**République Algérienne Démocratique Et Populaire**

**Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique**

**Université Dr. Yahia Farès de Médéa**

**Faculté des Sciences**



Mémoire de Master

Département d'Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie

Par :

**BENALLEL Mohamed Farouk**

# CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA BIODIVERSITE DANS LES PINEDES (W. MEDEA).

Evalué le 23/06/2022

Devant le jury composé de :

| | | | |
|---|---|---|---|
| M. H. AIT-MOUHEB | MCB | UYFM | Examinateur |
| M. T. AIT HAMMOUDA | MAA | UYFM | Examinateur |
| Mme. Z. DJERRAD | MCA | USTHB | Promotrice |
| Mme. R. BOUDERBALA | MAA | UYFM | Co-promotrice |

Médéa, 2021/2022

# *Remerciements*

*Je* tiens tout d'abord à exprimer mes vifs remerciements à **Mme. Z. DJERRAD,** en tant que promotrice, **et Mme. R. BOUDERBALA**, en tant que co-promotrice, qui ont toujours été à mon écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour leur aide et le temps qu'elles ont bien voulu me consacrer.

*Je* suis très honoré que **M. H. AIT-MOUHEB** ait accepté de présider ce jury. Que **M. T. AIT HAMMOUDA** trouvent ici le témoignage de ma reconnaissance en tant que membre de jury.

*Eg*alement, je tiens à remercier vivement mes parents pour leur soutien et leur patience.

*Mes* enseignants de l'UYFM**,** votre enseignement fut pour moi des plus enrichissants, que ce travail soit l'occasion de vous exprimer mon grand respect.

*En*fin, je tiens à remercier toutes les personnes qui nous ont communiqué leur savoir, leur savoir-faire et leur savoir-être.

# Dédicace

*Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime et qu'on remercie en expriment la gratitude et la reconnaissance durant toute notre existence.*

*Je dédie ce travail :*

*A mes très chers parents à qui je dois tout, je profite de les remercie pour leur encouragement, leur aide, le soutien qu'ils m'ont apporté et le sacrifice qu'ils ont fait pour moi, que Dieu les protège et les entoure de sa bénédiction.*

*A Mes grands-mères.*

*A ma grande famille, oncles, tantes, cousins, cousines et surtout mon oncle MOUSSA et mes deux cousin BRAHIM et AHMED CHERIF.*

*A mes chères sœurs BOUCHRA et NESRINE.*

*A mon chers frère MEHDI.*

*A toute la famille BENALLEL, AIDH et SALMI.*

*A mes amies SALAH, ALAA, HOUSSEM, OUSSAMA, OMAR et RAHMOUNE.*

*A l'ami de mon père BELKACEM.*

*BENALLEL Mohamed Farouk*



# Sommaire

**Liste des Tableaux**

**Liste des Figures**

**Liste des abréviations**

**Résumés**

**Introduction générale** 1

## Chapitre I : Généralités sur le pin d'Alep et Présentation de la zone d'étude

### I. Généralités sur le pin d'Alep

**1. Taxonomie** 3

**2. Classification** 3

**3. Description botanique** 4

3.1. Feuilles 5

3.2. Ecorce 5

3.3. Fleurs 5

3.4. Graines 5

**4. Répartition du pin d'Alep** 7

4.1. Dans le monde 7

4.2. En Algérie 8

**5. Association de pin d'Alep** 9

5.1. Faciès littoral 9

5.2. Faciès sublittoral 9

5.3. Faciès continental 10

5.4. Faciès de l'Atlas saharien 10

**6. Exigences de pin d'Alep** 10

6.1. Exigences climatiques 10

6.2. Exigences édaphiques 10

6.3. Roches-mères 10

6.4. Sol 10

6.5. Exigences écologiques 11

**7. Phénologie de pin d'Alep** 11

## II. Présentation de la zone d'étude

**1. Situation géographique de la zone d'étude** 12
1.1. Cadre régional de la wilaya de Médéa 12
1.2. Cadre régional de la commune de Berrouaghia 12
1.3. Cadre géographique de la forêt étudiée 13
**2. Cadre phytogéographique** 14
**3. Cadre géologique** 15
**4. Stratigraphie** 15
4.1. Trias 15
4.2. Jurassique 15
4.3. Sénonien 15
4.4. Oligocène 15
4.5. Miocène 15
4.6. Quaternaire 16
**5. Cadre géomorphologique** 16
5.1. Reliefs 17
5.2. Tell collinéen 17
**6. Pédologie** 17
6.1. Les rendzines 18
6.2. Les sols bruns calcaires 18
**7. Cadre climatique** 18
7.1. Précipitations 18
7.2. Régime pluviométrique 18
7.3. Températures 19
**8. Synthèse climatique** 20
8.1. Indice d'aridité de De Martonne 20
8.2. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen 21
8.3. Climagramme pluviothermique d'Emberger 22
**9. Autres paramètres climatiques (les vents)** 23

## Chapitre II : Matériels et méthodes

**1. Présentation de la station étudiée** 25

**2. Etude phytoécologique** 25
2.1. Relevé floristique 25
2.2. Relevé écologique 26
2.3. Nomenclature des espèces 26
2.4. Analyses statistiques multivariées 27
2.4.1. Analyse Factorielle des Correspondances 27
2.4.2. Classification Ascendante Hiérarchique 28
2.5. Evaluation de la biodiversité 28
2.5.1. Evaluation qualitative 29
2.5.2. Evaluation quantitative 30

## Chapitre III : Résultats et Discussion

**1. Analyses statistiques multivariées** 32
1.1. Interprétation de carte factorielle issue de l'AFC 32
1.1.1. Interprétation de l'axe 1 33
1.1.2. Interprétation de l'axe 2 37
1.2. Interprétation du dendrogramme issu de la CAH 39
**2. Évaluation de la biodiversité** 42
2.1. Evaluation qualitative 42
2.1.1. Caractérisation biologique 42
2.1.2. Caractérisation phytogéographique 46
2.2. Evaluation quantitative 48

**Conclusion générale** **50**
**Références bibliographiques** **52**
**Annexes** **58**

# Liste des Tableaux

**Tableau 1** : Localisation phytogéographique de la zone d'étude. 14

**Tableau 2 :** Pluviosité moyenne mensuelle et annuelle de la zone de Berrouaghia. 18

**Tableau 3 :** Régime pluviométrique par saison de la zone de Berrouaghia. 19

**Tableau 4 :** Températures moyennes mensuelles de la zone de Berrouaghia. 19

**Tableau 5 :** Quotient pluviothermique et étage bioclimatique de la zone de Berrouaghia. 22

**Tableau 6** : Vitesse moyenne mensuelle des vents de la zone de Berrouaghia. 24

**Tableau 7** : Nombre de jour de sirocco à la zone de Berrouaghia. 24

**Tableau 8 :** Caractéristiques géographiques de la forêt étudiée. 25

**Tableau 9 :** Codification du coefficient d'abondance-dominance. 30

**Tableau 10 :** Valeurs propres et taux d'inertie pour les deux premiers axes. 33

**Tableau 11 :** Autoécologie des espèces recensées. 38

**Tableau 12 :** Spectres biologiques bruts et réels des groupements végétaux. 43

**Tableau 13** : Spectre phytogéographique des groupements végétaux. 47

**Tableau 14 :** Indices de la diversité des groupements végétaux. 48

# Liste des Figures

**Figure 1:** Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). 3

**Figure 2 :** Le pin d'Alep et ses éléments. 6

**Figure 3** : Situation géographique de la zone de Berrouaghia. 13

**Figure 4** : Situation géographique de la forêt d'Oued Chair dans la zone de Berrouaghia. 14

**Figure 5 :** Carte géologique au 1/50 000 de la zone de Berrouaghia. 16

**Figure 6 :** Températures moyennes mensuelles de la zone de Berrouaghia. 20

**Figure 7 :** Diagramme Ombrothermique de la zone de Berrouaghia. 21

**Figure 8 :** Situation de la zone de Berrouaghia sur le Climagramme d'Emberger. 23

**Figure 9 :** Analyse factorielle de correspondance : Plans factoriels 1-2. 34

**Figure 10 :** Regroupements des relevés selon la CAH. 35

**Figure 11 :** Groupements végétaux selon la CAH. 40

**Figure 12 :** Spectre biologique brut global. 43

**Figure 13 :** Spectre biologique réel global. 45

**Figure 14 :** Spectre phytogéographique global. 47

# Liste des abréviations

| | |
|---|---|
| **AFC** | Analyse Factorielle de Correspondance. |
| **APG** | Angiosperm Phylogeny Group. |
| **CAH** | Classification Ascendante Hiérarchique. |
| **E** | Equitabilité. |
| **H'** | Indice de diversité de Shannon. |
| **I** | Indice d'aridité. |
| **M** | Moyenne des températures mensuelles maximales du mois le plus chaud. |
| **m** | Moyenne des températures mensuelles minimales du mois le plus froid. |
| **ONM** | Office National de la Météorologie. |
| **P** | Pluviosité moyenne annuelle. |
| **$Q_2$** | Quotient pluviothermique. |
| **S** | Richesse spécifique. |
| **T** | Température moyenne annuelle. |
| **$T_{max}$** | Température moyenne mensuelle minimale. |
| **$T_{min}$** | Température moyenne mensuelle maximale. |

**Résumé**

Le présent mémoire vise à étudier qualitativement et quantitativement la diversité floristique des formations à pin d'Alep de la forêt naturelle d'Oued Chair de la zone de Berrouaghia, zone située dans l'étage bioclimatique sub-humide tempéré. Pour répondre à cet objectif, 10 relevés et 28 espèces, réalisés par un échantillonnage subjectif, ont été soumis aux analyses statistiques multivariées (AFC, CAH).

L'analyse de la diversité végétale a permis de mettre en évidence deux groupements végétaux. Cette analyse a fait également ressortir que les conditions climatiques (température, lumière, humidité et pluviosité) associées aux conditions édaphiques (caractère acido-basique du sol et pauvreté du sol en matières organiques) semblent être les premiers facteurs responsables de la composition et de la répartition de la végétation dans la forêt étudiée.

L'analyse qualitative, à travers les spectres biologiques bruts et réels, permet de conclure que la forêt étudiée est bien venante et dense, et ceci par la présence élevée des phanérophytes. Néanmoins, il est à signaler que cette approche montre ainsi un phénomène de thérophytisation en évolution progressive.

Il ressort du spectre phytogéographique que la forêt étudiée a un cortège floristique formé essentiellement par des espèces méditerranéennes.

A travers les indices de la diversité, il est à conclure que la diversité floristique de la forêt étudiée est quantitativement moyenne.

Le présent travail peut être utilisé à prédire l'évolution des peuplements forestiers, et donc comme modèle de base pour l'aménagement.

**Mots clés :** *Pinus halepensis* Mill., Sub-humide, Analyses multivariées, Diversité floristique.

**Abstract**

The present work aims to study, qualitatively and quantitatively, the floristic diversity of Aleppo pine formations in the natural forest of Oued Chair in Berrouaghia area, an area located in the temperate sub-humid bioclimatic stage, and the factors that govern them. To get this objective, 10 surveys and 28 species, carried out by subjective sampling, were subjected to multivariate statistical analyses (AFC, CHA).

The diversity analysis made it possible to highlight two plant groupings. This analysis also revealed that the climatic conditions (temperature, light, humidity and rainfall) associated with the edaphic conditions (acid-base character of the soil and poverty of the soil in organic matter) seem to be the primary factors responsible for the composition and distribution of vegetation in the studied forest.

The qualitative analysis, through the raw and real biological spectra, makes it possible to conclude that the studied forest is well coming and dense, and this by the high presence of phanerophytes. Nevertheless, it should be noted that this approach shows also a therophytization phenomenon in progressive evolution.

It appears from the phytogeographic spectrum that the studied forest has a floristic procession formed essentially by Mediterranean species.

Through the diversity indices, it can be concluded that the floristic diversity of the studied forest is quantitatively average

The quantitative analysis, through the diversity indices, allows us to conclude that the overall diversity of the studied forest is quantitatively average.

The present work can be used to predict the evolution of the forest stands, and therefore as a basic model for management.

**Key words:** *Pinus halepensis* Mill., Sub-humid, Multivariate analyzes, Floristic diversity.

**ملخص**

تهدف هذه المذكرة إلى دراسة المجموعات النباتية كمّاً ونوعا لغابة Oued Chair للصنوبر الحلبي التابعة لمنطقة البرواقية، منطقة ذات مناخ شبه رطب ومعتدل، هذا من اجل فهم العوامل البيئية التي تتحكم فيها، وعليه، لتحقيق هذا الهدف، تم إجراء 10 عينات واحصاء 28 نوع نباتي، وكذلك معالجتها رقميا باستعمال التحليلات الإحصائية المتعددة المتغيرات (AFC، CAH).

لقد سمحت دراسة التنوع النباتي بتسليط الضوء على وجود مجموعتان نباتيتان. وأيضًا، أظهرت تلك الدراسة أن الظروف المناخية (درجة الحرارة، الضوء، الرطوبة وكمية الأمطار) بالترابط مع بعض الظروف التكوينية (الطابع الحمضي-الأساسي للتربة وفقر التربة فيما يخص المادة العضوية) على أنها العوامل البيئية الأساسية المسؤولة عن التكوين وتوزيع الغطاء النباتي للغابة المدروسة.

لقد سمح التحليل النوعي، من خلال الأطياف البيولوجية الخامة والحقيقية، باستنتاج أن الغابة المدروسة كثيفة الى حد ما، وهذا من خلال الوجود العالي للنباتات الغابية. ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أن ذلك التحليل يظهر ايضا ظاهرة التحلل في تطور تدريجي ملحوظ للغابة المدروسة.

ينبثق من الطيف الجغرافي للنباتات أن الغابة المدروسة تتشكل أساسًا من الأنواع النباتية الخاصة بالبحر الأبيض المتوسط.

من خلال مؤشرات التنوع الكمي، يمكن استنتاج أن التنوع النباتي للغابة المدروسة متوسط كميًا إلى حد ما.

يمكن استخدام هذا العمل للتنبؤ بتطور الغابات، وبالتالي كنموذج أساسي للإدارة.

**الكلمات المفتاحية:** الصنوبر الحلبي، شبه رطب، التحاليل المتعددة المتغيرات، التنوع النباتي.

# Introduction générale

La connaissance et la gestion des ressources forestières constituent un préalable à l'utilisation rationnelle des produits de la forêt et à l'établissement de politiques forestières plus cohérentes. En effet, une telle gestion permet de limiter la déforestation engendrée par la surexploitation irraisonnée des produits de la forêt, qui aura pour conséquences des phénomènes d'appauvrissement, de fragilisation et de destruction des milieux et des sociétés (Nahal, 1962; Quézel, 1986).

Pour ce but-là, la plupart des pays réalisent des inventaires forestiers sur plusieurs années dans le but de connaitre profondément l'état actuel de la végétation et leurs facteurs de dégradation. Une telle connaissance, par le biais des inventaires forestiers, sera considérée comme modèle de base pour la reforestation des superficies déboisées ou délaissés par l'agriculture.

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.), de par sa couverture forestière, sa plasticité remarquable et son rôle socio-économique, est considéré comme une composante essentielle de la forêt méditerranéenne et représente un capital forestier de grande valeur pour la majorité des pays du pourtour méditerranéen et plus particulièrement pour l'Algérie (Boudy, 1950 ; Nahal, 1962 ; Kadik, 1983 ; Quezel, 1986, Brakchi, 1998, Brakchi *et al.*, 2015, Djerrad *et al.*, 2015, Djerrad, 2016).

Les forêts climaciques algériennes de cette espèce se situent dans les étages bioclimatiques semi-aride et sub-humide inférieur, mais, l'action anthropique a entraîné une translation de cette aire du Sud vers le Nord (Kadik, 1983).

Dans le secteur littoral algérien, le pin d'Alep ne constitue pas de grands massifs et se mélange avec le *Quercus suber*. A titre de citation pour ce secteur, la forêt naturelle d'Oued Chair à pin d'Alep, appartenant à la zone de Berrouaghia (w. Médéa), joue un rôle essentiel dans l'équilibre physique, biologique et socio-économique de la région. Dans le cadre de la gestion rationnelle de cette forêt, le présent travail vise à étudier qualitativement et quantitativement la diversité floristique des formations à pin d'Alep, afin de comprendre la

répartition des groupements végétaux et les facteurs qui les régissent, en adoptant une approche synécologique.

En effet, notre modeste travail pourrait contribuer à servir comme base de données pour prédire l'évolution des peuplements forestiers de cette forêt, et donc comme modèle de base pour l'aménagement et éventuellement la réhabilitation de cette forêt, qui peut être menacée de disparition par les actions anthropiques (surexploitation irraisonnée des produits de la forêt) d'une part et les actions des perturbations climatiques d'autre part.

Pour ce faire, le présent manuscrit s'articule en trois grandes parties : la première partie consiste en une synthèse bibliographique mettant l'accent sur deux volets : généralités sur le pin d'Alep et la présentation de la zone d'étude. Dans la deuxième partie, nous avons décrit la méthodologie appliquée. La troisième partie a été consacrée aux résultats et discussion, suivie par une conclusion générale.

