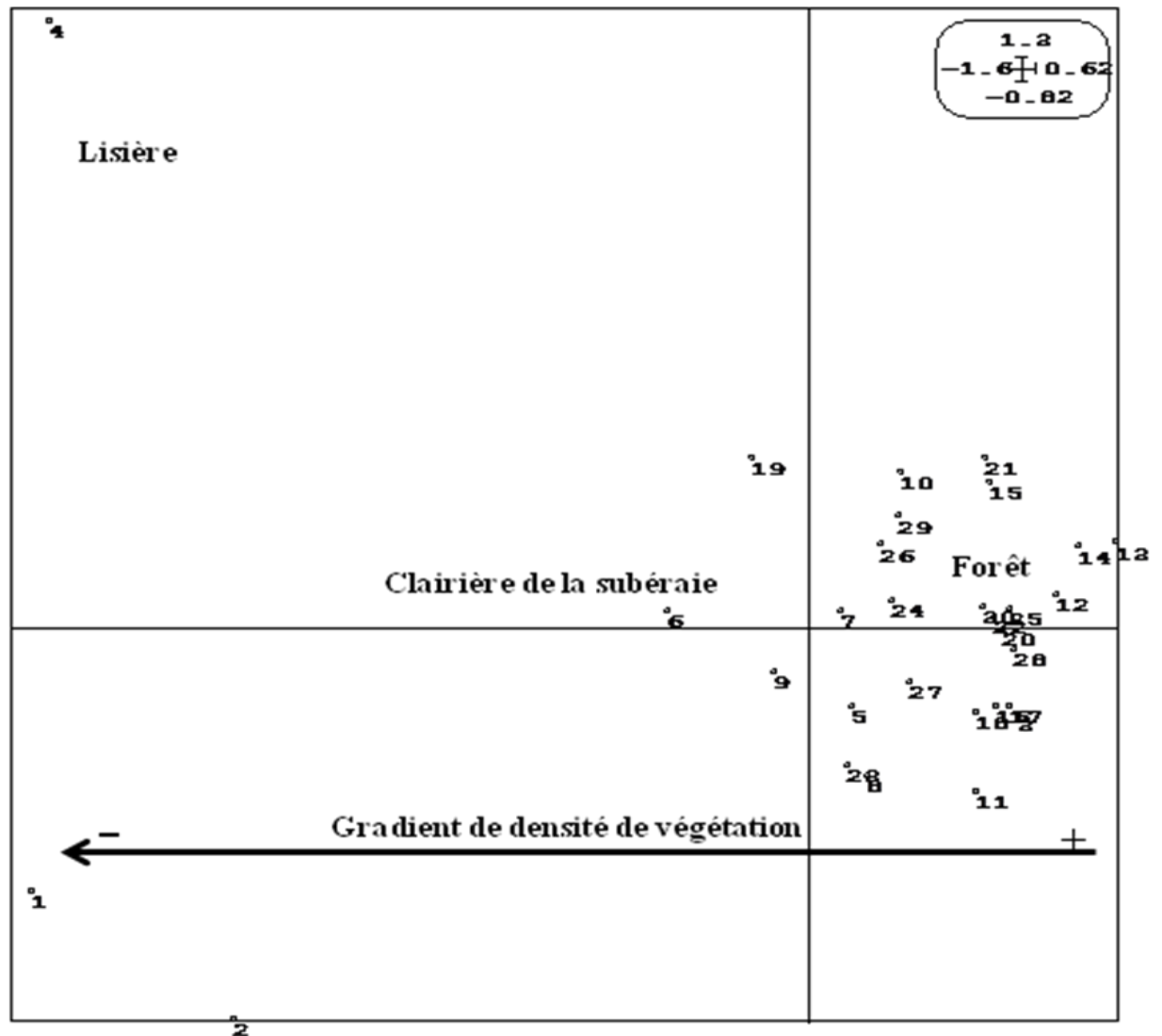
**Figure 27 : AFC ; Axe. 1-2. Distribution de 41 espèces sur 30 relevés selon les facteurs : fréquence spécifique et densité de végétation de chaque station étudiée**

L'analyse factorielle de correspondances est un traitement statistique des données surtout en phytoécologie, nous permet de rechercher la significativité écologique du milieu forestier en s'appuyant sur la confrontation des espèces à fortes contributions relatives et à sa répartition d'une part du côté positif et d'autre part du côté négatif de chacun des axes factoriels.

C'est-à-dire, il s'agit de classifier les espèces végétales en les répartissant en groupe d'observations homogènes en telle sorte que chaque groupe d'observation soit bien différencié des autres.

L'analyse factorielle (Fig.27), met en évidence une distribution spécifique des espèces dans les trois stations gérées par deux gradients :

- Un gradient lié à la fréquence de chaque espèces trouvées dans l'ensemble de l'habitat ; séparant ainsi les espèces rares telle *Rubus ulmifolius*, *Cytisus triflorus* et *Erodium botrys*. Les espèces assez communes telles *Halimium halimifolium*, *Daphne gnidium*. En dernier les espèces très communes de l'ensemble des stations telles : *Pistacia lentiscus*, *Calycotome villosa*, *Smilax aspera* et *Crataegus oxyacantha*.
- Un gradient lié à la densité de végétation de chaque station étudiée ; séparant ainsi l'habitat en trois groupement : un groupement psammophile situé à la lisière de la forêt, un groupement des clairières et un dernier forestier.



**Figure 28 : AFC ; Axe. 1-2. Distribution de 30 relevés selon le facteur densité de végétation**

L'analyse factorielle (Fig.28), met en évidence une distribution spécifique des relevés dans les trois stations gérées par le gradient de densité de la végétation qui subdivise régressivement notre en trois sous-habitats : **forêt** → **clairière** → **lisière** ou progressivement toujours en sous-habitats : **lisière** → **clairière** → **forêt**.

Selon la fig.28, la lisière est représentée par les relevés n° 1-4 caractérisés par une végétation moins dense et dégradée.

Pour la clairière, elle est représentée par les relevés (n°5, 6, 7, 8, 9 et 19) qui caractérisent une végétation moyennement dense alors la forêt est représentée par les autres relevés caractérisant une végétation assez dense (Fig.28).

### 3. Etude de perturbation

Les tableaux n°15, 16 et 17 et la figure 29 représentent un modèle représentatif de l'ampleur des facteurs de perturbation du milieu rencontrés notamment le pâturage, les piétinements et les déchets solides dans notre site d'étude. Dans ce modèle que nous avons conçu, la lettre **A** correspond à l'absence du perturbateur, la **P** correspond à la présence du perturbateur et la **P+** correspond à une présence significative du perturbateur.

**Tableau 15 : Statut de perturbation de la station1**

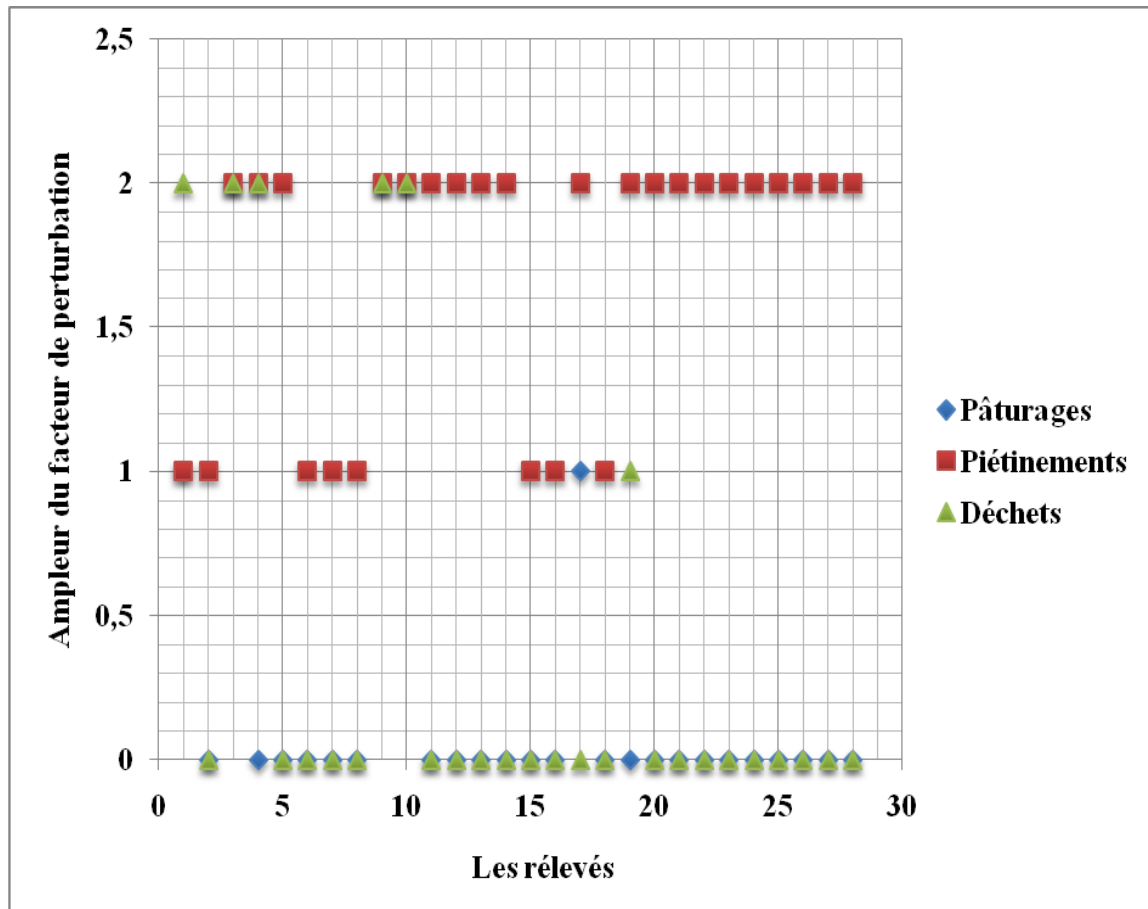
| Station             | Station 1 |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|---------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| N° des relevés      | R1        | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 |
| <b>Facteurs</b>     |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>Pâturages</b>    | A         | A  | A  | A  | A  | A  | A  | A  | A  | A   |
| <b>Piétinements</b> | P         | P  | P+ | P+ | P+ | A  | A  | P  | P  | P   |
| <b>Déchets</b>      | P+        | A  | P+ | P+ | A  | A  | A  | A  | A  | A   |