# Chapitre I :

# Généralités sur le pin d'Alep

# et

# Présentation de la zone d'étude

# I. Généralités sur le pin d’Alep

## 1. Taxonomie

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) est un taxon typiquement méditerranéen, il appartient à la classe des vectrices qui sont aussi appelés des résineux, du fait de l'existence d'un appareil sécréteur de résine (Figure 1). Elle est représentée par l'ordre des coniférales, ordre qui se caractérise par la présence des cônes (Messaili, 1995).



**Figure 1:** Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.).

## 2. Classification

La position taxonomique du pin d'Alep est donnée comme suit :

**Classification de Cronquist (1981)**

**Domaine :** Eucarya

**Règne :** Plantae

**Sous-règne :** Chlorobionta

**Embranchement :** Pinophyta

**Classe :** Pinopsida

**Ordre :** Pinales

**Famille :** Pinaceae

**Genre :** *Pinus*

**Espèce :** *P. halepensis*

**Classification phylogénétique APG III (2009)**

**Règne :** Archéplastides

**Clade :** Gymnospermes

**Ordre :** Pinales

**Famille :** Pinacées

**Genre :** *Pinus*

**Espèce :** *halepensis*

## 3. Description botanique

C'est un arbre forestier résineux de deuxième grandeur qui peut parfois atteindre les 30 mètres de hauteur. Il est souvent penché et peu droit avec une cime écrasée, irrégulière et claire, mais ses branches sont assez étalées (Nahal, 1962).

- C'est un arbre toujours vert, vivace, au tronc généralement tortueux, à écorce d'abord lisse et grise, puis épaisse et crevassée tournant au rouge-brun avec l'âge.
- Les arbres jeunes sont de forme assez régulière, les plus âgés, dégarnis à la base, ont un houppier plus dispersé, une cime irrégulière peu dense.
- Les aiguilles fines et souples et réunies par deux, mesurent 5 à 10 cm de long, de couleur vert jaunâtre.
- Le pin d'Alep est une plante à fleurs mâles et femelles séparées (monoïque) situées sur le même individu, elles sont groupées en épis.
- Les fruits sont des cônes verticillés apparaissant à l'automne sur les arbres adultes. Les écailles s'écartent à maturité, libérant des graines environ 7 mm.

- Cône largement pédonculé et réfléchi vers la base du rameau.

L'identification de l'espèce (Figure 2) se base sur les critères suivants :

### 3.1. Feuilles

Les feuilles, ou aiguilles, sont très fines (de 1 mm environ d'épaisseur), souples et très finement serrulées sur les bords. Elles mesurent de 5 à 10 cm de long, réunies par deux dans une même gaine et regroupées en général en pinceau à l'extrémité des rameaux (Nahal, 1962).

### 3.2. Ecorce

L'écorce des jeunes sujets est lisse avec une couleur grise-argentée. Elle forme, chez les adultes, un rhytidome plus ou moins gerçure en écailles minces, larges et aplaties et de couleur rougeâtre. Elle est très inflammable et contient une grande quantité de tanin (Nahal, 1962).

### 3.3. Fleurs

C'est une plante à fleurs mâles et femelles séparées (monoïques) situées sur les mêmes individus et regroupées en épis. La floraison a lieu suivant Avril-Mai. Les fruits sont des cônes portés par un pédoncule assez court et courbé, oblongs, atténués en pointe et peuvent avoir 11 cm de longueur. Les écailles montrent un écusson presque plat, muni d'une carène transversale et d'un petit mamelon au centre. Ces cônes persistent plusieurs années sur les rameaux (Nahal, 1962 ; Rameau *et al.,* 1994).

### 3.4. Graines

Les graines abondantes, de 5 à 7 mm de longueur, possède une grande aile persistante qui permet une dissémination rapide (Kadik, 1987).




**Figure 2 :** Le pin d'Alep et ses éléments (https://www.animateur-nature.com/telechargements/arbre/pin-alep/serie-pin-d-alep-legendee-fond-papier.pdf).

## 4. Répartition du pin d'Alep

### 4.1. Dans le monde

Le pin d'Alep se trouve à l'état spontané autour du bassin méditerranéen, à l'exception de l'Egypte. Il est très répandu en Afrique du Nord et surtout en Algérie et Tunisie, où il constitue les massifs les plus importants. Ses forêts occupent plus de 2,5 millions d'hectares (Quézel, 2000).

En Espagne, il constitue 15% de la superficie boisée (surtout sur les chaines littorales de Catalogne, de la région de Valence et Murcie). Aux îles Baléares, il monte jusqu'à 1200 m d'altitude (Kadik, 1987).

En France, le pin d'Alep est limité à la région méditerranéenne, où il occupe environ 135 000 hectares (Pardé, 1957), et dans le département des Bouches-du-Rhône, il constitue les massifs les plus importants, où il couvre 60 000 hectares (Arbaud, 1957).

En Italie, il couvre une superficie de 20 000 hectares environ. Ses plus grands massifs se rencontrent sur la côte ionienne dans la province de Tarente et en Gargano. On le trouve également en Ligurie, sur la côte méditerranéenne, en Ombrie où il pénètre à l'intérieur du pays (Haute vallée du Néra, affluent du Tibre, jusqu'à 700 m d'altitude), et sur la côte occidentale de la Sicile (Magini, 1955).

Il est représenté peu en Yougoslave, en Grèce, en Turquie, et par des peuplements relativement importants en Palestine et en Jordanie (Barbero, 1992) et quelques boisements en Syrie et au Liban (Kadik, 1987).

Le pin d'Alep se trouve ainsi à l'état spontané (peu abondant) en Cyrénaïque, sur le versant méditerranéen du Djebel Akhdar. Généralement, les pinèdes ne sont pas en très bon état et sont, le plus souvent, à l'état de futaie jardinée. Ils relèvent de l'étage semi-aride supérieur tempéré (Nahal, 1962).

### 4.2. En Algérie

Le pin d'Alep est un arbre très commun en Algérie. Il y couvre 855 000 hectares environ et y constitue des massifs forestiers très importants (Boudy, 1950). Selon Nahal (1962), sa répartition est la suivante :

#### 4.2.1. Est

On le trouve dans la région de Tébessa (Région Algéro-tunisienne), où il constitue des forêts assez importantes (forêts de Ouled Sidi Yahia ben Thaleb, 50 000 hectares, de Ouled Sidi Abid, 26 000 hectares, de Brarcha Allouna, 40 000 hectares).

#### 4.2.2. Ouest

On le retrouve dans la région des plateaux constantinois et de l'Aurès formant des forêts d'une superficie de 80 000 hectares d'un seul tenant (Aurès et Biban).

Dans le secteur de l'Aurès, on peut citer les forêts de Beni Imboul, Ouled Yacoub, Beni Oudjana. Dans ce secteur, il est, en général, en bon état, mais de croissance ralentie.

Dans le secteur de Biban, on rencontre les grands massifs de la région de Bordj Bou Arreridj et de Bouira, bien venants mais très incendiés)

Dans la région d'Alger, en région Algéro-ouarsenienne, il est très commun et constitue des peuplements assez importants. Dans le secteur littoral, il se mélange avec le *Quercus suber*, comme dans les forêts de Cherchell, de Miliana et de Médéa, et ne constitue pas de grands massifs.

Plus au Nord et à l'Ouest, le pin d'Alep constitue des peuplements très importants dans le secteur de l'Ouarsenis. De l'Ouest à l'Est, on peut citer le massif de Boghar (52 000 hectares), où le Pin d'Alep se mélange au *Quercus ilex*, puis celui de Teniet el Haad de même composition.

Dans le massif de l'Ouarsenis proprement dit, le pin d'Alep constitue des peuplements purs, bien venants, à l'état de futaie jardinée et y couvre 35 000 hectares environ (Boudy, 1950). C'est le domaine exclusif du Pin d'Alep. L'Ouarsenis se termine par de très belles

futaies à Ammi Moussa, s'étendant sur 47 000 hectares et où la croissance est plus forte qu'ailleurs. Dans ces régions, *Quercus coccifera* forme un sous-étage.

### 4.2.3. Oranie

Le pin d'Alep atteint son développement maximum et forme des massifs très importants (200 000 hectares environ). Ces peuplements sont souvent incendiés, ce qui fait qu'il ne reste plus que des peuplements jeunes avec *Q. ilex* et *Q. coccifera* en sous-étage. Les forêts les plus importantes à citer sont celles de Zegala (56 000 hectares) et de Slissen (38 000 hectares).

### 4.2.4. Atlas saharien

Le pin d'Alep couvre 108 000 hectares environ dans la région de Djelfa et forme de beaux peuplements de vieille futaie sous les monts d'Ouled Nail. Dans la région de Bou Saada, il est en mélange en proportion égale avec le genévrier rouge (*Juniperus phoenicea*).

La limite altitudinale maximale du Pin d'Alep se situe entre 1 300 et 1 400 m dans l'Atlas tellien, entre 2 100 et 2 200 m dans l'Atlas saharien et vers 1 600 m dans les Aurès septentrionaux. En Algérie, la majeure partie des pinèdes relève de l'étage bioclimatique semi-aride tempéré et frais. Le reste relève de l'étage bioclimatique subhumide chaud et tempéré.

## 5. Association de pin d'Alep

Maire (1925) distingue dans l'association du Pin d'Alep divers facies :

### 5.1. Faciès littoral

Les pineraies se trouvent associées avec *Juniperus phoenicea*, P*istacia lentiscus, Phillyrea media, Asparagus acutifolius,* Arum italicum, Arisarum vulgare, etc...

### 5.2. Faciès sublittoral

On peut citer la présence de *Callitris articulata, Quercus coccifera, Pistacia lentiscus, Phillyrea media, Olea europaea, Arbutus unedo, Osyris lanceolata, Calycotome spinosa, Erica multiflora, Rosmarinus tournefortii, Globularia alypum, Cirrus albidus*….etc.

### 5.3. Faciès continental

On rencontre : *Quercus ilex, Quercus coccifera, Pistacia terebinthus, Lunituerus oxycedrus, Phillyrea media*….etc.

### 5.4. Faciès de l'Atlas saharien

On peut citer la présence de *Quercus ilex, Pistacia terebinthus, Juniperus oxycedrus, Stipa tenacissima, Cistus clusii*….etc.

## 6. Exigences de pin d'Alep

### 6.1. Exigences climatiques

Le pin d'Alep se rencontre dans les étages bioclimatiques méditerranéens : arides supérieurs, semi-arides, subhumides et humides, néanmoins, il reste une essence de l'étage semi-aride (Nahal, 1986).

### 6.2. Exigences édaphiques

### 6.3. Roches-mères

Le pin d'Alep est indifférent à la nature de la roche-mère, il vient sans distinction sur roches calcaires ou siliceuses, qu'elles présentent un pH acide, neutre ou basique.

### 6.4. Sol

Les sols occupés par le pin d'Alep sont épais de 20 cm à plus d'un mètre. Sur les sols les moins profonds, le développement du pin d'Alep est possible mais réclame une fissuration accentuée de la roche-mère. La texture des sols colonisés par le pin d'Alep est sableuse ou sablo-limoneuse, le taux d'argile est rarement supérieur à 30%. La structure et la porosité est bonne. La présence de calcaire dans le sol n'est pas indispensable. Le pH est en général neutre ou peu basique, il peut être faiblement acide. L'humus présent sous les pineraies est soit un mull, soit un xéromoder (Loisel, 1976).

### 6.5. Exigences écologiques

La plasticité du pin d'Alep est exceptionnel (Quezel, 1986). Il est considéré comme l'un des pins les plus tolérants à la température et la sécheresse prononcées (Scarascia-Mugnozza, 1986).

## 7. Phénologie de pin d'Alep

La phénologie est destinée à étudier les modifications périodiques subies par les organismes vivants au cours des saisons. L'étude phénologique de pin d'Alep entreprise par plusieurs auteurs a permis de déceler les observations phénologiques suivantes :

- La dissémination naturelle des graines a lieu entre la fin-Août et fin-Octobre.
- Le cône doit subir de fortes chaleurs, qui détruisent les joints de résine entre les écailles, pour pouvoir s'ouvrir (Francelet, 1970).
- La germination peut avoir lieu, soit à la fin de l'automne, soit au début du printemps (Calamassi *et al.*, 1984).
- Le pin d'Alep fructifie dès l'âge de 10 à 12 ans, mais les graines qu'il produit ne sont aptes à germer que lorsqu'elles sont atteintes l'âge de 18 à 20 ans. De plus, les graines conservent leur pouvoir germinatif pendant au moins deux ans (Nahal, 1962).
- Les cônes mûrissent au cours de la deuxième année et laisse le plus souvent échapper leurs graines au cours de la troisième année (Nahal, 1962 ; Francelet, 1970).
- La croissance en hauteur de la pousse terminale de pin d'Alep se fait en deux temps : en automne, il met en place un bourgeon terminal, ensuite au printemps suivant, ce bourgeon va se développer et donner naissance à une pousse terminale (Serre, 1973).
- La reprise de la végétation chez le pin d'Alep est relativement tardive et se situe entre Février et Mars. Les mois de Mai et Juin correspondent à la période de croissance (radiale et apicale) maximale. La période de croissance est stoppée par la sécheresse vers le mois de Juillet. En automne, les rameaux ne semblent s'allonger que très peu, la croissance radiale par contre reprend de façon significative (Serre, 1976a, b).

# II. Présentation de la zone d’étude

## 1. Situation géographique de la zone d'étude

### 1.1. Cadre régional de la wilaya de Médéa

La wilaya de Médéa est située dans le centre du pays au cœur de l'Atlas Tellien dans la région du titterie. Elle consiste une zone de transit et un trait d'union entre le Telle et le Sahara, et entre les Hauts Plateaux de l'Est et ceux de l'Ouest.

La wilaya de Médéa est caractérisée par une altitude élevée (920 m) et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles, mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées. Elle située à l'Est et à peu de distance du méridien, au-dessus du 36° de latitude Nord, avec une superficie de 8866 $Km^2$ (Lami and Radim, 2017). Elle est délimitée :

- **Au nord**, par la wilaya de Blida,
- **A l'ouest**, par les wilayas d'Ain Defla et Tissemsilt,
- **Au sud**, par la wilaya de Djelfa,
- **A l'est**, par les wilayas de Msila et Bouira.

### 1.2. Cadre régional de la commune de Berrouaghia

La commune de Berrouaghia est l'une des wilayas déléguées de Médéa depuis le 26 novembre 2019. Située dans la région du Tell au Nord-ouest de MEDEA, et à environ 95 km au Sud-ouest d'ALGER. Culminant à 930 m d'altitude, sur la chaine de l'Atlas Tellien, dans une cuvette bordée à l'Est par la chaîne des Bibans et à l'Ouest par l'Ouarsenis. Elle s'étend entre les parallèles Latitude : 36° 39′ 36″ Nord, et Longitude : 2° 55′ 12″ Est sur une superficie de 16132 hectares (Figure 3).




**Figure 3** : Situation géographique de la zone de Berrouaghia.

### 1.3. Cadre géographique de la forêt étudiée

La forêt d'Oued Chair est située au Sud-Est de la zone de Berrouaghia à 15 km environ, caractérisé par une altitude de 1080 m. Elle s'étend ente les parallèles latitudes 36° 04′43″Nord et Longitude 3° 05′22″Est (Figure 4).

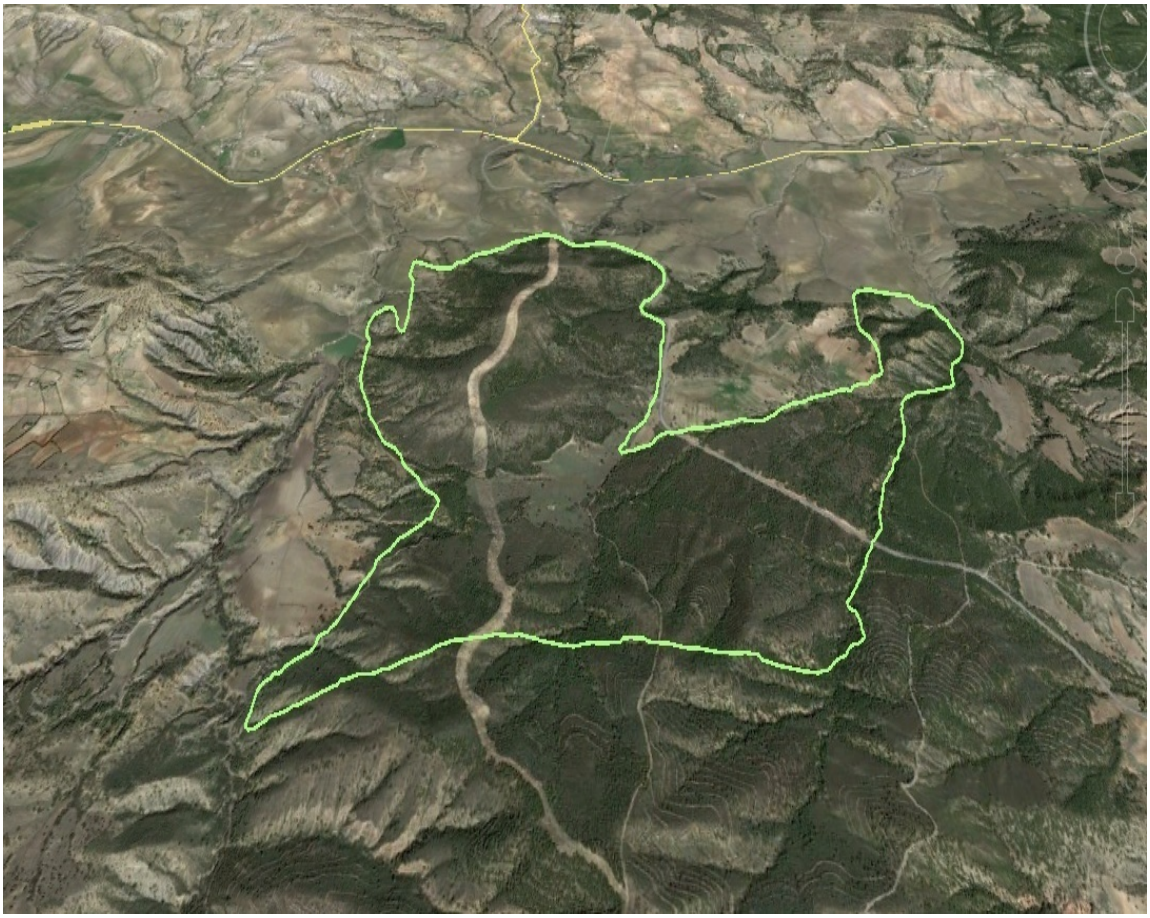


**Figure 4** : Situation géographique de la forêt d'Oued Chair dans la zone de Berrouaghia.

## 2. Cadre phytogéographique

D'après Quézel et Santa (1963), Maire et Viollette (1926) et en se basant sur la typologie (Ecologie-Végétation-Flore), notre zone d'étude (zone de Berrouaghia) se localise dans la division hiérarchique résumée dans le Tableau 1.

**Tableau 1** : Localisation phytogéographique de la zone d'étude.

| **Territoire** | **Maire et Viollette (1926)** | **Quezel et Santa (1963)** |
|---|---|---|
| Empire | Holarctis | Holarctis |
| Région | Méditerranéen | Méditerranéen |
| Domaine | Mauritanien-méditerranéen | Mauritanien-méditerranéen |
| Secteur | Tell méridional | Algérois |
| Sous-secteur | - - - | L'Atlas tellien |

## 3. Cadre géologique

Au centre de l'anticlinorium des Biban, elle se trouve la zone de Berrouaghia qui est une direction Est-West faisant partie du Tell méridional et se rattachant au domaine externe tello-rifain qui constitue la partie africaine de la chaîne alpine (Wildi, 1983).

## 4. Stratigraphie

La série sédimentaire, affleurant dans la région, est constituée de formations d'âges variés allant du Mésozoïque (Aptien) au Quaternaire, excepté le Trias qui affleure en position anormale sous forme de diapirs ou semelles de nappes (Figure 5).

### 4.1. Trias

Le Trias dans la zone de Berrouaghia n'a jamais été daté, néanmoins, il a été attribué à cet âge par analogie aux formations similaires dans la zone (Bakour and Ghattas, 2020).

### 4.2. Jurassique

Le Jurassique dans sa totalité et le Crétacé basal ne se sont pas connus dans la zone de Berrouaghia sauf peut-être en ce qui concerne les dolomies contenues dans le Trias et un Barremo-Aptien connus dans le forage de Bousekène. Celui-ci a été foré à 30 km au Nord-Est de la zone de Berrouaghia, il a recoupé 3543 m de terrain (Bakour and Ghattas, 2020).

### 4.3. Sénonien

Il se rencontre à deux niveaux structuraux : autochtone et allochtone (Wildi, 1983).

### 4.4. Oligocène

Connu sous le terme de « faciès de Boughari », il forme l'unité **V** allochtones. Il est constitué de plusieurs centaines de mètres de grés grossiers à huitres, de marnes sableuses grises et calcaires détritiques (Bakour and Ghattas, 2020).

### 4.5. Miocène

Selon Wildi (1983), il est subdivisé en :

- Miocène inférieur I, tectoniséetanté-nappe,
- Miocène inférieur II et Miocène supérieur, post-nappe.

### 4.6. Quaternaire

Elle est très limitée et consiste essentiellement en de remplissage d'alluvions plus ou moins fins dans les lits des oueds (Kandi, 2013).

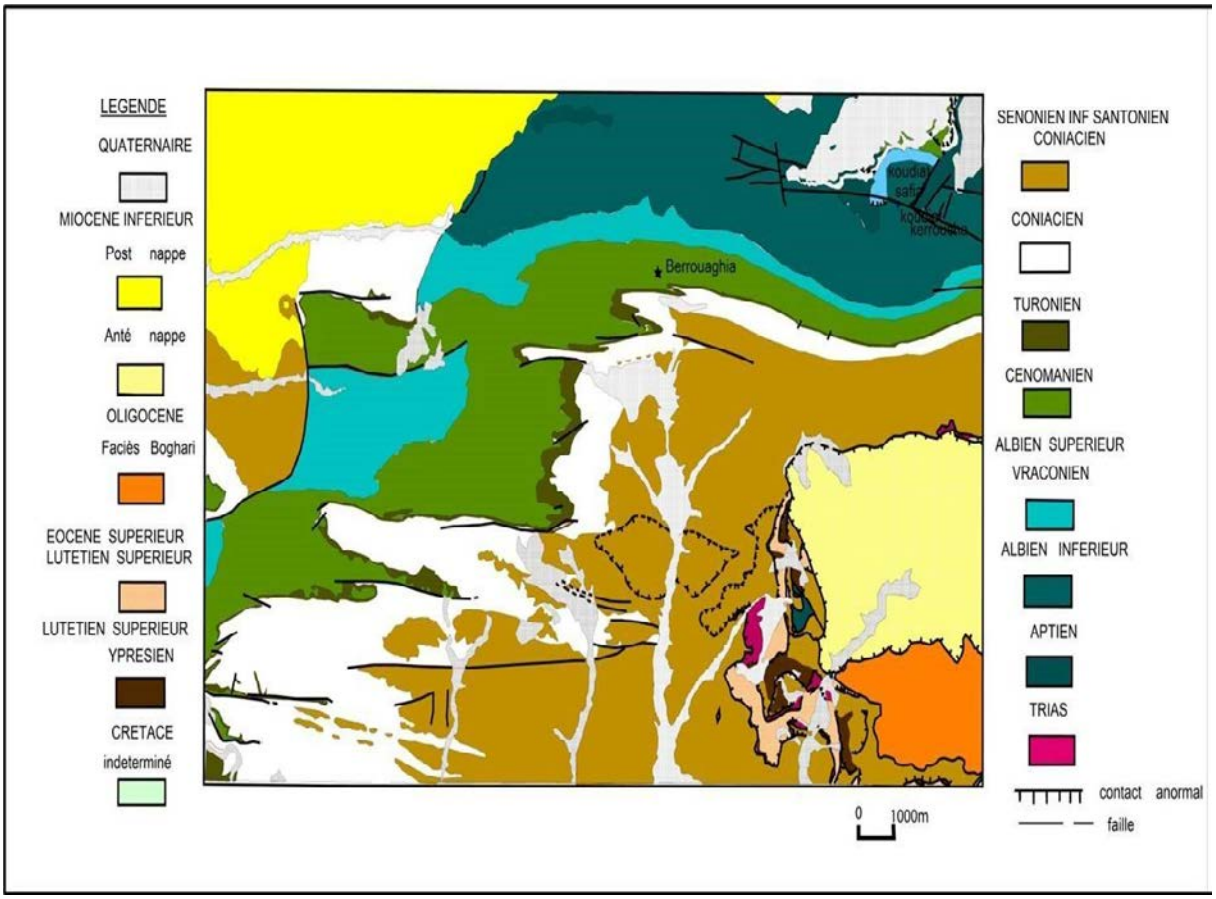



**Figure 5 :** Carte géologique au 1/50 000 de la zone de Berrouaghia (SN REPAL, 1946).

## 5. Cadre géomorphologique

C'est une science qui étudie l'histoire du relief (les héritages), la géographie du relief (les échelles), la physique et la chimie du relief (les forces, les seuils, les rythmes) (Christian, 2012). Selon les études faites par la D.G.F (2015) et les données de la monographie de la wilaya de Médéa (1978), cette dernière est caractérisée par :

### 5.1. Reliefs

Il forme une bande quasi-continue ceinturant la wilaya à l'Ouest et au Nord, depuis l'Ouarsenis jusqu'au massif de Tablât. C'est une région au relief marqué, au climat rude, peu peuplée, avec des altitudes élevées. C'est une région forestière, l'arboriculture, la céréaliculture et l'élevage ne sont pratiqués qu'à la faveur des dépressions alluviales ou des replats colluviaux (Bakour and Ghattas, 2020).

### 5.2. Tell collinéen

Située au cœur de la wilaya, c'est une région à vocation agricole, telles que la polyculture, la viticulture et l'arboriculture sur les terres légères, céréales, fourrages et sur les terrasses alluviales des principaux oueds.

## 6. Pédologie

Selon la D.G.F (2015), la croissance de chaque espèce végétale dépend en grande partie des propriétés physico-chimiques et biologiques du sol. Ainsi procéder à la défense et à la restauration des sols, cela revient à lutter contre l'érosion, qui quelle que soit son origine rend progressivement la terre inhabitable, et par conséquent, augmenter les ressources économiques des populations riverains.

Dans notre zone d'étude, on a des sols calcimagnesiques, caractérisés par la présence du calcaire dans tout leur profil-type à des taux parfois élevés. On peut citer deux principaux groupes :

### 6.1. Les rendzines

Ces sols sont assez fréquents dans notre zone d'étude, on les trouve sur les pentes des matériaux marneux ou marno-calcaire. Ils présentent un profil peu évolué de type AC avec un A généralement riche en matière organique et à structure grumeleuse. Ils sont très riches en calcaire actif (sous-groupe des rendzines riche en calcaire actif) ou à forte effervescence à HCl.

### 6.2. Les sols bruns calcaires

Ce sont des sols évolués à profil de type A (B) C généralement profond et riche en matière organique. On les rencontre surtout en terrains moins accidentés et sur roche composée essentiellement des marnes et des calcaires, ils représentent environ 72% des sols rencontrés.

## 7. Cadre climatique

Le climat occupe une place importante surtout à travers l'analyse de ses composantes : les précipitations et la température. Les données climatiques, utilisées dans notre étude, proviennent de la station Météorologique de Berrouaghia (O.N.M, 2020), située à 15 km de la forêt domaniale d'Oued Chair.

### 7.1. Précipitations

La pluviométrie annuelle est estimée à 685,7 mm (Tableau 2)**.** En effet, la pluie tombe sous forme de fortes averses, mais les mois d'été connaissent une sécheresse presque absolue. Les pluies moyennes mensuelles et annuelles sont représentées dans le tableau ci-dessous (1991–2021).

**Tableau 2 :** Pluviosité moyenne mensuelle et annuelle de la zone de Berrouaghia.

| **Mois** | **Sept** | **Oct** | **Nov** | **Déc** | **Jan** | **Fév** | **Mars** | **Avril** | **Mai** | **Juin** | **Juill** | **Aout** | **Annuelle** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **P(mm)** | 37,4 | 42,7 | 90,8 | 100,1 | 104 | 89,5 | 83,2 | 71,1 | 39,7 | 12,1 | 4,6 | 10,4 | 685,7 |

### 7.2. Régime pluviométrique

L'analyse du régime pluviométrique par saison (Tableau 3) fait ressortir que :

- La prédominance des pluies est observée pendant la saison d'Hiver et celle du Printemps avec une pluviométrie de 293,6 mm et 194 mm, respectivement.
- Le régime pluviométrique est de type **H.P.A.E** (un maximum de pluviométrie est enregistré pendant la saison hivernale et un minimum de pluviométrie est enregistré pendant la saison estivale).

**Tableau 3 :** Régime pluviométrique par saison de la zone de Berrouaghia.

| **Saison** | **Automne (A)** | | | **Hiver (H)** | | | **Printemps (P)** | | | **Eté (E)** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Mois** | S | O | N | D | J | F | M | AV | M | J | JT | AO |
| **Pluviosité moyenne** | 37,4 | 42,7 | 90,8 | 100,1 | 104 | 89,5 | 83,2 | 71,1 | 39,7 | 12,1 | 4,6 | 10,4 |
| **Moyenne saisonnière** | 170,9 | | | 293,6 | | | 194 | | | 27,1 | | |

### 7.3. Températures

La température joue un rôle très important dans le cycle biologique des plantes, elle contribue essentiellement à la levée de dormance des graines. La zone de Berrouaghia est caractérisée par une température relativement douce à partir de mois d'Octobre jusqu'au mois d'Avril, et une température chaude qui s'étend de Mai à Septembre (Tableau 4). L'analyse du Tableau 4 révèle que le mois de Février est le mois le plus froid et le mois de Juillet est le mois le plus chaud.

**Tableau 4 :** Températures moyennes mensuelles de la zone de Berrouaghia.

| **Mois** | **Jan** | **Fév** | **Mars** | **Avril** | **Mai** | **Juin** | **Juillet** | **Août** | **Sept** | **Oct** | **Nov** | **Déc** | **Année** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **$T_{min}$ (°C)** | 3,4 | 3,2 | 5,2 | 7,7 | 10,8 | 15,0 | 18,2 | 18,5 | 14,7 | 11,5 | 7,2 | 4,7 | **10** |
| **$T_{max}$ (°C)** | 7,8 | 8,2 | 10,4 | 14,6 | 18,9 | 24,4 | 27,1 | 26,5 | 22,9 | 17,2 | 11,0 | 8,9 | **16,5** |
| **$T_{Moy}$ (°C)** | 6,9 | 7,1 | 9,8 | 12,9 | 17,3 | 23,1 | 27,2 | 26,5 | 21,7 | 17,7 | 10,9 | 7,8 | **15,7** |

Le tracé des courbes de la variation de température moyenne mensuelle de la zone de Berrouaghia (Figure 6) montre deux pôles extrêmes :

- Un pôle froid, correspondant aux mois de Décembre, Janvier et Février, où la température peut descendre jusqu'à 3,2 °C.
- Un pôle chaud, correspondant aux mois de Juin, Juillet et Août, où la température atteint 27,1 °C.

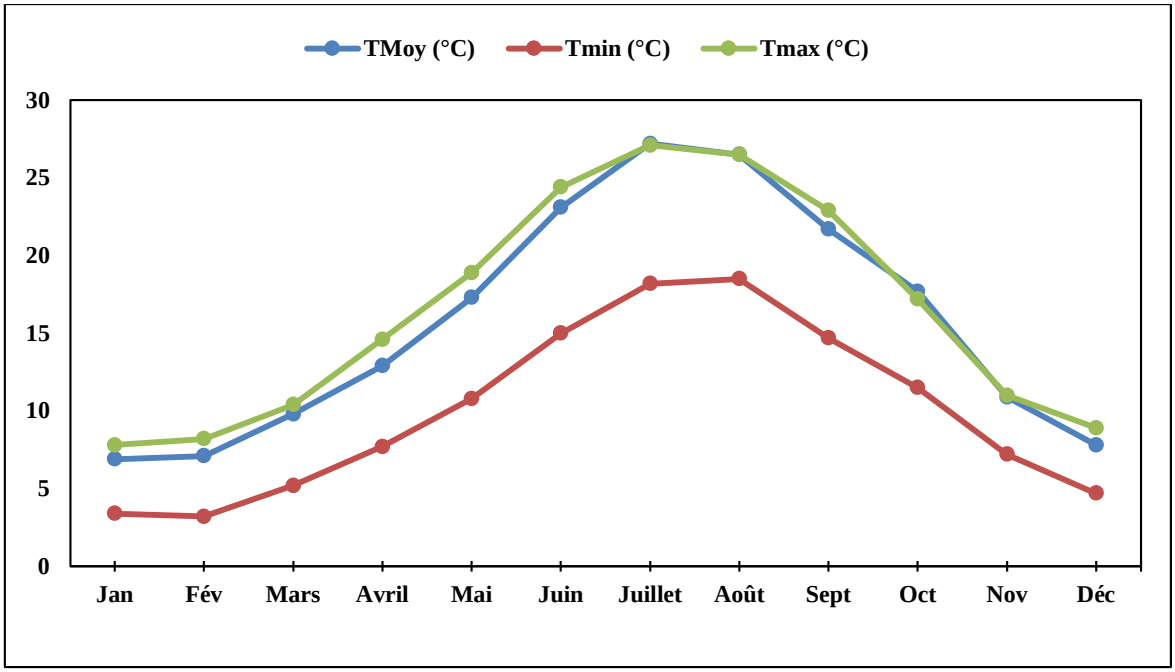



**Figure 6 :** Températures moyennes mensuelles de la zone de Berrouaghia.

## 8. Synthèse climatique

La synthèse climatique de notre zone d'étude s'est établie en se basant sur l'indice d'aridité de De Martonne (1927), le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) et le Climagramme d'Emberger (1955).

### 8.1. Indice d'aridité de De Martonne

Cet indice dépend essentiellement des précipitations moyennes annuelles en millimètre et de la température moyenne annuelle en degré Celsius. On peut le calculer à partir de la formule de De Martonne suivante : **I = P/(T+10),** avec :

- I : Indice d'aridité,
- P : Précipitation moyenne annuelle (mm),
- T : Température moyenne annuelle (°C).