**Tableau 16 : Statut de perturbation de la station2**

| Station            | Station 2 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| N° des relevés     | R11       | R12 | R13 | R14 | R15 | R16 | R17 | R18 | R19 | R20 |
| <b>Facteurs</b>    |           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>Pâturages</b>   | P+        | P+  | A   | A   | A   | A   | A   | A   | P   | A   |
| <b>Piétinement</b> | P+        | P+  | P+  | P+  | P+  | P+  | P   | P   | P+  | P   |
| <b>Déchets</b>     | P+        | P+  | A   | A   | A   | A   | A   | A   | A   | A   |

**Tableau 17 : Statut de perturbation de la station3**

| Station             | Station 3 |     |     |    |     |     |     |    |     |     |
|---------------------|-----------|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| N° des relevés      | R21       | R22 | R23 | R4 | R25 | R26 | R27 | R8 | R29 | R30 |
| <b>Facteurs</b>     |           |     |     |    |     |     |     |    |     |     |
| <b>Pâturages</b>    | A         | A   | A   | A  | A   | A   | A   | A  | A   | A   |
| <b>Piétinements</b> | P+        | P+  | P+  | P+ | P+  | P+  | P+  | P+ | P+  | P+  |
| <b>Déchets</b>      | A         | A   | A   | A  | A   | A   | A   | A  | A   | A   |



**Figure 29 : L'ampleur des facteurs de perturbations dans la zone d'étude**

La fig.29 représente l'ampleur des facteurs de perturbation dans les trois stations d'étude. Sur cette figure, les stations sont représentées par les relevés qui varient de 1 à 30 soit (1 à 10) pour la station 1, (11 à 20) pour la station 2 et (21 à 30) pour la station 3. Et pour l'ampleur du perturbateur, l'absence est exprimée en valeur 0, la présence est exprimée en valeur 1 et la présence significative est exprimée en valeur 2.

Nous remarquons sur la fig.29 que le piétinement est présent dans toutes les stations et présent significativement dans la station 3 avec une valeur de 2. Les déchets solides occupent la seconde place, qui sont présents dans les deux premières stations (1 et 2) surtout considérables dans la première station avec une valeur de 2 par rapport à la deuxième station. En ce qui concerne le pâturage, sa présence est observée dans la station 2 avec une valeur de 1. Donc nous pouvons affirmer que le facteur de perturbation le plus observé dans notre zone d'étude est le piétinement.

## **II. Discussion**

### **▪ Etude édaphique**

Les résultats du sol nous ont montré que dans l'ensemble de notre site d'étude, la texture limoneuse est la plus représentée par rapport aux autres textures soit dominante dans 5 échantillons sur 6 (Tableau 11 et Fig.13).

La prédominance de limons correspond généralement à une stabilité structurale très sensible à la dégradation (Le-Houérou, 1992), ce qui prouve que l'ensemble de nos stations d'étude sont très sensibles à la dégradation d'où la sensibilité de notre site d'étude à l'érosion du sol.

Les sols les plus sensibles sont les sols limoneux car les limons sont facilement détachés de la matrice du sol et transportés. Les sables grossiers ont également une très faible cohésion, mais parce que ce sont des particules plus grosses que les limons et les sables fins, elles sont moins facilement transportées (De Bélair, 1996). Néanmoins, notre site bénéficie un enrichissement non négligeable du sol en argile presque dans toutes les stations.

L'enrichissement du sol en argile permet de donner des propriétés aux sols, notamment leur capacité de rétention en eau, et de faciliter leurs processus pédogénétiques avec un ralentissement de l'écoulement de l'eau en période sèche, cas d'un climat typiquement méditerranéen (Aubert, 1989), ce qui veut dire que le tapis pédologique de notre zone présente aussi une capacité de rétention en eau favorisant le développement optimal de la forêt.

Dans l'ensemble de nos stations, il est observé une humidité moins importante du sol.

Ce constat de l'humidité relativement moyenne du sol est dû très probablement à l'action de températures élevées en période sèche fissurant les sols et entraînant une forte perte d'eau par évaporation.

Pour la couleur du sol, les résultats confirmant l'appartenance du sol de notre site à la gamme YR (jaune-rouge) (Tableau 11).

La gamme YR, de la couleur à laquelle ces types de sols appartiennent, confirme une décarbonation augmentant la quantité de matières organiques (Sebai, 1998), ce qui montre presque que l'ensemble de nos stations sont riches en matières organiques. Et cela est propice au développement des plantes.

### **▪ Phytoécologie**

Comme l'affirmaient (Daget, 1976 et Bachelet, 1979), une valeur élevée de  $H'$  correspond à un peuplement riche en espèces dont la distribution d'abondance est équilibrée. A l'inverse, une valeur faible correspond à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'espèces.

La diversité spécifique ( $H'$ ) dans l'habitat étudié est assez importante ; avec **(4,48 bit)** pour la première station, **(4,06 bit)** pour la deuxième station et **(3,96 bit)** pour la dernière station (Fig.15). Ce résultat nous indique la complexité de notre région d'étude vu qu'elle présente un caractère climax selon les études antérieures (Haou, 1999 et Haou, 2014). Malgré que l'habitat a été considéré comme climax depuis plusieurs années, l'architecture végétale a montré que dans certains relevés la strate arborée est supplanté par la strate arbustive, vu l'importance de dégradation de cet habitat récemment (Fig.20). De plus il ya le paramètre d'ensablement qui cause un envahissement de la lisère forestière par *Halimium halimifolium* (Fig.27 et Fig.28). Ces constatations de terrain et d'analyse statistique nous ont permis de qualifier notre site en subéraie en stade de sénescence (Stade d'évolution régressive caractérisé par un équilibre de distribution spécifique) (Fig.15).

La diversité varie en fonction de la richesse du peuplement et de la distribution d'abondance des espèces de ce dernier. Plus la richesse est élevée et plus la distribution d'abondance équilibrée, plus la diversité est forte. La valeur de  $H'$  traduit généralement un degré élevé de complexité et de maturité d'un peuplement et, par là même, la complexité des facteurs mis en jeu dans l'environnement. Dans l'ensemble de nos stations, 4 espèces sur 41 sont considérées comme espèces très constantes soit 9,75% de la richesse spécifique qui sont : *Quercus coccifera* L, *Quercus suber* L, *Lavandula steochas* L et *Erica arborea*. Ces espèces sont caractérisées par un haut niveau de fréquence relative élevée ( $80 < F < 100\%$ ) indiquant leur dominance et leur adaptation optimale aux conditions globales de l'habitat (Fig.21). En d'autres termes, ces espèces ont une large amplitude écologique au niveau de l'habitat et participant majoritairement à la formation des matorrals thermo-xérophiles du site d'étude. Parmi ces quatre espèces, nous avons les deux *Quercus* (*suber* et *coccifera*) qui sont les plus constantes par rapport aux *Lavandula steochas* L et *Erica arborea*. Ces deux *Quercus* sont des essences est sempervirentes et endémiques de la Méditerranée. Ce sont des espèces thermo-xérophiles qui se développent sur un sol acide moyennement caillouteux. Ce qui les permet de se maintenir dans les stations les plus variées de la zone d'étude d'où leur fréquence constante dans l'habitat. Quant à la présence constante de *Lavandula steochas* L, elle nous incite beaucoup à augmenter les actions de conservation et de gestion de la forêt. C'est une espèce aromatique et/ou médicinale. Elle fait partie aussi des espèces thermo-xérophiles dans la zone d'étude.

Et selon Frontier (1983),  $H'$  est nul si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule espèce (taxon), il est minimal si une espèce domine le

peuplement et il est maximal quand toutes les abondances sont réparties équitablement entre les espèces (taxons). Dans notre site, nous comptons 4 espèces abondantes telles que *Carex flacca* S, *Pistacia lentiscus*, *Rubia peregrina* L et *Smilax aspera* L. Ces espèces sont caractérisées par un niveau de fréquence relative élevée de  $60 < F < 80\%$ . Parmi ces espèces, nous avons le *Pistacia lentiscus*, une essence qui pousse et croît à l'état spontané (Fig.21). Cette essence présente sous forme d'agrégats et elle occupe une aire de répartition importante dans la constitution de la structure et l'architecture des matorrals. Le *Pistacia lentiscus* est une espèce très inflammable et très combustible, et donc très vulnérable aux incendies. Elle est aussi une espèce médicinale ; c'est un arbuste des maquis de toute la région Méditerranéenne.