En se basant sur les diverses fourchettes de l'indice d'aridité fixé par De Martonne, le type du climat peut être :

➢ I < 5 → Climat hyper aride,

- I = 5 → Climat aride,
- 5 < I < 7,5 → Climat désertique,
- 7,5 < I < 10 → Climat steppique,
- 10 < I < 20 → Climat semi-aride,
- 20 < I < 30 → Climat tempéré.

**Application :** P = 685,7 mm, T = 15,7°C, donc **I = 26,68**. D'après cette valeur, on peut dire que le climat de la zone de Berrouaghia est tempéré.

### 8.2. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

D'après Bagnouls et Gaussen (1953), un mois sec est celui où le total mensuel des précipitations exprimé en millimètre est égal ou inférieur au double de la température mensuelle exprimée en degré Celsius (P ≤ 2T). Cette relation permet de représenter sur un même graphique les précipitations et les températures moyennes mensuelles. L'intersection des deux courbes, ombrique et thermique, détermine la durée de la période sèche. La Figure 7 montre que la période sèche de la zone de Berrouaghia s'étale du Juin aux derniers jours du mois de Septembre, ce qui correspond à une durée de quatre mois.

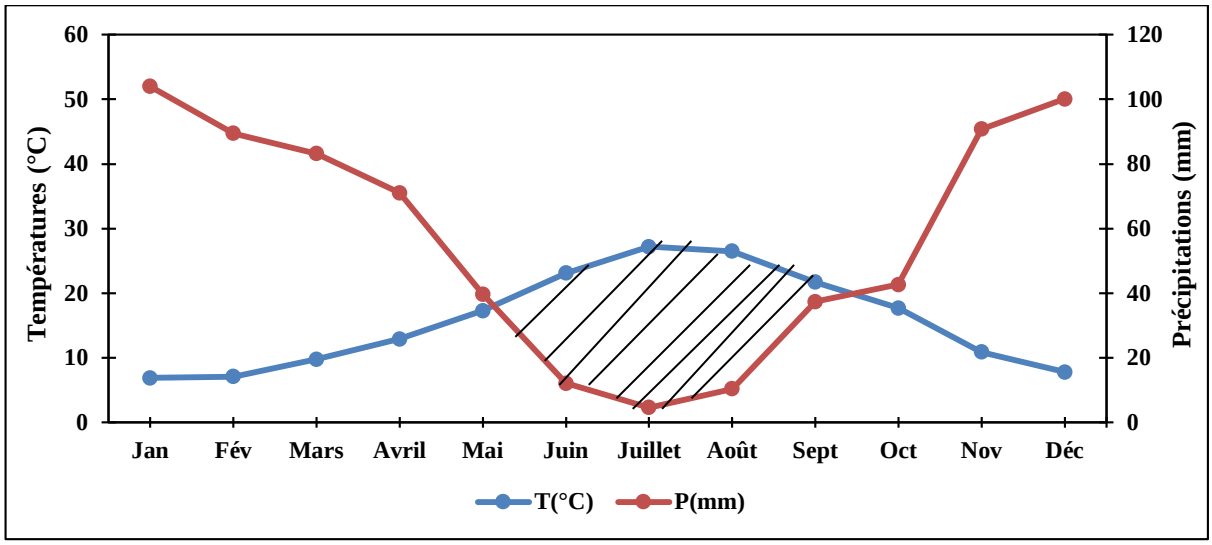



**Figure 7 :** Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) de la zone de Berrouaghia.

### 8.3. Climagramme pluviothermique d'Emberger

D'après Emberger, l'exploitation synthétique du climat méditerranéen tient compte de l'effet conjugué des précipitations et des températures. Il s'agit du quotient pluviothermique d'Emberger noté $Q_2$. Emberger (1955) a établi une formule pour définir les différents types de bioclimats en région méditerranéenne.

$$\mathbf{Q_2 = 2000*P/ (M^2-m^2)}$$

- **$Q_2$** : Quotient pluviothermique,
- **P** : Pluviosité moyenne annuelle en (mm),
- **m (°K)** : Moyenne des températures mensuelles minimales du mois le plus froid,
- **M (°K)** : Moyenne des températures mensuelles maximales du mois le plus chaud.

D'après le Tableau 5, la valeur du quotient d'Emberger (**$Q_2$ = 98,99)** permet de situer la zone de Berrouaghia dans un étage bioclimatique sub-humide à variante thermique à hiver tempéré (Figure 8).

**Tableau 5 :** Quotient pluviothermique et étage bioclimatique de la zone de Berrouaghia.

| **Station** | m (°C) | M (°C) | m (°K) | M (°K) | P (mm) | Q2 | Bioclimat | Variante Thermique |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Berrouaghia** | 3,1 | 27,1 | 276,6 | 300,6 | 685,7 | 98,99 | Sub-humide | Hiver tempéré |

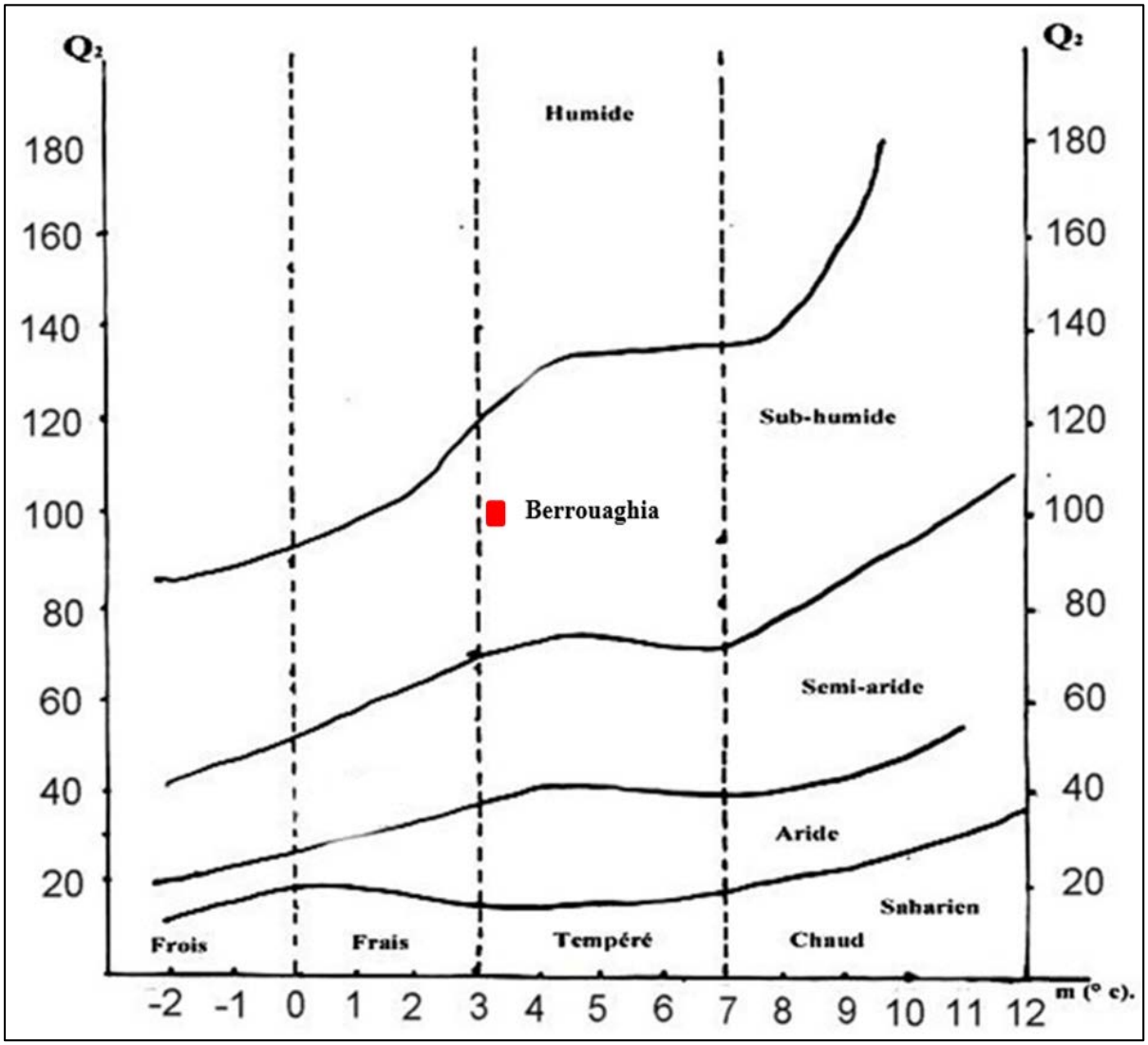



**Figure 8 :** Situation de la zone de Berrouaghia sur le Climagramme d'Emberger (1955).

## 9. Autres paramètres climatiques (les vents)

Les vents constituent, en certains biotopes, un facteur écologique limitant (Ramade, 2003). Ils ont un rôle positif dans l'écosystème, vu qu'ils jouent un rôle dans la pollinisation (espèces anémophiles) et aussi dans le transport des graines et des spores. Mais, ils peuvent avoir un rôle négatif comme propagation des incendies, érosion éolienne (phénomène de désertification).

La vitesse moyenne du vent dans la zone de Berrouaghia oscille entre 2,7 m/s (Août) et 3,7 m/s (Avril) avec une moyenne annuelle de 3,2 m/s (Tableau 6).

**Tableau 6** : Vitesse moyenne mensuelle des vents de la zone de Berrouaghia.

| **Mois** | **J** | **F** | **M** | **A** | **M** | **J** | **J** | **A** | **S** | **O** | **N** | **D** | **Annuelle** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Berrouaghia** | 3,3 | 3,2 | 3,4 | 3,7 | 3,2 | 3,2 | 2,8 | 2,7 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | **3,2** |

La zone de Berrouaghia est aussi caractérisée par les vents d'été (Sirocco). Selon Bourouba (1997), le Sirocco est un vent du sud-est d'origine saharienne chaud et sec résultant des dépressions qui se forment sur la Méditerranée.

Le nombre moyen de jour de sirocco par an enregistré à la zone de Berrouaghia est de 25 jours (Tableau 7).

**Tableau 7** : Nombre de jour de sirocco à la zone de Berrouaghia.

| **Mois** | **J** | **F** | **M** | **A** | **M** | **J** | **J** | **A** | **S** | **O** | **N** | **D** | **Annuelle** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Berrouaghia** | 01 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 04 | 02 | 08 | 10 | 25 |

# Chapitre II :

# Matériels et Méthodes

## 1. Présentation de la station étudiée

Notre étude vise à caractériser les formations végétales à pin d'Alep dans la forêt naturelle d'Oued Chair de la zone de Berrouaghia, zone située dans l'étage bioclimatique sub-humide tempéré. Les caractéristiques géographiques de la forêt étudiée sont regroupées dans le Tableau 8.

**Tableau 8 :** Caractéristiques géographiques de la forêt étudiée.

| Zone | Forêt | Latitude | Longitude | Altitude (m) |
|---|---|---|---|---|
| **Berrouaghia** | Oued Chair | 36°04'43''Nord | 3°05′22″ Est | 1080 |

## 2. Etude phytoécologique

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.

### 2.1. Relevé floristique

Dans le cadre de notre étude, nous avons effectués 10 relevés floristiques durant la période optimale de développement de la végétation, en l'occurrence la saison Mars-Avril 2022. La technique d'échantillonnage adoptée est celle d'un échantillonnage subjectif, qui est une technique d'échantillonnage de reconnaissance qualitative, permettant de déblayer le terrain en vue d'une étude plus précise et consistant à choisir les échantillons qui apparaissent particulièrement homogène et représentative (Gounot, 1969).

Un relevé floristique doit être aussi représentatif que possible (qualitativement et quantitativement) de la communauté végétale (Gounot, 1961). Il s'agit de savoir quelle est la surface minimale donnant une idée « suffisante » de cette communauté. Rappelons qu'à cette aire minimale qualitative s'ajoute une aire minimale quantitative des espèces de la communauté

représentative des proportions quantitatives d'espèces (Braun-Blanquet *et al.*, 1952). Cependant, il est nécessaire d'utiliser un modèle pour la courbe aire–espèces, qui a été proposé par (Godron, 1971), et qui conduit à une analyse de l'hétérogénéité de la station étudiée. Dans ce sens, nous avons estimé pour notre station d'étude une aire minimale de 400 m².

Ainsi, les espèces recensées au cours de notre étude sont affectées de leur indice d'abondance dominance selon l'indice de Braun–Blanquet (1952) :

- + : espèce présente, recouvrement et abondance très faible,
- 1 : espèce abondante mais le recouvrement est faible, inférieur à 5%,
- 2 : espèce très abondante et recouvrement compris entre 5 et 25%,
- 3 : recouvrement compris entre 25 et 50%, abondance quelconque,
- 4 : recouvrement compris entre 50 et 75%, abondance quelconque,
- 5 : recouvrement supérieur à 75%, abondance quelconque.

**2.2. Relevé écologique**

Chacun des relevés réalisés comprend à prendre en considération les variables écologiques suivants :

- Au niveau régional : altitude, bioclimat, …etc,
- Au niveau sectoriel : exposition, géomorphologie, lithologie, topographie, formation végétale, première espèce dominante, deuxième espèce dominante, troisième espèce dominante,
- Au niveau stationnel : pente, recouvrement des cailloux, graviers, litière, sol nu, végétation.

**2.3. Nomenclature des espèces**

L'identification des espèces a été faite selon la nomenclature de Quezel et Santa (1962-1963) et actualisée par la suite selon la nomenclature de Dobignard (2008).

### 2.4. Analyses statistiques multivariées

Les relevés floristiques en abondance-dominance ont été soumis aux analyses numériques multivariées : Analyse Factorielle de Correspondance (AFC) et Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). Ces analyses permettent de définir les groupements végétaux qui constituent « les unités élémentaires de la végétation définies floristiquement, écologiquement, statistiquement et ordonnées par l'interaction des facteurs du milieu et de la concurrence vitale » (Pouget, 1980).

#### 2.4.1. Analyse Factorielle des Correspondances

L'AFC est une méthode statistique, qui permet l'ordination d'objets (espèces) en fonction de leur corrélations respectives, calculées à partir des variables (relevés) (Cordier, 1965; Lebart et Fenelon, 1973). C'est une méthode dite métrique, se basant sur le calcul des distances existantes entre un certain nombre d'objets en fonction des variables. Les distances étant l'expression de la similitude entre objets.

D'après Lacoste et Roux (1972), l'un des intérêts fondamentaux de cette méthode est la représentation simultanée, dans un même espace et de manière symétrique, des relevés et des espèces, de telle sorte que chaque espèce se localise au sein du groupe de relevés auquel elle est la plus étroitement liée.

Pour ce faire, une matrice globale d'abondance-dominance, qui contient 10 relevés et 28 espèces a été traitée par le logiciel « STATISTICA ; version 8.0 », dont nous disposons un Tableau à double entrée où chaque ligne correspond à un objet (espèce) et chaque colonne à une variable (relevé).

Ainsi, l'interaction entre la ligne et la colonne est représentée dans notre cas par l'indice de recouvrement de chaque espèce pour le relevé considéré, qui va être représentée graphiquement

sous forme de nuage ou de points projetés sur un plan formé par des axes pris deux à deux appelés : cartes factorielles.

### 2.4.2. Classification Ascendante Hiérarchique

La CAH consiste à agréger progressivement les individus selon leur ressemblance, mesurée à l'aide d'un indice de similarité ou de dissimilarité. L'algorithme commence par rassembler les couples d'individus les plus ressemblants puis à agréger progressivement les autres individus ou groupes d'individus en fonction de leur ressemblance jusqu'à ce que la totalité des individus ne forme plus qu'un seul groupe (Anderber, 1973).

La CAH produit un arbre binaire de classification (dendrogramme), dont la racine correspond à la classe regroupant l'ensemble des individus. Ce dendrogramme représente une hiérarchie de partitions, une partition étant obtenue par troncature du dendrogramme à un certain niveau de ressemblance.

La partition comporte alors d'autant moins de classes que la troncature s'effectue en haut du dendrogramme (c'est-à-dire vers la racine). À la limite, une troncature effectuée en dessous du premier nœud de l'arbre conduit à ce que chaque classe ne contienne qu'un individu (cette partition est l'assise du dendrogramme) et une troncature effectuée au-delà du niveau de la racine du dendrogramme conduit à une seule classe contenant tous les individus.

L’analyse de la CAH a été effectuée en utilisant le logiciel « STATISTICA ; version 8.0 » en se basant sur la distance euclidienne.

## 2.5. Evaluation de la biodiversité

Les différents groupements individualisés par la CAH ont été caractérisés sur le plan biologique, phytochorique et par les indices de diversité.

### 2.5.1. Evaluation qualitative

Les spectres biologiques bruts sont calculés pour chaque groupement végétal. Ils tiennent compte de la richesse d'une population, c'est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de taxons appartenant aux divers types biologiques sur le nombre total des taxons de la communauté étudiée. Nos stations d'étude rassemblent les types biologiques suivants :

- **Phanérophytes :** plantes dont les bourgeons de rénovation sont à plus de 25 cm du sol,
- **Chaméphytes :** plantes dont les bourgeons de rénovation se trouvent entre 0 et 25 cm,
- **Hémicryptophytes :** plantes dont les bourgeons de rénovation sont à ras du sol et passent la mauvaise saison sous forme de rosettes,
- **Géophytes (cryptophytes) :** plantes qui survivent grâces à leurs parties souterraines (bulbes, tubercules ou rhizomes),
- T**hérophytes :** plantes annuelles passant la mauvaise saison sous forme de graines ou spores.