Pour encore appuyer l'équilibre de la distribution en espèces, la diversité et la complexité écologique dans la zone d'étude, l'indice d'équitabilité s'ajoute à H'. Cet indice est de et **0,98** dans la station 1 et **0,97** dans les stations 2 et 3 (Fig.15). Ce qui prouve encore que toutes les stations sont bien diversifiées en espèces dont la distribution d'abondance des espèces est équilibré.

D'après Barbault (2008), l'équitabilité varie de 0 à 1 : elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une même espèce et elle est de 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. Quand E est élevé au-delà de 75% nous avons affaire à un peuplement équilibré. Si E est proche de 1, la diversité observée est proche de la diversité maximale.

Dans la zone d'étude, nous avons 5 espèces qui sont considérées comme fréquentes telles que : *Asplenium onopteris* L, *Chamaerops humilis* L, *Cyclamen africanum* B et R, *Fumana thymifolia* L et *Pteridium cambricum* L. Dans ce groupe d'espèces, il y a *Chamaerops humilis* présentant une valeur écologique très significative : c'est une plante médicinale et joue aussi le rôle de rétention du sol d'où son un rôle protecteur de certaines espèces du milieu. Il y a aussi le *Cyclamen africanum* qui, par sa présence importante dans les stations d'étude et par son statut endémique d'Algérie exige une protection intégrante de la zone.

Par contre, à l'intérieur de notre site d'étude, nous comptons 6 espèces considérées comme rares soit 14% de la richesse spécifique à savoir : *Arbutus unedo* L, *Asparagus acutifolius* L, *Calycotome villosa* L, *Crataegus oxycantha* L, *Funaria hygrometrica* H et *Ruscus hypophyllum* L. La présence de *Calycotome villosa* L montre un début de dégradation de l'écosystème. C'est une espèce indicatrice de dégradation de l'habitat. En fin dans la zone d'étude, les résultats nous ont fait ressortir **22** espèces considérées comme

très rares à savoir : *Allium triquetrum* L, *Anagalis arvensis* L, *Asphodelus aestivus* L, *Clematis cirrhosa* L, *Cotyledon umbilis veneris* L, *Cytisus triflorus* H, *Daphne gnidium* L, *Erodium botrys* B, *Galium tricornis* L, *Halimium halimifolium* L, *Hypochoeris radiata* L, *Laurus nobilis* L, *Phyllyrea angustifolia* L, *Polypodium cambricum* L, *Rubus ummifolius* S, *Ranunculus sardous* C, *Senecio leucanthemifolius* P, *Lamium album* L, *Vinca major* L, *Ampelodesma mauritanica* Link, *Ephedra fragilis* Desf et *Stellaria media* L, Vill qui ont de fréquences très faibles de  $0 < F < 20\%$  (Fig.15). Ce sont des espèces considérées comme vulnérables par leur abondance très réduite dans la zone d'étude. Cela nous fait penser plus fortement à un risque de disparition de ces espèces dans le temps. Parmi ces espèces, nous trouvons *Laurus nobilis* L qui, malgré sa présence faible dans le site montre une particularité écologique de la zone d'étude. C'est une espèce très connue par ses statuts comestible et médicinale.

Après l'analyse du type biologique de la flore de l'habitat, les résultats obtenus ont montré la formation plus importante des phanérophytes dans le site soit **78 %** en espèces (Fig.25). Barbero et Quézel (1989) expliquent que l'abondance du type phanérophytes témoigne l'existence des formations forestières et/ou pré-forestières dans la zone d'étude ainsi que leurs dominances en biomasse sont confirmées par le type des formations végétales des stations d'étude qui sont en générales des matorrals arborées d'où la preuve que notre zone d'étude est en grande partie de formation forestière. Par contre l'installation des types chaméphytes avec **10%** et thérophytes avec **5%** dans l'habitat même si elle est faible se traduit par le début de perturbation de notre habitat forestier. D'après Barbero et al. (2001), la thérophytisation est considérée comme le stade ultime de dégradation des différents écosystèmes avec la dominance des espèces sub-nitratophiles liées aux surpâturages. Selon Le-Houerou (1992), le surpâturage ovin et bovin entraîne le développement des chaméphytes. Ensuite, nous avons une présence aussi moins importante du type hémicryptophytes de **2%** dans le site.

Barbero et Quézel (1989) expliquent l'abondance des hémicryptophytes au Maghreb, par une plus grande richesse en matière organique en milieu forestier, ce qui met en évidence la richesse de notre habitat forestier en matière organique.

Quézel (2000), explique l'importance de la diversité biogéographique de l'Afrique Méditerranéenne par les modifications climatiques durement subies dans cette région depuis le Miocène entraînant des migrations d'une flore tropicale. Ce même auteur souligne qu'une étude phytogéographique constitue une base essentielle à toute tentative de conservation de la biodiversité. L'analyse biogéographique de la flore de notre zone

d'étude a fait ressortir que le type biogéographique méditerranéen est le plus dominant dans le site d'étude avec un pourcentage de **39,02% soit 16** espèces sur **41** (Tableau 14 et Fig.26). Cette dominance du type méditerranéen est tout à fait logique et cohérent par le fait que la zone étudiée est typiquement méditerranéenne qui n'abrite majoritairement que des espèces originaires de la région telles que *Quercus suber*, *Cystisus triflorus* H, *Daphne gnidium* L, *Erica arborea*, *Arbutus unedo* L, *Asparagus acutifolius* L, *Allium triquetrum* L, *Clematis Cirrhosa* L, *Galium tricornis* L, *Hypochoeris radiata* L, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Laurus nobilis* L, *Lavandula stoechas* L, *Vinca major* et *Smilax aspera* L. Après la dominance du type méditerranéen dans la zone d'étude, nous avons le type cosmopolite qui représente le plus par rapport aux autres types avec 5 espèces qui sont : *Stellaria media* L, *Vill.*, *Polypodium cambricum* L, *Pteridium aquilium* L, *Funaria hygrometrica* L et *Asplenium onopteris* Loit soit **12,19%**. La présence importante de ces espèces ne semble pas du tout un phénomène inhabituel car ces espèces par définition sont capables de s'adapter à tout type de climats et/ou du milieu. Pour les autres types notamment les types Eurasiatique, Eurasiatique-Africain- Septentrionale et Euro-Méridionale. Leur présence faible dans la zone d'étude est peut s'expliquer d'une part par le changement des conditions climatiques et d'autre part par la particularité de leurs biotopes.

Selon les observations sur le terrain et leurs résultats, nous avons pu dénombrer trois facteurs de perturbation du milieu de nature anthropique à savoir : le pâturage, les piétinements et les déchets solides (plastiques en particulier). Ces facteurs sont tous présents dans la zone d'étude avec une présence significative des piétinements dans toutes les stations d'étude suivis par les déchets qui ont été remarqués dans les deux premières stations. Pour le pâturage, il a été faiblement observé uniquement dans la deuxième station (Tableaux 15, 16 et 17).

La présence importante des piétinements et déchets est l'action conjuguée de la fréquentation de la zone par les gens qui viennent à la plage et les voyageurs qui empruntent fréquemment la route qui passe juste par le côté nord de la forêt, et par les animaux fréquentant la forêt.

# Conclusion

Etudier et mettre en évidence l'état écologique d'un habitat repose rigoureusement en plus des connaissances de la flore sur une recherche des conditions externes à savoir le climat et l'action anthropique. Il s'agit là d'une étude qui présente une certaine originalité phytoécologique et fait appel à trois variantes écologiques : sol, facteurs de perturbation et végétation.

L'étude du sol de la subéraie de Mezira a montré une prédominance de limons dans l'ensemble du site qui correspond généralement à une stabilité structurale très sensible à la dégradation. Ce qui illustre la sensibilité forte de notre écosystème forestier à la dégradation notamment à l'érosion du sol qui pourrait influencer beaucoup la distribution de la végétation.

L'analyse de la diversité floristique de la subéraie de Mezira a permis de comptabiliser **41** espèces appartenant à **28** familles et **39** genres et de montrer la prédominance de certaines familles à savoir les Liliacées, Fagacées. Cette liste floristique, malgré qu'elle ne constitue pas la liste complète de la zone d'étude montre une diversité importante et un équilibre de distribution spécifique entre les strates de végétation dans la subéraie étudiée. Cette constatation est illustrée par les indices de la diversité et d'équitabilité calculés lors de notre étude ; variant entre 3,96 bit et 4,48 bit (pour  $H'$ ) et entre 0,97 et 0,98 (pour l'équitabilité).

La détermination du type biologique de chaque espèce étudiée a fait ressortir la dominance des phanérophytes avec 78%, Cela témoigne que la subéraie de Mezira fait bien partie des formations forestières notamment matorral. Sans oublier l'installation non négligeable des chaméphytes avec **10%**, ceci illustre l'importance du pâturage ovin et bovin dans le site.

L'analyse de l'agencement de la végétation, nous a permis aussi de déduire que la subéraie de Mezira considérée comme un site climax auparavant qui est entrée dans un stade de succession écologique régressive. Cet effet est induit par les facteurs de perturbation à savoir les piétinements, le pâturage et les déchets solides associés à l'ensablement de la lisière de la forêt.

L'étude entamée sur l'évaluation de l'état écologique de cet habitat (basée sur une analyse floristique et du sol) peut être considérée comme une base de données pour une éventuelle étude de comparaison avec des travaux antérieurs pour une estimation précise du degré de dégradation de cet habitat.

Vu l'importance et la fragilité de cette forêt ainsi que l'état de notre travail, nous lançons un appel fort :

- Aux chercheurs attirés par cette forêt de mener une étude encore plus approfondie et plus complète de la végétation de la zone,
- Aux institutions chargées de la conservation et de la protection de cette forêt d'encourager et de prioriser les actions de protection des forêts notamment les actions protégeant le zone contre les incendies et le surpâturage.

# Références bibliographiques

- Aafi, A., 1995- Richesse et diversité floristique du Parc National de Talassemtane «Etat de L'Environnement et Biodiversité des Ecosystèmes Terrestres», Naturalia Maroccana, Vol. 1, n° 1. Pp: 45 - 48.
- Abbas M., 2013 - Incidence économique des feux de forêts sur les subéraies. Journées d'étude sur la réhabilitation des subéraies incendiées et Reboisement. Université de Tlemcen du 16 - 17 janvier 2013, 37p.
- Abgrall J. Et Soutrenon A., 1991- La forêt et ses ennemies. Cemagref grenoble. 3ème Ed. Lille. 399p.
- Amandier L., 2002 - La subéraie : biodiversité et paysage. [en ligne]. Vivexpo : biennale du liège et de la forêt méditerranéenne. Colloque biodiversité et paysage, 21 mai 2002, Vivès, (Perpignan).[Consulté en juillet 2013] [www.vivexpo.org/foire/images/amandier.doc](http://www.vivexpo.org/foire/images/amandier.doc)
- Aidoud A., 1997 - Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Recueil des Conférences. Lab. Ecol. Vég. Univ. Rennes 1. France. 50 p
- Alzaz., 2010 - Les facteurs écologiques abiotiques. La maison d'Alzaz ou le blog de l'écologie. [Lamaisondazaz.wordpress.com](http://Lamaisondazaz.wordpress.com)
- Aubert G., 1978 - Méthodes d'analyses des sols. Marseille. CEDEX 4. France. 191p.
- Aubert G., 1989- Notion fondamentales d'édaphologie. Fac. Sc et Tech. St Jérôme. Inst. Méd d'éco et de paléo. Marseille. CEDEX 13. Pp : 20-25.
- Baize D et Jabiol B., 1995-Guide pour la description des sols. INRA. Paris.375p.
- Barbero M., Loisel R., Medail F. Et Quezel P., 2001- Signification biogéographique et biodiversité des forêts du bassin méditerranéen. *Boccone*, n°13. Pp: 11-25.
- Barbero M., Bonin G., Et Quezel P., 1971 – Signification bioclimatique des pelouses écorchées sur les montagnes du pourtour méditerranéen, leur relation avec les forêts d'altitudes. *Coll. Interdiscip. Milieux Nat. Supraforestiers Mont. Bassin Occ. Médit.*, Perpignan : 17-56.
- Barbero M., Bonin G., Et Quezel P., 1975 – Les pelouses écorchées des montagnes circum-méditerranéennes ; Aperçu bioclimatique et syngénétique, leur rapport avec les forêts d'altitudes.*Phytocoenologia*, 1 (4) : 427-459.
- Barbero M. Et Quezel P., 1989 - Contribution à l'étude phytosociologique des matorrals de la Méditerranée Orientale. *Lazaco*11. Pp : 37-56.
- Barbault F., 1995 – Ecologie des peuplements : structure et dynamique de la biodiversité. Masson éd. Paris, 278 p.

- Barbault, R., 1981. Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits. Masson éd., Paris : 208 P.
- Belhattab, A, 1989 : Bilan phytoécologique de l'arborétum de Mezloug. M.E.M., Univ Mostaganem., p12-39J
- Beltran R.S., 2004- Recommandations sylvicoles pour les subéraies affectées par le feu. Acte du colloque « Le chêne liège face au feu » 18-juin 2004, Vivexpo, France, 27
- Benabadji N., 1991- Etude phyto-écologique de la steppe à *Artemisia herba -alba* au Sud de Sebdou (Oranie - Algérie). Thèse Doct. Es. Sci. Univ. Aix Marseille III. St Jérôme. 119 p+ annexes.
- Benabadji N., 1995- Etude phyto-écologique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. Et à *Salsola vermiculata* au Sud de Sebdou (Oranie - Algérie). Thèse Doct. Es. Sci. Univ. Tlemcen. 158 p + annexes.
- Benabdelli, K, 1996 : aspect physionomico-structural et dynamique des écosystèmes forestières face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les monts de Dhaya (Algérie septentrionale). Thèse Doctorat es-sciences ; Univ.S.B.Abes.
- Ben Jamaa M.E. Et Abdelmoula K., 2004 - Les feux de forêts dans la subéraie tunisienne. Actes du colloque "Le chêne liège face au feu", 18 juin 2004. Vivexpo .Vives, 11p.
- Benabid A., 1989 : *Ecologie, conservation et restauration des subéraies*. Formation continue à l'ENFI.
- Benmehdi I., 2011-Contribution à une étude phytoécologique des groupements à *Pistacia lentiscus* du littoral de Honaine (Tlemcen, Algérie occidentale). Mémoire. Université Abou Bakr Belkaïd-Tlemcen. 161p.
- Bentouili et Yassine., 2007-Inventaire et qualité des eaux des sources du Parc National d'El Kala (N-Est algérien). Mémoire. Université Badji Mokhtar-Annaba. 134p.
- Berthelot A., 1997- Typologie des stations dans les peupleraies cultivées. Rev. For. France. XLIX - 6-1997. Pp : 531-544.
- Berriah A., 2014-Les reboisements de chêne liège dans l'Ouest Algérien : bilan et perspectives d'amélioration. Mémoire. Université Abou Bakr Belkaïd-Tlemcen. 138p.
- Bonin G. et Tatoni T., 1990 – Réflexions sur l'apport de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude des communautés végétales et leur environnement. *Ecologia Mediterranea*, 16 : 403-414.
- Boumaraf W., 2009-Cartographie et impact de la qualité des eaux du lac Oubéïra sur la relation sol-végétation (Parc National d'El Kala). Mémoire. Université Badji Mokhtar-Annaba. 70p.

- Bottner P., 1982 - Évolutions des sols et conditions du bioclimatiques méditerranéennes. *Ecologia Méd.* VII (1/2). Pp : 115-134.
- Bouazza M., 1991- Etude phyto-écologie de la steppe à *Stipa tenacissima* L. AU Sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Th Doct. Univ. Aix Marseille. 119 p+ annexes.
- Bouazza M., 1995- Etude phyto-écologique des steppes à *Stipa tenacissima* L et *Lygeum spartum* L au Sud de Sebdou (Oranie - Algérie). Thèse Doct. Univ. Tlemcen. 153 p + annexes.
- Bouazza M. Et Benabadji N., 1998- Composition floristique et pression anthropozoïque au sud-ouest de Tlemcen. *Science et Technologie*, n°10, Décembre 1998, pp 93-97.
- Bouazza M., Mahboubi A., Loisel R. Et Benabadji N., 2001- Bilan de la flore de la ville de Tlemcen (Oranie-Algérie). *Forêt méditerranéenne*. T.XXII. N°02, Juin 2001, pp 130-135.
- Boudru M., 1989 : *Forêt et sylviculture : traitements des Forêts*. Les Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, 356 p.
- Boudy P., 1950- Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et traitement des essences. Tome II, Fascicule 1, Larose Ed., Paris. 525p.
- Boudy P., 1955 - Economie forestière Nord-Africaine. *Tome IV. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie*. Larose, Paris, 481 p.
- Braun-Blanquet J., 1952 - Phytosociologie appliquée Comm. S.I.G.M.A.N° 116.
- Braun-Blanquet J., 1951- Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. C.N.R.S. Paris. 297p.
- Carnino N., 2009. Etat de conservation des habitats d'interet communautaire a l'échelle du site – Guide d'application de la methode d'évaluation des habitats forestiers. Museum National d'Histoire Naturelle /Office National des Forets, 23p. + annexes.
- Casagrande A., 1934- Die oraemeter methodezûm bestimmung der Kouruverbeiling von boden.Berlin. 66 p.
- Daget Ph ,1989 : De la réalisation des plans d'échantillonnages en phytosociologie générales. Quelques algorithmes d'allocation. *Biocénoses* T.4.N 1 (2). Pp 98-118
- Daget P.H., 1977- Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de classification. *Végétation* 34,1. Pp : 1-20.
- Dagnelie P, 1970: Théorie et méthode statistique. Vol. (2). Duclot. Gembloux.
- Dahane B, Bouhraoua Rt, Belhoucine B Et Hamani Fz. , 2013 - la filière liège algérienne, entre passé et présent. *For. Méd.*, t. XXXIV, n°2, juin 2013, 143-152.

Dahmani Et Megrrouche M., 1997 – Le chêne vert en Algérie, syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. Univ. H. Boumediene, Alger, 384 p.