Pour les spectres biologiques réels, nous avons retenu le pourcentage du recouvrement relatif aux espèces (E), qui a été calculé à partir du rapport de la valeur moyenne de recouvrement (C) pour chaque espèce sur le total des valeurs moyennes du recouvrement de toutes les espèces (∑C).

$$\mathbf{E} = \frac{\text{valeur moyenne du recouvrement C de l'espèce}}{\text{Total des valeurs moyennes du recouvrement de toutes les espèces}} \times 100$$

**C :** valeur moyenne de recouvrement déterminée à partir du rapport suivant :

$$\mathbf{C} = \frac{\text{A x 100}}{\text{Nombre de relevés du groupement}}$$

**A :** valeur du recouvrement définie à partir de l'échelle des correspondances abondance-dominance.

Les symboles du coefficient d'abondance-dominance ne peuvent pas être directement exploités dans le logiciel, Comme exemple : le (+) n'est pas une valeur, il a été remplacé par le nombre (1) (Tableau 9).

**Tableau 9 :** Codification du coefficient d'abondance-dominance.

| **Coefficients d'abondance-dominance** | absence | + | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Codification utilisée** | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| **Recouvrement correspondant** | 0 | 0.1 | 2.5 | 15 | 37.5 | 62.5 | 87.5 |

### 2.5.2. Evaluation quantitative

Si nous considérons la diversité d'une communauté comme une notion qui recouvre d'une part la diversité spécifique (nombre d'espèces) et d'autre part la façon dont se répartissent ces individus dans un espace donné, nous devons tenir compte de l'équitabilité (régularité). Pour quantifier la diversité floristique, nous avons retenu : la richesse spécifique **(S)**, l'indice de diversité de Shannon **(H')** et l'équitabilité **(E).**

- **La richesse spécifique (S) :** C'est l'expression la plus simple de la diversité biologique, elle représente le nombre d'espèces peuplant un espace donné.
- **Indice de diversité de Shannon (H') :** Le calcul de l'indice de Shannon a été réalisé sur la liste globale des espèces et celles des différents groupements végétaux. L'indice de Shannon permet d'avoir aisément une meilleure idée sur l'état de la diversité biologique d'un groupement à un autre. Cet indice de diversité exprimé en bits a été calculé par la formule suivante :

$$\mathbf{H'} = -\sum_i^s pi.\,Log_2 pi \;\textbf{;}\; \text{avec}\;\; \mathbf{pi} = \frac{ni}{\sum ni}\,,\; \textbf{avec :}$$

- ✓ **pi** = fréquence relative des individus de l'espèce i,
- ✓ **ni** = recouvrement moyen des individus de l'espèce i,
- ✓ **n** = recouvrement total des individus de la formation végétale.

Une faible valeur d'indice de diversité de Shannon (H') indique que le milieu est peu diversifié et une forte valeur indique que le milieu est relativement diversifié. Autrement dit, il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement. En résumé, la diversité est faible lorsque H' < 3 bits, moyenne si H' est compris entre 3 et 4 bits et élevée quand H' ≥ 4 bits.

- **Equitabilité (E) :** l'évaluation de la diversité spécifique d'un échantillon est généralement complétée par un indice d'équitabilité de Pielou **(E)**. Celui-ci représente le rapport entre la diversité spécifique de Shannon maximale théorique et le logarithme à base de 2 de la richesse spécifique de l'échantillon. Il exprime la régularité ou l'équitable répartition des individus au sein des espèces. Il est donné par la formule :

$$\mathbf{E = H'/Hmax, \quad Donc, E = H'/\log_2(S)}$$

L'équitabilité est faible lorsque E < 0.6, moyenne quand E est compris entre 0.6 et 0.8 et élevée si E ≥ 0.8. Si E est faible, on conclut que peu d'espèces concentrent la majorité des individus du milieu. Lorsque E est élevé, on déduit que le milieu n'est pas spécialisé et donc les individus sont bien répartis au sein des espèces. Si **H'** et **E** sont faibles, alors le milieu est homogène et spécialisé. Si **H'** et **E** sont élevés, alors le milieu est isotrope.

# Chapitre III :

# Résultats et Discussion

## 1. Analyses statistiques multivariées

Les relevés floristiques en abondance-dominance ont été soumis aux analyses multivariées. Une matrice, de 10 relevés et 28 espèces, a été soumise à l'Analyse Factorielle de Correspondance (AFC), qui a pour objet d'individualiser des relevés présentant les mêmes affinités écologiques. En d'autres termes, cette analyse permet de préciser quels seront les facteurs écologiques majeurs de la diversification du tapis végétal. D'autre part, les limites entre les différents nuages ont été précisées à l'aide de Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).

### 1.1. Interprétation de carte factorielle issue de l'AFC (groupes de relevés)

Dans cette analyse, le nombre d'axes pris en considération joue un rôle important dans la différenciation des ensembles de relevés. En effet, un nombre élevé d'axes fait intervenir des conditions écologiques secondaires qui distinguent de petits groupes de relevés, à l'inverse, ne considérer qu'un ou deux axes provoque une perte de l'information qui risque de dégager des groupes trop importants.

La signification des axes n'est pas toujours évidente, d'autant que d'après certains auteurs (Greig-Smith, 1983 ; Lagarde, 1983), elle correspond, parfois, à un effet global résultant d'une combinaison de plusieurs facteurs.

La signification écologique des axes factoriels repose sur la confrontation des relevés et des espèces à fortes contributions par rapport à leurs positionnements dans l'axe factoriel (côté négatif ou bien positif) (Pouget, 1980).

Les caractéristiques écologiques du milieu où ont été réalisés les relevés, ainsi que l'autoécologie des espèces établie à partir de la consultation bibliographique, contribuent fortement à l'identification des axes factoriels. Pour ce faire, nous nous sommes reportés aux informations contenues dans les travaux de Quézel et Santa (1962-63), Celles (1975), Le Houerou *et al.* (1975), Djebaili (1978), Pouget (1980) et Djellouli (1981).

Le nombre d'axes à retenir se détermine par tenir compte de la proportion d'inertie expliquée par les premiers axes. Il est très difficile de travailler avec plus de 3 axes. Généralement, le plan factoriel 1/2 présente un cumul important par rapport aux autres. D'après le Tableau 10, les valeurs propres et les taux d'inertie, relativement élevés pour les 2 premiers axes, deviennent faibles et pratiquement constantes à partir du troisième axe. Donc, les deux premiers axes ont été pris en considération pour interpréter les résultats de la carte factorielle correspondante.

**Tableau 10 :** Valeurs propres et taux d'inertie pour les deux premiers axes.

| Axe | Valeurs propres | Taux d'inertie (%) |
|---|---|---|
| 1 | 3,88 | 38,80 |
| 2 | 1,46 | 14,60 |

### 1.1.1. Interprétation de l'axe 1 (38,80% de la variance du nuage)

L'examen de la carte factorielle sur le plan 1/2 issu de l'AFC (Figure 9) montre deux groupes de relevés (GA et GB). Les limites entre les deux groupes de relevés ont été établies à l'aide de la Classification Ascendante Hiérarchique (Figure 10).

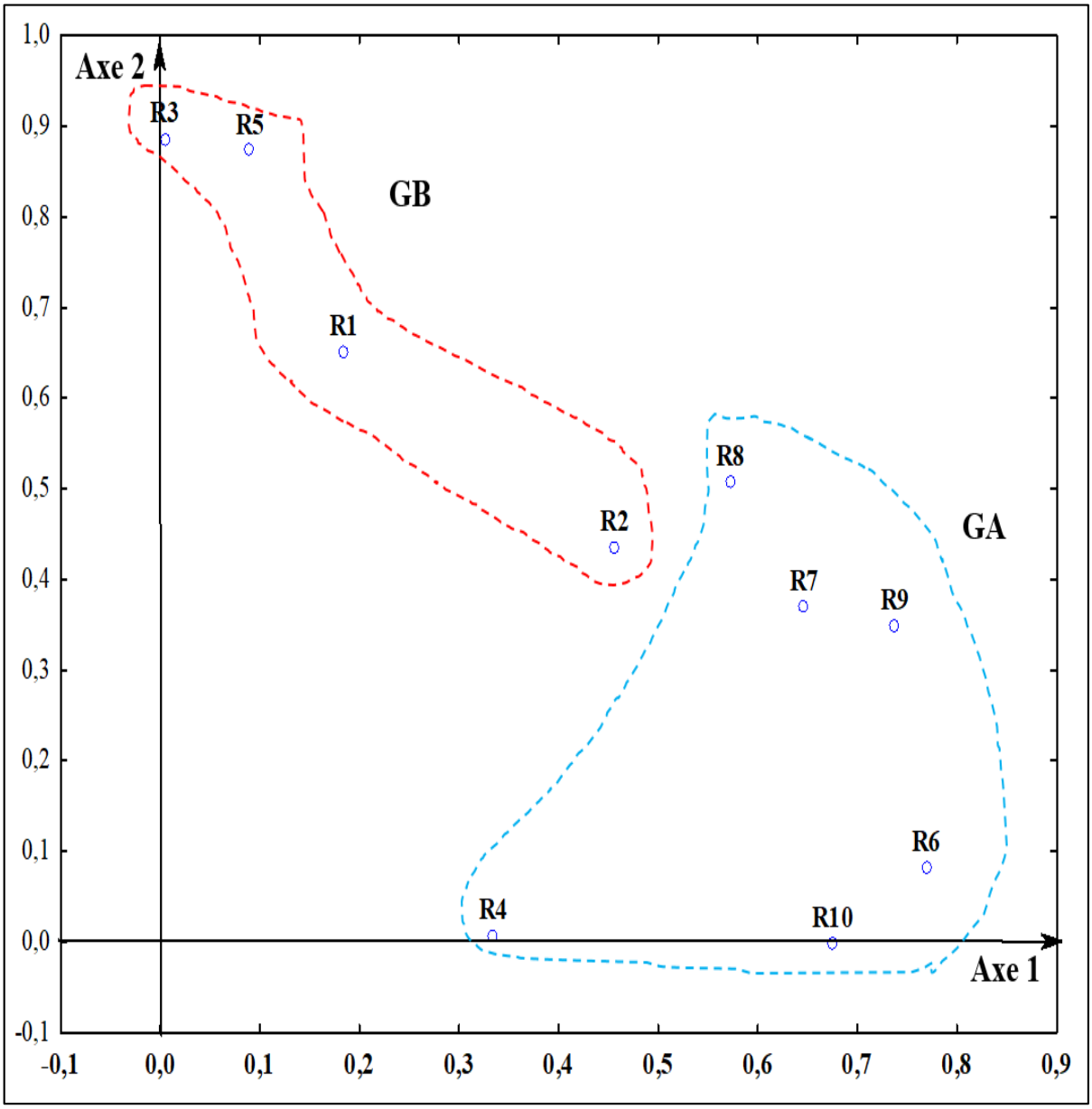



**Figure 9 :** Analyse factorielle de correspondance : Plans factoriels 1-2.

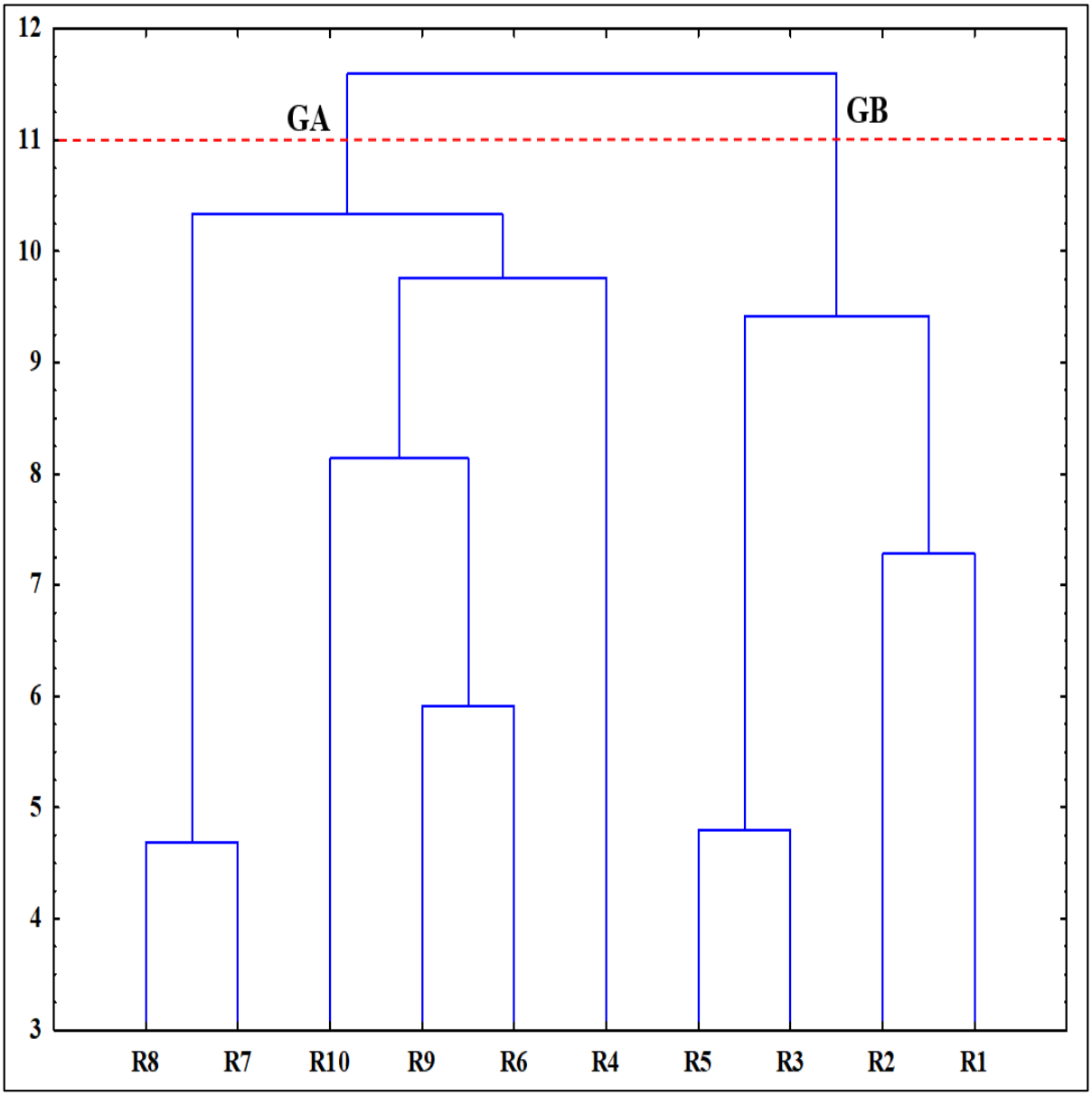



**Figure 10 :** Regroupements des relevés selon la CAH.

Le groupe A, positionné sur la partie positive de l'axe 1, est constitué par 6 relevés : R4 et R6–R10. Les relevés de ce groupe ont été réalisés dans la forêt naturelle d'Oued Chair dans la zone de Berrouaghia, suivant une tranche altitudinale variant entre 936 et 982 m.

Les espèces dominantes dans ce groupe sont *Pinus halepensis, Glebionis segetum, Leontodon saxatilis, Quercus ilex* et *Rosmarinus officinalis.* Le recouvrement global de la végétation y varie de 50 à 70% sur une pente faible (5%) pour les relevés R6, R7 et R10, et relativement forte (supérieure à 12%) pour les relevés R4, R8 et R9. Les formations végétales

de ce groupe reposent sur une lithologie marno-calcaire, avec un taux d'éléments grossier évalué entre 10 et 15% et un taux de litière évalué entre 10 et 25%.

Il est à signaler que les espèces forestières de ce groupe de relevés (*Pinus halepensis, Pistacia lentiscus, Tetraclinis articulata*) sont envahies par des espèces de matorral telles que *: Quercus ilex* et *Quercus coccifera,* qui sont à leur tour envahies par des espèces steppiques (*Stipa capensis et Lygeum spartum*), conduisant à conclure qu'on est en train d'assister à une éventuelle substitution des taxons forestiers par des taxons de matorral et de steppe.

Les taxons liés aux forêts claires sont représentés par la présence de *Pallenis spinosa, Cistus salviifolius, Pistacia lentiscus, Stipa capensis* et *Rosmarinus officinalis.* La xéricité du climat est indiquée par la présence de *Paronychia capitata* et *Tetraclinis articulata.*

Il est à noter la présence des certaines espèces de pelouses représentées par *Lomelosia stellata.* L'influence du pâturage sur les formations végétales de ce groupe de relevés est marquée par la présence d'*Anemone coronaria, Eruca vesicaria* et *Pallenis spinosa*.