Dajoz R. (1975) : Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée (3ème ed) Paris, Gauthier- Villars. 549p

De Belair G. D., 1996 - Une approche phytogénétique tropicale relictuelle : la Numidie algérienne. Communication présentée au séminaire national sur la biodiversité phytogénétique à l'Univ de Constantine. 8p.

Dervin C., 1988 - Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances ? ITCF-INAPG. Paris. 75 p.

---

Delaunoy, A. 2006 : Guide simplifié pour la description des sols. 18 fig, 6tab.

Dimanche P., 1983 - Contribution à la connaissance pédologique et édaphique du milieu forestier Tunisien. Thèse Doct. Es. Sc. Agrn. Facul. Sc. Agr. Etat Gem blom. Belgique. 262 p+ annexes

DGF, 2003 - Troisième session du forum des nations unies sur les forêts. Genève, du 26 Mai au 06 Juin 2003. pp 9.

DGF, 2007 - rapport sur la politique forestière et stratégique d'aménagement et de développement durable des ressources forestières et agricoles. pp 81

Donadieu P., 1985 – Géographie et écologie des végétations pastorales méditerranéennes. Doc. Ronéo., 97 p.

Donahue, R-L. 1958 : Nature des sols et croissance végétale. 312 p, 189 fig, 31 tab, 4 ph.

Dubois C., 1990- Comportement du chêne liège après incendie protection des forêts. Mémoire de 3ème année. Ecole des Ing des travaux des eaux et forêts. Labo, ARAGO, France. 96p.

Douzon G., 2004- Bilan de la santé des forêts en 2003. DSF, France. 2p.

Du Merle P. Et Attie M., 1992- *Corobus undatus* (Coleoptera: Buprestidae) sur chêne liège dans le Sud-Est de la France : Estimation des dégâts, relations entre ceux-ci et certains facteurs du milieu. Ann. For. Sci. 49 (1992). pp 571-588

Durand Jh., 1954 - Les sols d'Algérie. S.E.S. Alger. 243p.

Duchaufour, Ph.1977 : pédologie 1. Pédogenèse et classification. Masson. Paris, 477p.

Emberger L., 1930 - La végétation de la région Méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Rev. Géo. Bot., 42. Pp: 341-404.

Emberger L., 1971- Travaux de botanique et d'écologie. Ed Masson. Paris. 520P.

- Elleberger H, 1956: Aufgaben und Methoden der vegetationskunde. Ulmer. Stuttgart. 136 p.
- El Antry S., Abourouh M. Et Bakry M., 2001- Insectes ravageurs et champignons des glands de chêne liège au Maroc. Ann. INRGREF. N°spécial, Tunisie. pp212-220.
- Europarl (1997) [http://www.europarl.eu.int/workingpapers/forest/eurfo\\_en.htm](http://www.europarl.eu.int/workingpapers/forest/eurfo_en.htm) FAO (2001). *Situation des forêts du monde 2001*. Rome.
- Ezzahiri M., 1989- Application de l'analyse numérique à l'étude phytoécologique et sylvicole de la cédraie du Moyen Atlas tabulaire : l'exemple de la cédraie de Sidi-Mguild, Thèse de doctorat. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat .163 p
- FAO (1993). *Foresterie et sécurité alimentaire*. Rome : FAO, 134 p.
- FAO., 2000- Etude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA) : Algérie. FAO, Rome, 50p.
- FAO., 2001 – Global Forest Resources Assessment FRA 2000 – Main report. Rome. <http://www.fao.org/forestry/fra2000report/en/>
- Fennane M., 1987- Etude phyto-écologique des tetracinaies marocaines. Thèse Doct. Es-Sc. Fac. Sc.Aix- Marseille III. 150p.
- Frontier S et Pichod-Viale D., 1991 – *Ecosystèmes. Structure, fonctionnement, évolution*. Collection d'Ecologie 21, Masson, Paris. 392 p.
- Frontier, S., 1976. Utilisation des diagrammes rangs-fréquence dans l'analyse des écosystèmes. *J. Rech. Océanogr.*, 1, 3, 35-48
- Frontier S. (1983) : Stratégie d'échantillonnage en écologie. Masson, Paris. Coll. Ecol. 17, 294p
- Gachet S. (2002) Organisation de la biodiversité forestière : vers une modélisation de la dynamique du sous-bois en fonction des pratiques sylvicoles. Thèse de l'Université Aix-Marseille III. 200p.
- Ghalem A., 2006- Etude typologique, stratégie de réhabilitation et réaction du milieu après incendie: cas de la subéraie de Hafir et Zariéffet (Wilaya de Tlemcen). Mém. Ing., Dep. Forst., Fac., Sci., Univ. Tlemcen. 94p.
- Garrec J.P., 1994- Les dépérissements littoraux d'arbres forestiers. *Rev. Forst. Fr.*, XLVI (5), N° spécial " Les dépérissements des arbres causes connues et inconnues", France. pp 454-457.
- Garolera E., 1988- Production mise en valeur, transformation et commercialisation. Problèmes et perspectives de la production de liège en Catalogne (Espagnole). *Forêt méd.*, T X, n°01, Paris. pp 160-161.

- Ghazi A. Et Lahouati R., 1997- Algérie 2010. Sols et ressources biologiques. Inst. Nat. Etudes de Stratégie Globale. 45p.
- Gausсен H., Leroy G.F. Et Ozenda P., 1982- Précis botanique 2. Les végétaux supérieurs. Ed. Masson. Paris. Pp : 500-501.
- Gharzouli R., 2007 - Flore et végétation de la Kabylie des Babors, Etude floristique et phytosociologique des groupements forestier et postforestioer des djebels Takoucht, Adrer ou Mellel, Tababors et Babors. Thèse de Doct. Uni de Sétif. 273 p, + annexes.
- Girard M.C., Walter C., Remy J.C., Berthelin J. Et Morel J.L., 2005 - Sols et environnement, cours, exercices. ISBN. Dunod. Paris. 565 p.
- Gobat J.M, Aragno M. Et Matthey W., 2010- Le sol vivant, bases de pédologie – biologies des sols. 3ème édition revue et augmentée. ISBN. Pp : 52-61.
- Godron M., Daget Ph., Emberger L., Long G., Le Floch E., Poissonet J., Sauvage C. Et Wacquant J.P., 1983 - Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. C.N.R.S. Paris. 296 p.
- Gounot M., 1969 : Méthodes d'études quantitatives de la végétation. Ed. Mass., Paris. Pp1-314.
- Guinochet M., 1973 : Phytosociologie. Paris. Ed. Mass.et Cie .227p.
- Guillaumin J.J, Bernard C.H., Delatour C. Et Belgrand M., 1985- Contribution à l'étude du dépérissement du chêne. Pathologie racinaire en forêt de Tronçais. *Ann. Sci. For.* 42 (r1). P1-22.
- Guende G (1979) Massif du Ventoux au 1/250000. Carte de la végétation. Université de Marseille.
- Haou S. (1999) : Etude synchronique post-incendie de la végétation des subéraies de la Numidie orientale : 72 p. + annexes. Thèse de Magister, Université d'Annaba (Algérie).
- Haou S, de Bélair G et Viane R L. L. (2011): Inventory of the ferns (filicopsida) of Numidia's (North-Eastern Algeria). *International Journal of Biodiversity and Conservation* Vol. 3(5), pp. 206-223, June, 2011 ISSN 2141-243X ©2011 Academic Journals
- Hasnaoui F., Abbes C., Yacoubi W. Et Hasnaoui B., 2006- Etat actuel du dépérissement du chêne liège dans la zone de Kroumirie. Actes du séminaire "Gestion intégrée des forêts de chêne liège et de pin d'Alep". *Ann. INRGREF*, N° 09, (T.1), Hammamet 15-17 novembre 2006, Tunisie. pp 166-184.

- Hedidi Dj., 2009 - Impact des facteurs climatiques sur la dégradation de la forêt de Djebel Saadia : diagnostic et perspectives d'amélioration. Mém. Mag., Dép. Biol., Fac., Sci., Univ. Chlef. 102p
- HETIER Et LILIN, 1989 - Les espaces boisés méditerranéens et leurs ressources forest Méditerranéenne. t. XI, n° 3, décembre 1989. pp 232 -233.
- Huston M.A., 1994 - Biological diversity; the coexistence of species on changing Lands capes. Cambridge University Press, New York, USA.
- Ikermoud M., 2000 – Evaluation des ressources forestière nationales. Alger, DGF, 39p.
- Ionesco T. Et Sauvage., 1962 -Les types de végétation du Maroc: essai de nomenclature et définition. Revue de géographie du Maroc Rabat. 1 et 2: 74-87 P.
- Jäger EJ (2000) A database on biological traits of the German flora –state of the art and need of investigations of the vegetative structures. Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 9(1-2): 53-59.
- Joleaud L, 1936 : Étude géologique de la région de Bône et de la Calle. Bull. Serv. Carte géol. Algérie (Typo litho et Cie, Alger), 2, série n° 12, 185 p.
- Kaabeche M., 1990 – Les groupements végétaux de la région de Bou Saada (Algérie) ; Essai de sunthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Thèse Doct. Univ. Paris-Sud, centre d'Orsay, 94 p + annexes.
- Kadik B., 1987- Contribution à l'étude du pin d'Alep en Algérie. Ecologie, dendrométrie et morphologie. Ed. OPU. Alger, 508p.
- Khous M.G., 1993- Etude écologique des pontes du *Lymantria dispar* L (Lepidoptera, Lymantriidae) en chênaie verte du Djurdjura (Parc national). *Ann. Rech.For.*, Algerie. Pp 19-27.
- Khelifi H., 1987 – Contribution à l'étude phytoécologique et phytosociologique des formations à chêne liège dans le Nord est algérien. Thèse de magister. Univ. Sci Technol H Boumediene. Alger.
- Legendre L. et Legendre P., 1984a – *Ecologie numérique. 1. Le traitement multiple des données écologiques*. Collection d'écologie 12, 2ème édition, Masson, Paris. 260 p.
- Legendre L. et Legendre P., 1984b – *Ecologie numérique. 2. La structure des données écologiques*. Collection d'écologie 13, 2ème édition, Masson, Paris. 260 p.
- Le-Houerou H.N., 1992 -An overview of vegetation and land degradation in world arid lands, In Dregne H. E., ed. Degradation and restoration of arid lands. Lubbock: International Center for semi arid land studies. *Texas. Tecn. Univ*: 127-63.

- Le-Houerou H.N., 1995 - Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation. Option Méditerranéennes Sér. B N° 10. Recherches et études. 396 p.
- Le-Houerou H.N., Claudin J., Haywood M., Et Donadieu J., 1975 - Etude phytoécologique du Hodna. AGS., FAO, Rome, 154 p., 2 carte Coul. 1/200 000.
- Lieutier F., Pino J. Et Delatour C., 1994- Place des agents biotiques dans les dépérissements forestiers. Rev. Forst. Fr., XLVI (5), N° spécial " Les dépérissements des arbres causes connues et inconnues". France. pp 418-421
- Madoui A., 2002 - Les incendies de forêt en Algérie. Historique, bilan et analyse. Forêt méditerranéenne, tome 23, n° 1, 23 p.
- Mandouri T., 1980- Contribution à la connaissance des sols acides sur grès numidien de la montagne Zemzem (Rif occidental) Application aux reboisements. Thèse Doct. 3ème cycle, Univ. Nancy. 89 p.
- Mathieu, C.1998 : Analyse physique des sols. Paris, 275p, 30 fig, 40 tab.
- Maire R., 1926 - Principaux groupement de végétaux d'Algérie. Station Centrale de Recherche en Ecologie Forestière .C.N.R.E.F. I.N.R.A. D'Algérie. 7 p.
- Maire R., 1987 - Flore d'Afrique du Nord. Vol. I à XVI, Le chevalier éd., Paris.
- Meddour R., 2010– Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie : exemple des groupements forestiers et préforestier de la Kabylie Djurdjurenne. ThèseDoct., Univ. Mouloud Mammeri, TiziOuzou, 397 p + annexes.
- Mediouni K. Et Yahi N., 1994 – Phytodynamique et autoécologie du *Cedrusatlantica* dans le Djurdjura. *Ann. Rech. For.* Maroc, n° spécial, 27, Vol. 1 : 77-104.
- Médail F., 1996 – *Structuration de la biodiversité de peuplements végétaux méditerranéens en situation d'isolement*. Thèse Doct. Sci. (PhD), Univ. Aix-Marseille III : 290 p. + annexes.
- Noy-Meir I.m 1973 – Desert ecosystems : environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4 : 25-51.
- Messaoudene M., Messaoudene K. Et Mezani A., 2006- Le renouvellement par rejets de souche du chêne liège cas de la subéraie de BOUHLALOU (Wilaya de Tizi- Ouzou). Acte séminaire "Gestion intégrée des forêts de chêne liège et de pin d'Alep". Ann. INRGREF. N° 09 (T.1), Hammamet 15-17 novembre, Tunisie, pp 240-251.

- Mezali M., 2003 - Forum des Nations Unies sur les forêts (3ème session, Genève). Alger : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et Direction Générale des Forêts, 9 p.
- M'hirit O., 1982- Etude écologique et forestière du Rif marocain. Essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la productivité de cèdre. Ann. Rech. For. Maroc, 2. Pp :1-502.
- Montgolfier J., 1985 - Les forêts méditerranéennes et leur aménagement. Forêt méditerranéenne, t. VII, no 2, 1985
- Munsell., 1992- Soil colore chrits . Ed. Macbeth. Division of Kollmorgen. Instruments Corp. New York.
- Natividade V.J., 1956- Subericulture. Ecole national des eaux et des forêts. Nancy. 303p.
- Naumburg E et Dewald L (1999) Relationships between *Pinus ponderosa* structure light characteristics and understory graminoid species presence and abundance. Forest Ecology and Management 124:205-215.
- Orshan G., 1964 – Seasonal dimorphism of desert and Mediterranean Chamaephytes and their significance as a factor in their water economy. In : *The water relations of plants*. Oxford Blackwell Sci. Publ. : 206-222.
- Otto H. J., 1998 : *Ecologie Forestière*. Institut pour le développement forestier, Paris, France. 397 p.
- Ozenda, P, 1977 : Flore de Sahara. Paris.C.N.R.S. 622 p.
- Ozenda. 1954 : Observation sur la végétation d'une région semi aride. Les hauts plateaux du sud Algérien. Pub. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. 244p.
- Ouelmouhoub, S., 2005 - Gestion multiusage et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie). Mémoire Master of Science du CIHEAM-IAMM : Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier. 129 p.
- Peguy Ch P., 1970 - Précis de climatologie. Edi Masson et Cie. Paris. 444 p.
- Pouget M., 1980- Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. Trav.et Doc. ORSTOM. Paris. 555 p.
- Puyo J-Y, 2013 - Grandeurs et vicissitudes de l'aménagement des subéraies algériennesdurant la période coloniale française (1830-1962). . For.Med., t.XXXIV, n°2, juin 2013,129-142p
- Quezel P., 1976 – Les forêts du pourtour méditerranéen ; in'' Forêts et maquis méditerranéen : écologie, conservation et aménagement''. *Notes techniques du MAB N° 2*, UNESCO, Paris : 10- 23.

- Quezel P., 2000 : Réflexions sur l'évolution de la flore de la végétation au Maghreb Méditerranéen. Ibis Press. Paris, 117 p.
- QUEZEL P Et SANTA S., 1962, 1963- Nouvelles flores de l'Algérie et des régions méridionales. CNRS. Paris, 1700 p.
- Quezel P., 1978 – Analysis of floraMediterranean and SaharanAfrica.*Ann. Missouri Bot. Gard.* 65: 479-534.
- Quezel P., Ganisans J. Et Gruber M., 1980 - Biogéographie et mise en place des flores méditerranéennes. *Naturalia Monspeliensia*, n° Hors série. Pp : 41-51.
- Quezel, P. et Medail F, 2003 : Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen, Elsevier, Collection Environnement, Paris, 573 p
- Ramade, F, 2003 : Elément d'écologie, écologie fondamentale, 3ème édition, p7-63.
- Ramade F. (1984) : Eléments d'écologie, Ecologie fondamentale. McGraw-Hill 397p
- Rameau, J-C, 1988 : Le tapis végétal. Structuration dans l'espace et dans le temps. Réponses aux perturbations, méthodes d'étude et intégrations écologiques. ENGREF. Centre de Nancy. 102 p + annexes.
- Raunkiaer, C, 1934: The life forms of plants and statistical plant. Geograph. Claredon press. Oxford. 632 p.
- Raunkiaer C., 1904- Biological types with references to the adaptation of plants to survive the unfavorable seasons. In Raunkiaer, 1934. p: 1-2.
- Raunkiaer C., 1907- The life forms of plants and their bearing on geography. In Raunkiaer, 1934. Pp: 2-101.
- Reguig, M. (2010) : la contribution à l'étude phytoécologique des groupements forestiers-daïra d'Ouled Brahim-W de Saida. M.E.M, Univ de Saida.
- Robert-Pichette P. Et Gillespie L., 2000- Protocoles de suivi de la biodiversité végétale terrestre. Lexique. Direction de la science écosystème, environnement Canada. Site Web.
- Robert, M. 1996 : Interface dans l'environnement. Ressources pour le développement. 3ème cycle, 244p, 83 fig, 35 tab, 11ph.
- Raolinandrasana L.O., 1996- Etude de la régénération naturelle de Hintsy (*Intsia bijuga*) dans la forêt littorale de Tampolo- Fenoarivo Atsinanana Côte Est Malagasy. UNI. D'ANTANANARIVO.Eco. Supé. Des Scie.Agr.Dép Eaux et Forêts. Mém Diplôme d'Etude Appro. Aménagement et Sylviculture. 86 p.
- Roche P., 1998 - Dynamique de la biodiversité et action de l'homme. Rapport ENV-SRAE –94233, Paris, France. 6 pp.