Globalement, la majorité des espèces présentes dans ces relevés sont thermophiles, héliophiles et xérophiles, liées à un bioclimat sub-humide tempéré (*Aegilops geniculata, Cistus salviifolius, Glebionis segetum, Anisantha rubens, Eruca vesicaria, Leontodon saxatilis, Lomelosia stellata, Onopordum acanthium, Lysimachia monelli, Lygeum spartum, Pallenis spinosa, Olea europaea*), et selon leur autoécologie, ce sont des espèces calcicoles et basophiles, indicatrices d'un sol pauvre en matière organique, à l'exception de *Cistus salviifolius, Glebionis segetum* et *Leontodon saxatilis* qui sont acidophiles (Julve, 1998).

Donc, l'axe 1 pourrait exprimer un gradient climatique (température, lumière, humidité et pluviosité) associé à un gradient édaphique (caractère acido-basique du sol et pauvreté du sol en matières organiques).

### 1.1.2. Interprétation de l'axe 2 (14,60% de la variance du nuage)

Le groupe B, positionné sur la partie positive de l'axe 2, est constitué par 4 relevés : R1–R3 et R5. Les relevés de ce groupe ont été ainsi réalisés dans la forêt naturelle d'Oued Chair dans la zone de Berrouaghia, suivant une tranche altitudinale variant entre 962 à 970 m.

Les espèces dominantes dans ce groupe sont *Pinus halepensis, Tetraclinis articulata* et *Pistacia lentiscus*. Le recouvrement global de la végétation y varie de 60 à 75% sur une pente faible (12%) pour les relevés R1 et R5 et relativement forte (supérieure à 25%) pour les relevés R2 et R3. Les formations végétales de ce groupe reposent sur une lithologie marno-calcaire, avec un faible taux d'éléments grossier (5-10%) et de litière (13-15%) pour les relevés R2, R3 et R5. Le relevé R1 repose sur une lithologie marno-calcaire avec un fort taux de litière évalué à 35%.

La strate arbustive se caractérise par la présence de certaines espèces indicatrices d'un sol profond, frais et riche en matière organique telle que *Phillyrea angustifolia* (Kadik, 1983). Pour la strate herbacée, nous marquons la présence des espèces indicatrices de conditions xériques telles que *Cistus libanotis* et *Paronychia capitata.* Ces espèces pourraient être la cause de l'apparition des espèces steppiques et de matorrals telles que : *Quercus ilex, Phillyrea angustifolia, Quercus coccifera, et Stipa capensis*, et donc la réduction de la couverture arbustive.

Dans ce groupe de relevés, les taxons liés aux forêts claires sont *Cistus salviifolius, Pistacia lentiscus* et *Stipa capensis*. Ainsi, les peleuses sont signalées par la présence par la présence de *Prunella laciniata.*

En générale, la majorité des espèces présentes dans ces relevés sont ainsi thermophiles, héliophiles et xérophiles, liées à un bioclimat sub-humide tempéré (*Cistus libanotis, Ampelodesmos mauritanicus, Rosmarinus officinalis, Prunella laciniata, Lysimachia monelli, Olea europaea*, *Anisantha rubens*), à l'exception de *Carex flacca* qui est une espèce

hygrophile, et selon leur autoécologie, ce sont des espèces calcicoles et basophiles, indicatrices d'un sol pauvre en matière organique (Julve, 1998).

Donc, l'axe 2 pourrait ainsi exprimer un gradient climatique plus exigeant en termes de de lumière et de température, et moins exigeant en termes d'humidité et de pluviosité, par rapport à celui de l'axe 1, associé ainsi à un gradient édaphique plus exigeant en termes de caractère acido-basique du sol et sa pauvreté en matières organiques par rapport à celui de l'axe 1.

**Tableau 11 :** Autoécologie des espèces recensées.

| Espèces | Autoécologie selon des différents auteurs |
|---|---|
| *Ampelodesmos mauritanicus* | Espèce forestière thermophile (El Hamrouni, 1978). |
| *Anemone coronaria* | Champs, pâturages (Quezel & Santa, 1962-63). |
| *Carex flacca* | Lieux humides (Quezel & Santa, 1962-63). |
| *Cistus libanotis* | Espèce thermophile se rencontrant dans les forêts (Quezel & Santa, 1962-63). |
| *Cistus salviifolius* | Forêts claires, broussailles. Non calcifuge mais préfère les sols siliceux -Très polymorphe (Quezel & Santa, 1962-63). |
| *Eruca vesicaria* | Champs, pâturages (Quezel & Santa, 1962-63). |
| *Lomelosia stellata* | Pelouses, rocailles (Quezel & Santa, 1962-63). |
| *Leontodon saxatilis* | Plante printanière (avril-juin) - Champs, côteaux (Quezel & Santa, 1962-63). |
| *Lygeum spartum* | Espèce steppique (Djebaili, 1978). |
| *Matricaria chamomilla* | Moissons, jardins, champs incultes (Quezel & Santa, 1962-63). |
| *Pallenis spinosa* | Forêts claires, pâturages, lieux incultes (Quezel & Santa, 1962-63). |

| | |
|---|---|
| *Paronychia capitata* | Espèce indicatrice une tendance à la xéricité du climat (Kadik, 2005). |
| *Phillyrea angustifolia* | Espèce liée aux forêts et aux matorrals (Quezel & Santa, 1962-63). |
| *Pinus halepensis* | Espèce forestière (Quezel & Santa, 1962-63). |
| *Pistacia lentiscus* | Forêts, broussailles, maquis (Quezel & Santa, 1962-63). |
| *Prunella laciniata* | Pelouses, forêts des zones montagneuses du Tell (Quezel & Santa, 1962-63). |
| *Quercus coccifera* | Espèce forestière et préforestière (Kadik, 1983). |
| *Quercus ilex* | végète sous la forme de touffes très basses (< 25 cm), dans certaines phytocénoses qui sont malmenées par l'homme. Il vit dans l'écosystème perturbé en réduisant la taille de ses feuilles pour s'adapter à la sécheresse. L'action de l'homme dans ses stations est traduite par la présence d'espèces cultigènes (Kadik, 2005). |
| *Rosmarinus officinalis* | Garrigues, forêts claires (Quezel & Santa, 1962-63). |
| *Stipa capensis (S. retorta Cav.)* | Broussailles, clairières, steppes - du littoral au Sahara (Quezel & Santa, 1962-63). |
| *Tetraclinis articulata* | Espèce xérophile (Emberger, 1939). |

### 1.2. Interprétation du dendrogramme issu de la CAH (groupements végétaux)

La CAH est utilisée comme une méthode complémentaire à l'AFC**.** Elle permet d'obtenir des classes plus ou moins homogènes formant un arbre hiérarchique qu'on peut facilement l'analyser**.** La CAH a permis de scinder les 28 espèces recensées dans l'ensemble des relevés en 2 groupements végétaux (Figure 11).

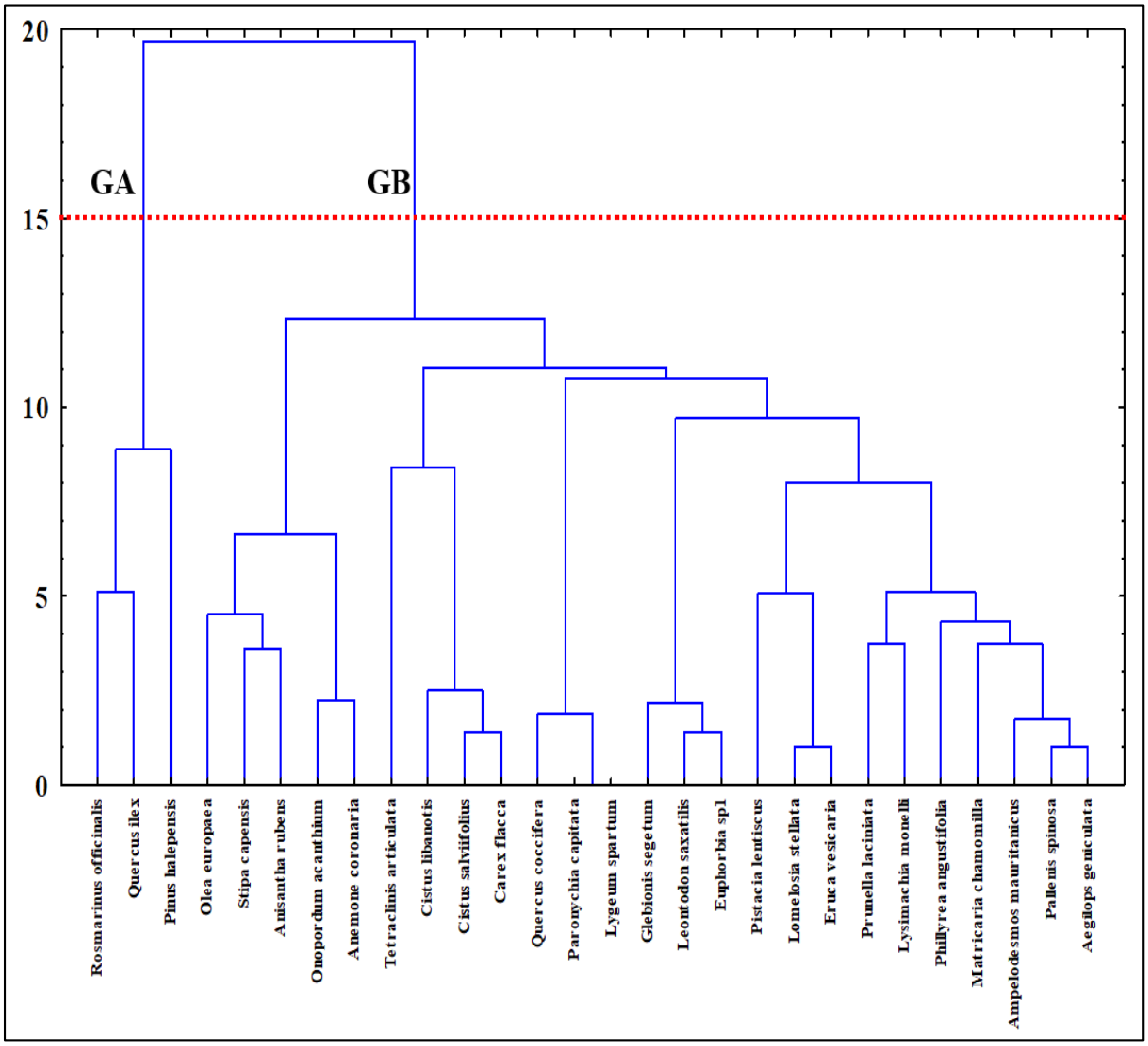



**Figure 11 :** Groupements végétaux selon la CAH.

Le groupement A réunit 3 espèces forestières et préforestières : deux espèces phanérophytes à savoir le *Pinus halepensis* et *Quercus ilex*, et une espèce chaméphyte à savoir le *Rosmarinus officinalis.*

La présence de *Quercus ilex* dans ce groupement, espèce exigeante d'un sol profond, frais, neutrophile et moyennement riche en nutriments et en matières organiques, avec *Pinus halepensis* et *Rosmarinus officinalis,* espèces exigeantes d'un sol profond, sec, basophile et moyennement riche en nutriments et en matières organiques (Julve, 1998), indique que ce groupement est perturbé, en effet, le *Quercus ilex* vit dans les écosystèmes perturbés en réduisant la taille de ses feuilles pour s'adapter à la sécheresse (Kadik, 2005). Ce constat est

confirmé par la présence de *Rosmarinus officinalis,* espèce de matorral, indicatrice de la clairière des forêts et de la régression des formations forestières suite à différentes perturbations.

Le groupement B est composé de 25 espèces à savoir *l'Aegilops geniculata, Ampelodesmos mauritanicus, Anemone coronaria, Anisantha rubens, Carex flacca, Cistus libanotis, Cistus salviifolius, Eruca vesicaria, Euphorbia sp1, Glebionis segetum, Leontodon saxatilis, Lomelosia stellata, Lygeum spartum, Lysimachia monelli, Matricaria chamomilla, Olea europaea, Onopordum acanthium, Pallenis spinosa, Paronychia capitata, Phillyrea angustifolia, Pistacia lentiscus, Prunella laciniata, Quercus coccifera, Stipa capensis* et *Tetraclinis articulata,* avec la dominance des thérophytes.

L'influence du pâturage sur cette formation végétale est marquée par la présence d'*Anemone coronaria, Eruca vesicaria* et *Pallenis spinosa.* Les taxons liés aux forêts claires sont représentés par la présence de *Pallenis spinosa, Cistus salviifolius, Pistacia lentiscus* et *Stipa capensis.* La xéricité du climat pour cette formation végétale est indiquée par la présence de *Paronychia capitata* et *Tetraclinis articulata.* Ainsi, il est à noter la présence des certaines espèces de pelouses représentées par *Lomelosia stellata.*

Il est à signaler que les espèces forestières de cette formation végétale (*Pistacia lentiscus, Tetraclinis articulata*) sont envahies par des espèces de matorral telle que *Quercus coccifera,* qui sont à leur tour envahies par des espèces steppiques (*Stipa capensis* et *Lygeum spartum*), conduisant à conclure qu'on est en train d'assister à une éventuelle substitution des taxons forestiers par des taxons de matorral et de steppe.

La dominance des espèces thérophytes dans ce groupement végétal conduit à conclure qu'on est en train d'assister à un phénomène de thérophytisation. En effet, la thérophytisation, avec l'infiltration des espèces liées aux pâturages, est considérée comme une phase ultime de dégradation des écosystèmes forestiers et préforestiers (Meziane, 1997). Ainsi, la

thérophytisation des structures végétales fait penser à la dégradation de certains écosystèmes qui ont tendance à se transformer en pelouses (Bouazza *et al.,* 1998). Il s'agit d'une tendance à l'augmentation de la richesse en thérophytes qui est un corollaire de la dégradation et de la désertification (Chermat, 2013).

## 2. Évaluation de la biodiversité

Les différents groupements, individualisés par la CAH, seront caractérisés qualitativement par les types biologiques et phytochoriques, et quantitativement par les indices de diversité.

### 2.1. Evaluation qualitative

#### 2.1.1. Caractérisation biologique (spectres biologiques bruts et réels)

Les formes de vie des végétaux représentent un outil privilégié pour la description de la physionomie et de la structure des groupements végétaux. Le type biologique d'une plante est la résultante, sur la partie végétative de son corps, de tous les processus biologiques y compris ceux qui sont modifiés par le milieu pendant la vie de la plante et ne sont pas héréditaires (Lacoste et Salanon, 1969).

Pour Raunkiaer (1934), les types biologiques sont considérés comme une expérience de la stratégie d'adaptation de la plante à la saison critique du cycle saisonnier.

Dans notre étude, la structure de la flore d'une station peut être caractérisée par son spectre biologique, qui indique le taux de chacun des types biologiques définis par Raunkiaer.

Nous avons retenu cinq formes de vie ou types biologiques et d'après la liste globale des espèces recensées, nous pouvons déterminer le pourcentage de chaque type biologique pour avoir une idée générale sur l'ensemble des éléments biologiques participant à la végétation de la station étudiée. Les résultats sont regroupés dans le Tableau 12.

**Tableau 12 :** Spectres biologiques bruts et réels des groupements végétaux.

| Bruts | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Types biologiques / Groupements** | **Chaméphytes (Ch) %** | **Géophytes (Ge) %** | **Hémicryptophytes (He) %** | **Phanérophytes (Ph) %** | **Thérophytes (Th) %** |
| **Global** | 3,57 | 14,29 | 21,43 | 32,14 | 28,57 |
| **Groupement A** | 33,33 | 0,00 | 0,00 | 66,67 | 0,00 |
| **Groupement B** | 0,00 | 16,00 | 24,00 | 28,00 | 32,00 |
| **Réels** | | | | | |
| **Global** | 5,59 | 5,34 | 9,40 | 66,25 | 13,44 |
| **Groupement A** | 11,80 | 0,00 | 0,00 | 88,20 | 0,00 |
| **Groupement B** | 0,00 | 10,13 | 17,84 | 46,53 | 25,51 |

D'après le Tableau 12, nous constatons une différence de pourcentage entre les spectres biologiques bruts et les spectres biologiques réels.

Pour le spectre biologique brut global (Figure 12), la répartition des types biologiques suit le schéma suivant : Ph> Th > He > Ge> Ch.

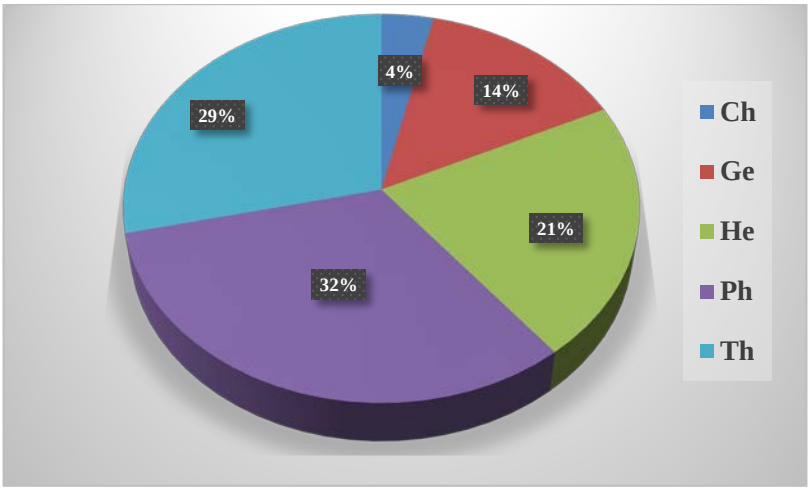



**Figure 12 :** Spectre biologique brut global.

L'analyse de ce spectre montre un nombre élevé des phanérophytes, indiquant que nous sommes dans une forêt bien venante et dense. Ceci est confirmé par la faible présence des chaméphytes (3,57%), type biologique connu par son caractère xérophile et photophile et son faible taux de présence indique la faible matorralisation de la forêt étudiée (Dahmani, 1997).

Les thérophytes contribuent au tapis végétal en deuxième position, conduisant à conclure qu'on est en train d'assister un phénomène de thérophytisation, un phénomène qui pourrait être considéré comme un signe de dégradation de la végétation et de perturbation de cette forêt (action anthropique, défrichement, pâturage). Du point de vue évolutif, ce type « serait très probablement le terme ultime de l'évolution végétale, et il représente l'expression actuelle de l'adaptation au milieu aride » (Negre, 1966). D'après certains auteurs (Raunkiaer, 1934, Ozenda, 1954, Negre, 1966), la thérophytisation est due à plusieurs facteurs tels que :

- **L'aridification :** la thérophytie est considérée comme une forme de résistance aux rigueurs climatiques,
- **L'anthropisation :** le pâturage enrichit le sol en nitrates et permet le développement des rudérales, notamment les annuelles.

Quant aux groupements végétaux, nous constatons, d'une manière générale, que les phanérophytes sont les biens représentées dans le groupement A (66,67%) et les thérophytes sont les biens représentées dans le groupement B (32%).

Il est à signaler l'absence totale des géophytes, des hémicryptophytes et des thérophytes dans le groupement A, et que les chaméphytes (33,33%) contribuent considérablement au tapis végétal de ce groupement. La présence remarquable des chaméphytes pourrait indiquer la présence d'un phénomène de chaméphytisation dans le groupement A, un phénomène qui trouverait son origine dans le phénomène d'aridisation et sa proportion augmente dès qu'il y a dégradation des milieux préforestiers, car, ce type biologique s'adapte mieux à la sécheresse estivale et à la lumière que les phanérophytes.

Les phanérophytes contribuent au tapis végétal en deuxième position dans le groupement B après les thérophytes, indiquant que ce groupement reste menacé par l'envahissement des espèces thérophytes qui rendent les régénérations des semis des taxons forestiers aléatoires (Kadik, 2005). Ce constat est ainsi confirmé par l'absence totale de chaméphytes dans ce groupement. En outre, la présence des hémicryptophytes avec un taux remarquable (24%) dans le groupement B pourrait indiquer que ce groupement végétal montrent une résistance plus forte aux conditions rudes du milieu à travers de leurs systèmes racinaires et végétatifs. Enfin, les géophytes sont le type biologique le moins bien représenté.

Quant au spectre biologique réel global (Figure 13), la répartition des types biologiques est comme suit : Ph > Th > He > Ch > Ge.

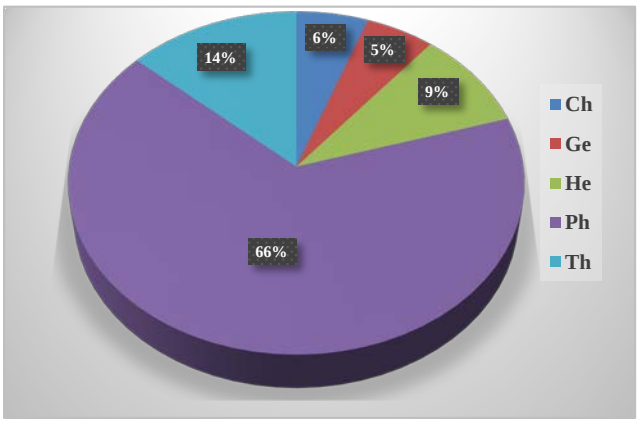



**Figure 13 :** Spectre biologique réel global.

Le spectre réel globale montre la dominance assez importante des phanérophytes, en recouvrent la quasi-totalité de la surface du sol de la forêt étudiée avec un pourcentage de 66,25%, cette dominance atteste que la forêt étudiée est bien venante et dense. Malgré l'importance numérique relativement remarquable des thérophytes, elles ne contribuent au tapis végétal de la forêt étudiée qu'avec un taux de 13,44%. Les chaméphytes et les géophytes occupent la surface la moins importante avec un pourcentage inférieur à 6%.

L'examen des spectres biologiques réels des groupements végétaux montre que les phanérophytes sont dominantes dans les deux groupements végétaux (A et B). Il est à signaler

l'absence totale des géophytes, des hémicryptophytes et des thérophytes dans le groupement A, et que les chaméphytes sont présentes avec un taux de 11,80% dans ce groupement avec les phanérophytes. Les thérophytes contribuent en deuxième position au tapis végétal du groupement B avec un taux de 25% après les phanérophytes, et les géophytes sont les moins représentées dans ce groupement.

La plupart des auteurs ayant travaillé en méditerranée affirment que la thérophytisation est liée à l'aridification du climat (Barbero *et al.*, 1990 *in* (Kadik, 2005). Quezel (1980) affirme que la thérophytisation est catastrophique pour les jeunes plantes de pin d'Alep dans les matorrals, car ils sont, d'une part, envahies par les annuelles, et d'autre part, broutés régulièrement, c'est-à-dire dès la première année.

### 2.1.2. Caractérisation phytogéographique

L'existence de divers ensembles biogénétiques et biogéographiques majeurs constitue un des facteurs essentiel pour expliquer la richesse des essences forestières du pourtour méditerranéen. La phytogéographie étudie la répartition des espèces végétales à la surface du globe. Les raisons pour lesquelles une espèce ne dépasse pas les limites de son aire géographique peuvent être variées : le climat, le sol, l'histoire ou l'isolement par des obstacles naturels (Quezel, 1980).

L'élément phytogéographique correspond à l'expression floristique phytosociologique d'un territoire étendu bien défini, il englobe les espèces phytogéographiques caractéristiques d'une région ou d'un domaine déterminé d'après Braun-Blanquet (1952). Selon Quezel et Medail (2003), sur le pourtour méditerranéen, les multiples événements paléogéographiques et les cycles climatiques contrastés ont aussi permis l'émergence de cette biodiversité inhabituellement élevée.

Les spectres phytogéographiques ont été établis en tenant compte la présence des différents éléments phytogéographiques dans la forêt étudiée (Tableau 13).

**Tableau 13** : Spectre phytogéographique des groupements végétaux.

| **Groupements** | CIR **(%)** | E **(%)** | E.M **(%)** | E-S **(%)** | M **(%)** | M-O **(%)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Global** | 3,57 | 3,57 | 3,57 | 3,57 | 78,57 | 7,14 |
| **Groupement A** | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 0,00 |
| **Groupement B** | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 76,00 | 8,00 |

L'analyse comparative du spectre phytogéographique global montre une nette dominance de l'élément méditerranéen (M) avec un taux de 78,57%. Les autres types phytogéographiques sont faiblement représentés. 7,14% des espèces représentent l'élément méditerranéen-occidental, et les espèces circumboréales (CIR), eurasiatique-septentrionales (E-S), euro-méditerranéennes (E.M) et européennes (E) sont faiblement représentés en équivalence avec un taux de 3,57% (Figure 14).

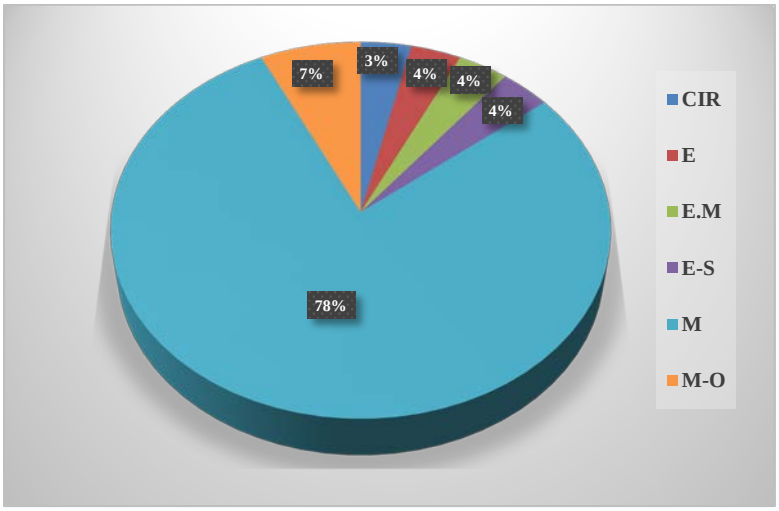



**Figure 14 :** Spectre phytogéographique global.

L'analyse des spectres phytogéographiques des groupements végétaux montre que les espèces méditerranéennes sont les plus dominantes du tapis végétal. Elles se répartissent de la manière suivante : 100% dans le groupement A et 76% dans le groupement B. Les autres types phytogéographiques sont faiblement représentés en équivalence dans le groupement B (4%), en signalant ainsi leur absence totale dans le groupement A (Tableau 13).

Quezel (2000) explique l'importance de la diversité biogéographique de l'Afrique Méditerranéenne par les modifications climatiques durement subies dans cette région depuis le Miocène entrainant 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.

**2.2. Evaluation quantitative**

Caractériser les groupements du point de vue de la diversité est un paramètre essentiel et nécessaire, pour la simple raison que la diversité floristique compte parmi les attributs vitaux d'un éco-complexe (Le Floc'h et Aronson, 1995). Le Tableau 14 résume l'ensemble des indices calculés : la richesse floristique **S**, indice de Shannon **H'** et l'Equitabilité **E**.

**Tableau 14 :** Indices de la diversité des groupements végétaux.

| | **S** | **H'** | **E** |
|---|---|---|---|
| **Global** | 28 | 3,71 | 0,77 |
| **G (A)** | 3 | 1,15 | 0,73 |
| **G (B)** | 25 | 4,12 | 0,89 |

Selon Akpo et al. (1999), une plus grande diversité implique une plus grande égalité des contributions individuelles. Inversement, une diversité plus faible signifie une faible régularité de la répartition des individus.

Les résultats montrent que la diversité globale de la forêt étudiée est moyenne, vu que l'indice de Shannon H' est égale à 3,71 bits et l'indice d'équitabilité égale à 0,77. En d'autres termes, cette valeur en indice d'équitabilité conduit à conclure le milieu n'est pas totalement spécialisé, et donc, les individus sont moyennement bien répartis au sein des espèces.

Comparativement, le groupement B semble être le plus diversifié, vu qu'il est caractérisé par les valeurs les plus élevées en indice de Shannon (4,12 bits) et en indice d'équitabilité (0,89), conduisant à conclure que c'est un groupement végétal installant dans un

milieu isotrope. Ainsi, la richesse floristique (25 espèces), relativement importante pour ce groupement, affirme sa diversifié floristique.

En revanche, le groupement A s'est avéré faiblement diversifie (H'= 1,15 bits, richesse floristique : 3 espèces), néanmoins, il est à signaler que la valeur moyenne en indice d'équitabilité (E = 0,73) pour ce groupement permet de déduire que c'est un groupement végétal installant dans milieu non spécialisé, et donc, les individus sont moyennement répartis au sein des espèces pour ce groupement.

Globalement, les menaces, qui présentent sur la biodiversité dans de la forêt étudiée, dérivent essentiellement des multiples activités de l'homme. L'impact des différentes activités humaines va souvent à l'encontre de la préservation de cette biodiversité et d'une gestion rationnelle des ressources naturelles.

# Conclusion générale

L'objectif de notre étude est de parvenir à connaitre les formations à pin d'Alep de la forêt naturelle d'Oued Chair de la zone de Berrouaghia, zone située dans l'étage bioclimatique sub-humide tempéré, et les facteurs qui les régissent. Pour répondre à cet objectif, 10 relevés et 28 espèces, réalisés par un échantillonnage subjectif, ont été soumis aux analyses statistiques multivariées (AFC, CAH). Les principaux résultats permettent de tirer les conclusions suivantes :

L'analyse de la diversité végétale a permis de mettre en évidence deux groupements végétaux. Cette analyse a fait également ressortir que les conditions climatiques (température, lumière, humidité et pluviosité) associées aux conditions édaphiques (caractère acido-basique du sol et pauvreté du sol en matières organiques) semblent être les premiers facteurs responsables de la composition et de la répartition de la végétation dans la forêt étudiée.

L'approche biologique, à travers les spectres biologiques bruts, permet de conclure que la forêt étudiée est bien venante et dense, et ceci par la présence numérique élevée des phanérophytes et la faible présence numérique des chaméphytes, un type biologique connu par son caractère xérophile et photophile et son faible taux de présence indique la faible matorralisation de la forêt étudiée. Cependant, cette approche montre ainsi un phénomène de thérophytisation en évolution progressive, et ceci par la contribution des thérophytes au tapis végétal de la forêt étudiée en deuxième position, un phénomène qui pourrait être considéré comme un signe de dégradation de la végétation et de perturbation de cette forêt.

En outre, les spectres biologiques réels permettent d'attester un caractère forestier dense de la forêt étudiée, et ceci par la dominance des phanérophytes. Néanmoins, ces spectres attestent ainsi la régression du tapis végétal de la forêt étudiée, une régression qui se traduit par la disparition progressive des phanérophytes et l'extension progressive des thérophytes.

Il ressort de spectre phytogéographique que la forêt étudiée a un cortège floristique formé essentiellement par des espèces méditerranéennes.

A travers les indices de la diversité, il est à conclure que la diversité floristique de la forêt étudiée est moyenne. En d'autres termes, la forêt étudiée n'est pas totalement spécialisé, et donc, les individus sont moyennement bien répartis au sein des espèces.

A travers les résultats obtenus, il est à recommander d'appliquer des plans d'aménagement adéquats pour une meilleure prise en charge de ce milieu forestier.

# Références bibliographiques

**AKPO L.E, GROUZIS M., BADA F., PONTANIER C.F., 1999**.- Effet du couvert ligneux sur la structure de la végétation herbacée de jachères soudaniennes. Note original. *Sécheresse*, **10**(4): 253-61.

**ANDERBER G.M.R., 1973. -** Cluster analysis for applications. *Academic Press,* New York: 359.

**APG III (2009)**. - An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Bot. J. Linn. Soc. 161:105–121.

**ARBAUD A., 1957.-** Le pin d'Alep et ses peuplements en terrains calcaires." Voyage d'étude en France dans la région provençale, Ed. ENEF : 157-167.

**BAGNOULS F., GAUSSEN H., 1953**.- Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat.* Toulouse. 88 : 193-239.

**BAKOUR H., GHATTAS S., 2020.-** Contribution à l'étude phytoécologique et inventaire des plantes de la forêt domaniale d'El Berrouaghia (wilaya de Médéa). UNIVERSITE DE MEDEA. Master : 86.

**BARBERO M., 1992.-** Le pin d'Alep et les espèces voisines : répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne." Forêt méditerranéenne.

**BARBERO M, BONIN G, LOISEL R et QUEZEL P., 1990.-**les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt Méditerranéenne, XII : 194-215.*

**BOUAZZA M., BENABADJI N., 1998** – Composition floristique et pression anthropozoïque au Sud – Ouest de Tlemcen. Rev. Sci. Tech. Univ. Constantine n°10.Algérie – pp. 93 – 97.

**BOUDY, P., 1950.-** Economie forestière Nord-africaine-Tome 2: monographies et traitements des essences forestières.

**BOUROUBA M., 1997**. - Erosion en montagnes semi-arides et méditerranéennes : les variations de la turbidité et leurs relations avec les précipitations et les débits des oueds semi-arides de l'Algérie orientale. O.R.S.T.O.M. : 371.

**BRAUN-BLANQUET, J., N. ROUSSINE., 1952**.- Groupements végétaux de la France méditerranéenne.

**BRAKCHI L., 1998. -** Contribution à l'étude phytosociologique des groupements à pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) dans le secteur Algérois. Mémoire de Magister, USTHB, Alger, Algérie.

**BRAKCHI L., KADIK L., GACHET S., 2015.-** Typologie fonctionnelle et taxinomique des pinèdes de l'Algérois et de l'Oranais (Algérie). Revue d'Ecologie, 3(70), 231.

**CALAMASSI R., FALUSI M., TOCCI A., 1984.-** Effet de la température et de la stratification sur la germination des semences de *Pinus halepensis* Mill. *Silvae genetica* 33 (4-5) : 133-139.

**CELLES J.C., 1975.-** Contribution à l'étude des confins saharo-constantinois (Algérie). Thèse Doct., Univ., Nice : 364p.

**CHERMAT S., 2013 –** Etude phytosociologique et pastorale des djebels Youssef et Zdimm (Hautes plaines Sétifiènnes). Thèse Magister. Université Ferhat Abbas, Sétif. 196p.

**CHRISTIAN, G., 2012.-** Sciences du relief ou géomorphologie ? Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne], Epistémologie, Histoire de la Géographie, Didactique, document 584.

**CORDIER B., 1965. -** Sur l'analyse factorielle des correspondances. *Thèse Spécial*. Univ. Rennes : 66.

**CRONQUIST A., 1981. -** An Integrated System of Classification of Flowering Plants.

**DAHMANI M., 1997.-** Le chêne vert en Algérie : Syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. Etat, Univ. H. BOUMEDIENE, Alger 329p. + ann.