- Roux G et Roux M., 1967 – A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie. *Revue de statistique appliquée*, 15 (2) : 59-72.
- Saccardy L., 1937 - Note sur le chêne liège et le liège en Algérie .Bulletin des Statistiques et de Recherche Forestière d’Afrique du Nord. Tome (2) : 271-374.
- Sarri D., 2017-Développement durable au sein des aires protégées Algériennes, cas du Parc National d’El Kala et des sites d’intérêts biologiques et écologiques de la région d’El Tarf. Thèse Doct. Université Ferhat Abbas Sétif 1. 181p.
- Sebai G., 1998 - Les formations à *Quercetea ilicis* dans la région de Tlemcen. Mém. d’ing en Ecolo végé. Uni Abou Bakr Belkaid. Tlemcen. P11.
- Sebei H., Albouchi A., Rapp M. Et El Aouni M.E., 2004- Productivité en biomasse du chêne liège dans une séquence de dégradation de la subéraie à Cytise de Kroumirie (Tunisie). *Ann. For. Sci.* 61. INRA, EDP Sciences. pp 347-361
- Sebei H., Albouchi A., Rapp M. Et El Aounin M.E., 2001- Evaluation de la biomasse arborée et arbustive dans une séquence de dégradation de la subéraie à cytise de Kroumirie (Tunisie). *Ann. Forst. Sci.* 58. INRA, EDP Sciences. pp 175-191.
- Seigue, A.1985: La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. (Techniques agricoles et productions méditerranéennes). Editions Maisonneuve et Larose. 50.
- Seltzer P., 1946 - Le climat de l’Algérie. la typo-litho, Alger, 249p.
- Selmi., 1985 - Différentiation et fonctionnement des écosystèmes forestiers sur grès numidien de Krouminie (Tunisie). Ecologie de la Subéraie. Zénaie. Thèse Doct. Es. Sci. Univ. Nancy. 198 p.
- Shannon C.E. et Weaver W., 1949 - *The mathematical theory of communication*. Urbana, Chicago Ill., Univ. Illinois Press, 125 p.
- Simpson E.H., 1949 - Measurement of diversity. *Nature*, 163 : 688.
- Soltner D., 1987- Les bases de la protection végétale. Tom II, 4ème édi. Sci et Tech. Agr. Sainte Gène sur la Loire. France. 466 p.
- Sophie G et Jean-Claude B., 2003-Projet de synthèse sur les bases de données floristiques et leurs composantes forestières. 115p.
- Trabaud L., 1980- Impact biologique et écologique des feux de végétation sur l’organisation, la structure et l’évolution de la végétation des zones de garigue du Bas-Languedoc. Thèse d’état. Univ. Sci. Tech. Languedoc Montpellier. Pp : 1-174.
- Tomaselli R., 1976 - La dégradation du maquis méditerranéen. Notes techniques du MAB, n. 2, p. 35-71.

- Van Pelt R et Franklin JF (2000) Influence of canopy structure on the understory environment in tall, old-growth, conifer forests. Can. J. For. Res. 30(8):1231-1245.
- Veillon S., 1998 - Guide Technique de subericulture dans les Pyrénées-Orientales « typologies de peuplements étude préliminaire ». Mem., FIF-ENGREF. France, 73p +annexes
- Véla E, Guende G et Ellena C (1998) Organisation actuelle de la végétation des craux pâturées de Saint-Michel-l'Observatoire. Courr. Scient. Parc nat. rég. du Luberon, n° 2, pages 70-79.
- Villement C. Et Fraval A., 1993- Les insectes du chêne-liège. Fiche pédagogique. *Insectes.*, n°81 (1). pp 13-16.
- Walter H. Et Lieth H., 1960- Klimadiagram weltathas. Jena. In Ecolo Medit. Tome XVIII 1992. Pp : 10-23.
- Yessad S. A., 2000 - Le chêne liège et le liège dans les pays de la Méditerranée occidentale. Louvain La Neuve : Forêt Wallone ASBL., 190 p.
- Zeraïa L., 1982 - Le chêne liège : phytosociologie, édaphologie, régénération et productivité. Alger : Institut National de la Recherche Forestière, 159 p.

#### **Site web**

(<http://www.institutduliege.com>)

# Annexes

**Tableau 18 : Richesse spécifique de l'ensemble des stations et de la zone d'étude**

| <b>Stations<br/>Richesse</b> | <b>Station 1</b> | <b>Station 2</b> | <b>Station3</b> | <b>Zone d'étude</b> |
|------------------------------|------------------|------------------|-----------------|---------------------|
| Richesse spécifique          | 30               | 21               | 23              | 41                  |

| <b>Stations<br/>H' et E</b> | <b>Station 1</b> | <b>Station 2</b> | <b>Station 3</b> | <b>Zone d'étude</b> |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| <b>Diversité (H')</b>       | <b>4,48</b>      | <b>3,96</b>      | <b>4,06</b>      | <b>4,68</b>         |
| <b>Equitabilité (E)</b>     | <b>0,98</b>      | <b>0,97</b>      | <b>0,97</b>      | <b>0,97</b>         |

**Tableau 19 : Indice de diversité et d'équitabilité des stations**

**Tableau 20 : Composition en familles, genres et espèces des trois stations respectives 1, 2 et 3**

| <b>Stations<br/>Familles</b> | <b>Station 1</b> |                  |      | <b>Station 2</b> |                 |      | <b>Station 3</b> |                 |      |
|------------------------------|------------------|------------------|------|------------------|-----------------|------|------------------|-----------------|------|
| Familles                     | Nbre/<br>genres  | Nbre/<br>espèces | %    | Nbre<br>genres   | Nbre<br>espèces | %    | Nbre<br>genres   | Nbre<br>espèces | %    |
| Asphodelacées                | 0                | 0                | 0    | 0                | 0               | 0    | 1                | 1               | 4.35 |
| Aspleniacees                 | 1                | 1                | 3.33 | 0                | 0               | 0    | 1                | 1               | 4.35 |
| Arecacées                    | 1                | 1                | 3.33 | 1                | 1               | 4.46 | 1                | 1               | 4.35 |
| Astéracées                   | 1                | 1                | 3.33 | 0                | 0               | 0    | 1                | 1               | 4.35 |
| Anacardiacees                | 1                | 1                | 3.33 | 1                | 1               | 4.76 | 1                | 1               | 4.35 |
| Apocynacés                   | 1                | 1                | 3.33 | 0                | 0               | 0    | 0                | 0               | 0    |
| Caryophyllacées              | 0                | 0                | 0    | 0                | 0               | 0    | 1                | 1               | 4.35 |
| Cistacées                    | 1                | 1                | 3.33 | 2                | 2               | 9.52 | 1                | 1               | 4.35 |
| Crassulacées                 | 1                | 1                | 3.33 | 0                | 0               | 0    | 0                | 0               | 0    |
| Cypéracées                   | 1                | 1                | 3.33 | 1                | 1               | 4.76 | 1                | 1               | 4.35 |

|                  |           |           |            |           |           |            |           |           |            |
|------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| Demnstaedtiacées | 1         | 1         | 3.33       | 1         | 1         | 4.76       | 1         | 1         | 4.35       |
| Ephédracées      | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0          | 1         | 1         | 4.35       |
| Ericacées        | 2         | 2         | 6.66       | 2         | 2         | 9.52       | 2         | 2         | 8.70       |
| Fagacées         | 2         | 3         | 10         | 2         | 3         | 14.29      | 2         | 3         | 13.04      |
| Funariacées      | 1         | 1         | 3.33       | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0          |
| Geraniacées      | 1         | 1         | 3.33       | 1         | 1         | 4.76       | 0         | 0         | 0          |
| Lamiacées        | 1         | 1         | 3.33       | 1         | 1         | 4.76       | 2         | 2         | 8.70       |
| Lauracées        | 1         | 1         | 3.33       | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0          |
| Liliacées        | 2         | 2         | 6.66       | 1         | 1         | 4.76       | 2         | 2         | 8.70       |
| Oléacées         | 0         | 0         | 0          | 1         | 1         | 4.76       | 0         | 0         | 0          |
| Primulacées      | 1         | 1         | 3.33       | 1         | 1         | 4.76       | 0         | 0         | 0          |
| Polypodiacees    | 1         | 1         | 3.33       | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0          |
| Poacées          | 1         | 1         | 3.33       | 0         | 0         | 0          | 0         | 0         | 0          |
| Ruanunculacées   | 2         | 2         | 6.66       | 1         | 1         | 4.76       | 0         | 0         | 0          |
| Rosacées         | 2         | 2         | 6.66       | 1         | 1         | 4.76       | 1         | 1         | 4.35       |
| Rubiacees        | 1         | 1         | 3.33       | 1         | 1         | 4.76       | 1         | 1         | 4.35       |
| Smilacacées      | 1         | 1         | 3.33       | 1         | 1         | 4.76       | 1         | 1         | 4.35       |
| Thymelacées      | 1         | 1         | 3.33       | 1         | 1         | 4.76       | 1         | 1         | 4.35       |
| <b>Total</b>     | <b>29</b> | <b>30</b> | <b>100</b> | <b>20</b> | <b>21</b> | <b>100</b> | <b>22</b> | <b>23</b> | <b>100</b> |

**Tableau 21 : Fréquences relatives des espèces rencontrées dans la zone d'étude**

| Genres/Espèces                 | Fréquences (%) | Classes | Significations |
|--------------------------------|----------------|---------|----------------|
| <i>Allium triquetrum L</i>     | 3,33           | I       | Très rare      |
| <i>Anagalis arvensis L</i>     | 3,33           | I       | Très rare      |
| <i>Arbutus unedo L</i>         | 23,33          | II      | Rare           |
| <i>Asparagus acutifolius L</i> | 36,66          | II      | Rare           |
| <i>Asphodelus aestivus L</i>   | 20             | I       | Très rare      |
| <i>Asplenium onopteris L</i>   | 50             | III     | Fréquente      |
| <i>Calycotome villosa L</i>    | 33,33          | II      | Rare           |
| <i>Carex flacca S</i>          | 73,33          | IV      | Abondante      |
| <i>Chamaerops humilis L</i>    | 56,66          | III     | Fréquente      |

|                                                |       |     |                |
|------------------------------------------------|-------|-----|----------------|
| <i>Clematis cirrhosa</i> L                     | 13,33 | I   | Très rare      |
| <i>Cotyledon umbilicus</i><br><i>veneris</i> L | 10    | I   | Très rare      |
| <i>Crataegus oxycantha</i> L                   | 30    | II  | Rare           |
| <i>Cyclamen africanum</i> B et<br>R            | 46,66 | III | Fréquente      |
| <i>Cytisus triflorus</i> H                     | 6,66  | I   | Très rare      |
| <i>Daphne gnidium</i> L                        | 16,66 | I   | Très rare      |
| <i>Erica arborea</i>                           | 83,33 | V   | Très constante |
| <i>Erodium botrys</i> B                        | 13,33 | I   | Très rare      |
| <i>Funaria hygrometrica</i> H                  | 23,33 | II  | Rare           |
| <i>Fumana thymifolia</i> L                     | 60    | III | Fréquente      |
| <i>Galium tricorné</i> L                       | 16,66 | I   | Très rare      |
| <i>Halimium halimifolium</i> L                 | 10    | I   | Très rare      |
| <i>Hypochoeris radiata</i> L                   | 6,66  | I   | Très rare      |
| <i>Laurus nobilis</i> L                        | 16,66 | I   | Très rare      |
| <i>Pistacia lentiscus</i>                      | 76,66 | IV  | Abondante      |
| <i>Phillyrea angustifolia</i> L                | 3,33  | I   | Très rare      |
| <i>Polypodium cambricum</i><br>L               | 10    | I   | Très rare      |
| <i>Pteridium aquilinum</i> L                   | 56,66 | III | Fréquente      |
| <i>Quercus coccifera</i> L                     | 90    | V   | Très constante |
| <i>Quercus suber</i> L                         | 90    | V   | Très constante |
| <i>Rubia peregrina</i> L                       | 76,66 | IV  | Abondante      |
| <i>Rubus ulmifolius</i> S                      | 3,33  | I   | Très rare      |
| <i>Ruscus hypophyllum</i> L                    | 33,33 | II  | Rare           |
| <i>Ranunculus sardous</i> C                    | 6,66  | I   | Très rare      |
| <i>Senecio</i><br><i>leucanthemifolius</i> P   | 13,33 | I   | Très rare      |
| <i>Smilax aspera</i> L                         | 73,33 | IV  | Abondante      |
| <i>Lamium album</i> L                          | 3,33  | I   | Très rare      |
| <i>Vinca major</i> L                           | 10    | I   | Très rare      |
| <i>Lavandula stoechas</i> L                    | 83,33 | V   | Très constante |

|                                     |      |   |           |
|-------------------------------------|------|---|-----------|
| <i>Ampelodesma mauritanica</i> Link | 6,66 | I | Très rare |
| <i>Ephedra fragilis</i> Desf        | 3,33 | I | Très rare |
| <i>Stellaria media</i> L, Vil       | 3,33 | I | Très rare |

**Tableau 22 : Les types biologiques des trois stations**

| Types biologiques | Station 1      |     | Station 2      |     | Station 3      |     |
|-------------------|----------------|-----|----------------|-----|----------------|-----|
|                   | Nbre d'espèces | (%) | Nbre d'espèces | (%) | Nbre d'espèces | (%) |
| Phanérophytes     | 28             | 85  | 20             | 91  | 17             | 77  |
| Chaméphytes       | 4              | 12  | 1              | 4   | 2              | 9   |
| Hémicryptophytes  | 0              | 0   | 0              | 0   | 1              | 4   |
| Géophytes         | 1              | 3   | 1              | 5   | 1              | 5   |
| Thérophytes       | 0              | 0   | 0              | 0   | 1              | 5   |

**Tableau 23: Les types biologiques de la zone d'étude**

| Types biologiques | Nombre d'espèces | Pourcentage (%) |
|-------------------|------------------|-----------------|
| Phanérophytes     | 32               | 78              |
| Chaméphytes       | 4                | 10              |
| Hémicryptophytes  | 1                | 2               |
| Géophytes         | 2                | 5               |
| Thérophytes       | 2                | 5               |

**Tableau 24: Inventaire systématique des espèces rencontrées dans la zone d'étude**

| Genres/espèces                 | Familles      | Fréquences | Types biologiques | Types biogéographiques |
|--------------------------------|---------------|------------|-------------------|------------------------|
| <i>Allium triquetrum</i> L     | Liliacées     | I          | Ph                | Méd.                   |
| <i>Anagalis arvensis</i> L     | Primulacées   | I          | Ph                | Sub-Cosmp.             |
| <i>Arbutus unedo</i> L         | Ericacées     | II         | Ph                | Méd.                   |
| <i>Asparagus acutifolius</i> L | Liliacées     | II         | Ph                | Méd.                   |
| <i>Asphodelus aestivus</i> L   | Asphodelacées | I          | Ge                | Eur.Mérid              |

|                                     |                  |     |    |                    |
|-------------------------------------|------------------|-----|----|--------------------|
| <i>Asplenium onopteris</i> L        | Aspleniacées     | III | Ph | Cosmp.             |
| <i>Calycotome villosa</i> L         | Fagacées         | II  | Ph | Canr-Méd           |
| <i>Carex flacca</i> S               | Cyperacées       | IV  | Ph | Eur.Mérid          |
| <i>Chamaerops humilis</i> L         | Arecacées        | III | Ph | W.Méd.             |
| <i>Clematis cirrhosa</i> L          | Ranunculacées    | I   | Ph | Méd.               |
| <i>Cotyledon umbilicusveneris</i> L | Crassulacées     | I   | Ph | Euras-Afr-sept     |
| <i>Crataegus oxyantha</i> L         | Rosacées         | II  | Ph | Euras- Afr-sept    |
| <i>Cyclamen africanum</i> B et R    | Primulacées      | III | Ge | End                |
| <i>Cytisus triflorus</i> H          | Fagacées         | I   | Ph | Méd.               |
| <i>Daphne gnidium</i> L             | Thymelacées      | I   | Ph | Méd.               |
| <i>Erica arborea</i>                | Ericacées        | V   | Ph | Méd.               |
| <i>Erodium botrys</i> B             | Geraniacées      | I   | Ph | Eur-Mérid-Afr.sept |
| <i>Funaria hygrometrica</i> H       | Funariacées      | II  | Ch | Cosmp.             |
| <i>Fumana thymifolia</i> L          | Cistacées        | III | Ph | Méd                |
| <i>Galium tricornis</i> L           | Rubiacees        | I   | Ph | Eur-Méd.           |
| <i>Halimium halimifolium</i> L      | Cistacées        | I   | Ph | Méd.               |
| <i>Hypochoeris radiata</i> L        | Astéracées       | I   | Ph | Eur.Mérid          |
| <i>Laurus nobilis</i> L             | Lauracées        | I   | Ph | Méd.               |
| <i>Pistacia lentiscus</i>           | Anacardiacees    | IV  | Ph | Méd.               |
| <i>Phillyrea angustifolia</i> L     | Oleacées         | I   | Ph | Méd.               |
| <i>Polypodium cambricum</i> L       | Polypodiacees    | I   | Ph | Cosmp.             |
| <i>Pteridium aquilinum</i> L        | Dennstaedtiacees | III | Ph | Cosmp.             |
| <i>Quercus coccifera</i> L          | Fagacées         | V   | Ph | W.Méd.             |
| <i>Quercus suber</i> L              | Fagacées         | V   | Ph | Méd.               |
| <i>Rubia peregrina</i> L            | Rubiacees        | IV  | Ph | Méd.At             |
| <i>Rubus ulmifolius</i> S           | Rosacées         | I   | Ph | Méd. At            |
| <i>Ruscus hypophyllum</i> L         | Liliacées        | II  | Ch | Eur.Mérid          |
| <i>Ranunculus sardous</i> C         | Ranunculacées    | I   | Ph | Euras-Afr.sept     |
| <i>Senecio leucanthemifolius</i> P  | Asteracées       | I   | Th | Méd.occ            |
| <i>Smilax aspera</i> L              | Smilacacées      | IV  | Ph | Méd.               |
| <i>Lamium album</i> L               | Lamiacées        | I   | He | Euras              |
| <i>Vinca major</i> L                | Apocynacées      | I   | Ch | Méd.               |

|                                     |                |   |    |           |
|-------------------------------------|----------------|---|----|-----------|
| <i>Lavandula steochas L</i>         | Lamiacées      | V | Ch | Méd.      |
| <i>Ampelodesma mauritanica Link</i> | Poacées        | I | Ph | W.Méd.    |
| <i>Ephedra fragilis Desf</i>        | Ephedracées    | I | Ph | Macar-Méd |
| <i>Stellaria media L, Vill</i>      | Cryophyllacées | I | Th | Cosmp     |