**DE MARTONNE, E., 1927.-** Traité de géographie physique. Vol. I : Notions générales, climat, hydrographie. 496 p., Vol. 111 : Biogéographie, 477 p., A. Colin, Paris.

**D.G.F, 2015. -** http://www.dgf.org.dz/fr

**DJELLOULI Y., 1981. -** Etude climatique et bioclimatique des hauts plateaux du Sud-Oranais (Wilaya de Saida). Thèse doctorat 3ème cycle, Univ. Sci. Tech. H. BOUMEDIENE, Alger. 178 pages + annexes + carte.

**DJEBAILI S., 1978.-** Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes plaines steppique et de l'Atlas saharien. O.P.U Alger, 177p+Ann.

**DJERRAD Z., KADIK L., DJOUAHRI A., 2015.-** Chemical variability and antioxidant activities among *Pinus halep*ensis Mill. essential oils provenances, depending on geographic variation and environmental conditions. Industrial Crops and Products. 74, 440–449.

**DJERRAD Z., 2016.-** étude phytoécologique des provenances de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) De la partie centrale de l'atlas saharien, comparaison de la variabilité morphologique et chimique avec les pinèdes du semi-aride Est Algérien. Doctorat 3ème Cycle, USTHB, Alger, Algérie.

**DOBIGNARD, 2008.-** Référence électronique : www.tela-botanica.org, juin 2014.

**EL HAMROUNI A., 1978.-**Etude phytoécologique et problèmes d'utilisation et d'aménagement dans les forêts de pin d'Alep de la région de Kassérine (Tunisie centrale). Thèse Doct. Ing., Univ. Aix-Marseille III.106p.

**EMBERGER L. 1939**.- Aperçu général sur la végétation du Maroc *Veroff. Geobot. Inst.* Rubel Zurich, 14 : 40-157.

**EMBERGER L., 1955. -** Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Lab. Bot*., Montpellier, 7, 3-43.

**FRANCELET A., 1970**.- Stimulation de l'ouverture des cônes de pins. Institut National de Recherches forestières Tunisien, Note technique, 13: 2-3.

**GODRON M., 1971.-** Comparaison d'une courbe aire-espèces et de son modèle." Oecol. Plant 6: 189-193.

**GOUNOT M., 1961.-** Les méthodes d'inventaire de la végétation, Centre national de la recherche scientifique.

**GOUNOT M., 1969.-** Méthode d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie, Paris.314p.

**GREIG-SMITH P., 1983. -** Quantitative plant ecology. Oxford, 3ème éd., 359 p.

**JULVE P., 1998.** Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Institut Catholique de Lille, Lille, 1998 (Version : 27 Avril 2021).

**KADIK B., 1983.-** Contribution à l'étude du Pin d'Alep *(Pinus halepensis* Mill.) en Algérie. Ecologie, dendrométrie, morphologie. O.P.U. Alger. 581 p.

**KADIK L., 2005.-** Etude phytosociologique et phytoécologique des formations à Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) de l'étage bioclimatique semi-aride algérien. Thèse. Doct. Uni. Sci. Tech. H. BOUMEDIENE, Alger, 341P.

**KANDI K., 2013.-** Etude des minéralisations de la région de Berrouaghia-Médéa.

**LACOSTE A., SALANON R., 1969.** - Eléments de biogéographie. Nathan, Paris. p189.

**LACOSTE A., ROUX M., 1972.** - L'analyse multidimensionnelle en Phytosociologie et Ecologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes maritimes. I. L'analyse des données floristiques ; II. L'analyse des données écologiques et l'analyse globale. Oecol. Plant. 6: 353-369; 7: 125-146.

**LAGARDE J., 1983. -** Initiation à l'analyse des données. Dunod, 157p.

**LAMI I., RADIM N., 2017.-** Analyse de stabilité d'un versant naturel et choix de confortement Cas de versant KOUALA–Médéa.

**LEBART L., FENELON J.P., 1973.-** Statistiques et informatique appliquées. *Ed. Dunod,* Paris : 457.

**LE HOUEROU H.N., HAYWOOD M. et CLAUDIN D., 1975. -** Etude phytoécologique du Hodna. F.A.O, Rome, 154 p. + cartes.

**LE FLOC'H et ARONSON., 1995. -** Ecologie de la restauration. Définition de quelques concepts de base. *Natures-Sciences-Sociétés***.** 1995. Hors-série, 29-34.

**Le pin d'Alep et ses éléments** : https://www.animateur-nature.com/telechargements/arbre/pin-alep/serie-pin-d-alep-legendee-fond-papier.pdf.

**LOISEL, R., 1976.-** Place et rôle des espèces du genre Pinus dans la végétation du Sud-est méditerranéen français. Ecologia Mediterranea, 2(1) : 131-152.

**MAGINI, E., 1955.-** Pinete dipino d'Aleppo. Accademia italiana di Scienze forestali, Firenze.

**MAIRE R., 1925.-** Carte phytogéographiques de l'Algérie et de la Tunisie (avec notice)." Agric. Commerce et Colonisation, Alger, Algérie 1.

**MAIRE, R., VIOLLETTE M., 1926.-** Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie.

**MESSAILI B., 1995.-** Systématique Des spermaphytes, Botanique. Cours destinés aux agronomes. O.P.U. Alger : p19-20.

**MEZIANE H., 1997** – Contribution à l'étude des formations végétales anthropozoogènes dans la région de Tlemcen. Mém. d'Ing. Univ. Abou Bakr Belkaid-Tlemcen. pp: 80-87.

**MONOGRAPHIE DE LA WILAYA DE MEDEA, 2014 : http://decoupageadministratif algerie.blogspot.com/2014/10/monographie-de-la-wilaya-de-medea.html**

**NAHAL I., 1962.-**Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill), Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole – Ann. E.N.E.F. Nancy, 19 (4) : 485-685.

**NAHAL I., 1986. -**Taxonomie et aire géographique des pins du groupe halepensis. Faculté d'agronomie. Université d'Alep Syrie. CIHEAM 86/1.

**NEGRE R., 1966**. - Les thérophytes. Mem. Soc. Bot. Fr : 92-108.

**O.N.M, 2020.-** Les données météorologiques de station de Médéa.

**OZENDA P., 1954.** - Observations sur la végétation d'une région semi-aride : les hauts plateaux du sud –Algérois. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 45(3-4), 189-223, papers, Clarendon Press, Oxford, 632.

**PARDE J., 1957.-** La productivité des forêts de Pin d'Alep en France. Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts et de la Station de Recherches et Expériences Forestières 15(2) : 365-415.

**POUGET M., 1980**. - Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-Algéroises (Algérie). Thèse doct. Université Aix-Marseille III Cah de l'ORSTOM n°116, Paris, 555 p.

**QUÉZEL, P. and S. SANTA "1962-1963. -** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales." CNRS, Paris 2.

**QUEZEL P., 1980. -** Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. Actualités d'écologie forestière. Ed. Gauthier-Villars.

**QUEZEL P., 1986.-** Les pins du groupe «halepensis» : Ecologie, Végétation, Ecophysiologie. Options Méditerranéennes. Série Etude CIHEAM 86/1, 11-25.

**QUEZEL P., 2000.-**Réflexions sur l'évolution de la flore de la végétation au Maghreb Méditerranéen. Ibis Press. Paris, 117 p.

**QUEZEL P., MEDAIL F., 2003.-** Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen, Elsevier, Collection Environnement, Paris, 573 p.

**RAMADE F., 2003.** - Eléments d'écologie : écologie fondamentale. *Ed. Dunod*, Paris : 689.

**RAMEAU, J., MANSION, D. 1994.-** Flore forestière française tome 2, Montagnes : guide écologique illustré. Montagnes.

**RAUNKIAER C., 1934. -** The life form of plants and statistical plant geography. Oxford Univ. Press.

**SCARASCIA-MUGNOZZA G., 1986.-** Recherches sur l'écophysiologie de Pinus halepensis Mill. Le pin d'Alep et le Pin Brutia Dans la Sylviculture Méditerranéenne ; Options Méditerranéennes : 89-97.

**SERRE F., 1973.-** Contribution à l'étude dendroclimatologique du pin d'Alep *(Pinus halepensis* Mill.*)*. Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille III, France. 236 p.

**SERRE F., 1976a.-** Les rapports de la croissance et du climat chez le pin d'Alep *(Pinus halepensis* Mill.*)*. I- Méthodes utilisées. L'activité cambiale et le climat. *Acta Oecologica/ Oecologica plantarum,* 2 (2) : 143-171.

**SERRE F., 1976b.-** Les rapports de la croissance et du climat chez le pin d'Alep *(Pinus halepensis* Mill.*)*. II- L'allongement des pousses et des aiguilles et le climat. Discussion générale. *Acta Oecologica/Oecologica plantarum,* 2 (3) : 201-224.

**SN REPAL, 1946.-** Société Nationale de Recherche et d'Exploitation de Pétrole en Algérie.

**WILDI, W. 1983.-** La chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) : structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène." Revue de géographie physique et de géologie dynamique 24: 201-297.

# Annexes

**Tableau 15** : Liste de taxons rencontrés.

| Quezel & Santa (1962-1963) | | Dobignard (2008) | Type biologique | Type phytochorique |
|---|---|---|---|---|
| *Aegilops geniculata* | Roth | | Th | M |
| *Ampelodesmos mauritanicus* | (Poir) Dur et S | / | Ge | M |
| *Anemone coronaria* | L | / | Ge | M |
| *Anisantha rubens* | L | / | Th | M |
| *Carex flacca* | Schreb | / | Ge | CIR |
| *Cistus libanotis* | L | Cistus verticillatus | Ph | M |
| *Cistus salviifolius* | L | Cistus cupanianus | Ph | M |
| *Euphorbia sp1* | De lens | / | Th | M |
| *Eruca vesicaria* | (L) Car | Velleruca longistyla | Th | M |
| *Glebionis segetum* | (L.) Fourr. | / | Th | E.M |
| *Leontodon saxatilis* | Lamk | Thrincia hispida | Th | M |
| *Lomelosia stellata* | (L.) Raf. | / | Th | M.O |
| *Lygeum spartum* | Soland | Lygeum spartum | Ge | M |
| *Lysimachia monelli* | L. | / | He | M.O |
| *Matricaria chamomilla* | L | / | Th | E |
| *Olea europaea* | L | / | Ph | M |
| *Onopordum acanthium* | L | / | He | E.S |
| *Pallenis spinosa* | L | Asteriscus cuspidatus | He | M |
| *Paronychia capitata* | (L) Lamk | / | He | M |
| *Phillyrea angustifolia* | L | Phillyrea media | Ph | M |
| *Pinus halepensis* | Mill | Pinus halepensis | Ph | M |
| *Pistacia lentiscus* | L | Pistacia massiliensis | Ph | M |
| *Prunella laciniata* | (L.) L. | / | He | M |
| *Quercus coccifera* | L | / | Ph | M |
| *Quercus ilex* | L | Quercus rotundifolia | Ph | M |
| *Rosmarinus officinalis* | L | / | Ch | M |
| *Stipa capensis* | Thunb. | / | He | M |
| *Tetraclinis articulata* | (Vahl) Mast | / | Ph | M |

**Tableau 16 :** La valeur de la contribution absolue de chaque relevé dans chaque axe.

| Relevés | Axe 1 | Axe 2 |
|---|---|---|
| R1 | -0,055258 | 0,268676 |
| R2 | 0,117389 | 0,109294 |
| R3 | -0,191443 | 0,419114 |
| R4 | 0,165251 | -0,077019 |
| R5 | -0,148088 | 0,394909 |
| R6 | 0,344814 | -0,127856 |
| R7 | 0,224048 | 0,035961 |
| R8 | 0,165687 | 0,112550 |
| R9 | 0,269872 | 0,007848 |
| R10 | 0,313192 | -0,143729 |

**Tableau 17 :** La valeur de la contribution absolue de chaque espèce dans chaque axe.

| **Espèces** | **Axe 1** | **Axe 2** |
|---|---|---|
| *Aegilops geniculata* | -0,61858 | -0,603285 |
| *Ampelodesmos mauritanicus* | -0,86362 | -0,228119 |
| *Anemone coronaria* | 0,14170 | -0,208834 |
| *Anisantha rubens* | -0,61048 | 0,521838 |
| *Carex flacca* | -0,48986 | -0,306774 |
| *Cistus libanotis* | -0,56793 | 0,072816 |
| *Cistus salviifolius* | -0,16868 | -0,360049 |
| *Euphorbia sp1* | -0,36566 | -0,721161 |
| *Eruca vesicaria* | 0,44949 | -0,818312 |
| *Glebionis segetum* | 0,48243 | -0,991912 |
| *Leontodon saxatilis* | -0,06775 | -0,752581 |
| *Lomelosia stellata* | 0,27804 | -0,845831 |
| *Lygeum spartum* | 0,00734 | -0,889626 |
| *Lysimachia monelli* | -0,07486 | -0,281630 |
| *Matricaria chamomilla* | 0,02992 | -0,452711 |
| *Olea europaea* | -0,62344 | 1,901509 |
| *Onopordum acanthium* | 0,08818 | -0,371809 |
| *Pallenis spinosa* | -0,49445 | -0,518966 |
| *Paronychia capitata* | 0,00734 | -0,889626 |
| *Phillyrea angustifolia* | -0,86214 | 0,025037 |
| *Pinus halepensis* | 3,23736 | 2,392244 |
| *Pistacia lentiscus* | 0,39345 | 0,352991 |
| *Prunella laciniata* | -1,23948 | 0,538120 |
| *Quercus coccifera* | -0,02618 | -0,494206 |
| *Quercus ilex* | 2,56178 | -0,606698 |
| *Rosmarinus officinalis* | 1,39620 | 0,223212 |
| *Stipa capensis* | -0,71546 | 1,615630 |
| *Aegilops geniculata* | -0,70227 | 1,656077 |
| *Tetraclinis articulata* | -1,28465 | 2,698732 |

**Tableau 18 :** Caractérisation floristique et écologique des relevés soumis à l'AFC.

| **Numéro des relevés** | **R1** | **R2** | **R3** | **R4** | **R5** | **R6** | **R7** | **R8** | **R9** | **R10** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Altitude (m)** | 970 | 964 | 966 | 965 | 962 | 936 | 979 | 982 | 948 | 952 |
| **Exposition** | NNW | NNE | SSV | NNE | NNE | NNE | EES | SSW | NNW | NNE |
| **Pente (%)** | 12 | 25 | 25 | 12 | 12 | 5 | 5 | 12 | 12 | 5 |
| **RGV (%)** | 60 | 75 | 70 | 70 | 60 | 50 | 70 | 60 | 60 | 55 |
| **Litière (%)** | 35 | 13 | 15 | 10 | 15 | 15 | 10 | 20 | 25 | 15 |
| **Eléts grossiers (%)** | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 15 | 10 | 15 | 10 | 15 |
| **Lithologie** | Marno-Calcaire | Marno-Calcaire | Marno-Calcaire | Marno-Calcaire | Marno-Calcaire | Marno-Calcaire | Marno-Calcaire | Marno-Calcaire | Marno-Calcaire | Marno-Calcaire |
| **Espèces** | | | | | | | | | | |
| *Aegilops geniculata* | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . |
| *Ampelodesmos mauritanicus* | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . |
| *Anemone coronaria* | . | . | . | . | . | . | 2 | 2 | . | . |
| *Anisantha rubens* | . | . | . | . | 2 | . | + | + | + | . |
| *Carex flacca* | . | 2 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Cistus libanotis* | 1 | 2 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Cistus salviifolius* | . | 2 | . | + | . | . | . | . | + | . |
| *Cupressus sempervirens* | 4 | 2 | 2 | + | 2 | . | . | + | . | . |
| *Euphorbia sp1* | . | . | . | 2 | . | . | . | . | . | . |
| *Eruca vesicaria* | . | . | . | . | . | 2 | + | . | + | . |
| *Glebionis segetum* | . | . | . | 3 | . | + | . | . | + | + |
| *Leontodon saxatilis* | . | . | . | 3 | . | . | + | . | . | . |
| *Lomelosia stellata* | . | . | . | . | . | 2 | . | . | + | . |
| *Lygeum spartum* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 |
| *Lysimachia monelli* | . | . | + | . | . | . | . | . | 2 | + |
| *Matricaria chamomilla* | . | . | . | + | . | + | . | 2 | . | . |
| *Olea europaea* | . | + | 2 | . | 2 | . | 2 | 2 | . | . |
| *Onopordum acanthium* | . | . | . | . | . | . | 2 | + | + | . |
| *Pallenis spinosa* | . | . | . | + | . | . | . | + | . | . |
| *Paronychia capitata* | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 |
| *Phillyrea angustifolia* | 2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| *Pinus halepensis* | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 |
| *Pistacia lentiscus* | 2 | . | + | + | + | 2 | . | . | 2 | . |
| *Prunella laciniata* | . | . | 2 | . | . | . | . | . | . | . |
| *Quercus coccifera* | . | + | . | . | + | . | . | . | . | 2 |
| *Quercus ilex* | . | 2 | . | . | . | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| *Rosmarinus officinalis* | 1 | 2 | + | 2 | . | + | 2 | + | 2 | + |
| *Stipa capensis* | . | . | 2 | . | 2 | . | + | + | 2 | . |
| *Tetraclinis articulata* | 4 | 2 | 2 | + | 2 | . | . | + | . | . |