



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID-TLEMCEN**

Faculté des Sciences de la Nature et la Vie et de la Terre et l'Univers

**Département des Ressources Forestières**

**THESE DE DOCTORAT**

Thème :

***Typologie et fonctionnement des pinèdes de  
la région Oranaise***

Présentée par :

**Mr. CHERIFI Mohamed Mortada**

Devant le jury composé de :

<b>Président</b>	Pr.	BOUHRAOUA, R.T.	Université de Tlemcen
<b>Directeur de Thèse</b>	Pr.	MEDJAHDI, B.	Université de Tlemcen
<b>Examineurs</b>	Pr.	DEHANE, B.	Université de Tlemcen
	Pr.	SOUIDI, Z.	Université de Mascara
	MCA	HADJADJ, K.	Centre Universitaire de Naâma
	MCA	BABALI, B.	Université de Tlemcen

## Remerciements

Qu'il me soit permis d'adresser tous mes remerciements à :

- Monsieur BOUHRAOUA Rachid Tarek (Professeur à l'Université de Tlemcen), Cher Professeur, je suis profondément honoré que vous ayez accepté de présider le jury de cette thèse. Votre présence à la tête de cette instance représente pour moi un privilège et une grande marque de confiance. Je tiens également à exprimer toute ma gratitude pour les années d'enseignement que j'ai eu la chance de recevoir sous votre direction. Votre rigueur scientifique, votre disponibilité et la passion avec laquelle vous transmettez vos connaissances en foresterie ont constitué pour moi une véritable source d'inspiration et ont largement nourri mon intérêt et mon engagement dans ce domaine.
- Mr DAHENE Belkhir (Professeur à l'Université de Tlemcen), Cher Professeur, c'est pour moi un immense honneur que vous ayez accepté de faire partie du jury de cette thèse. Votre présence à mes côtés dépasse le cadre d'une simple évaluation scientifique : elle représente un témoignage de confiance et d'encouragement. Je tiens également à vous remercier très sincèrement pour le soutien, les orientations et les conseils précieux que vous m'avez prodigués tout au long de mon parcours, et qui ont largement contribué à l'aboutissement de ce travail.
- SOUIDI Zahira (Professeur à l'Université de Mascara), pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant de faire partie du jury de cette thèse. Votre présence témoigne de votre intérêt pour ce travail et constitue pour moi une marque de considération.
- HADJADJ Kouider (Maitre de conférences au Centre l'Universitaire de Naâma), pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant d'examiner ce travail. votre présence constitue un apport précieux à l'évaluation scientifique de cette thèse.
- BABALI Ibrahim (Maitre de conférences à l'Université Tlemcen), pour avoir accepté de faire partie du jury de cette thèse. Sa présence et l'intérêt qu'il porte à ce travail représentent pour moi un grand honneur et constituent un apport précieux à l'évaluation scientifique de mes recherches.
- je ne serrerai jamais assez reconnaitre envers Mr MEDJAHDI Boumediène (Professeur à l'Université de Tlemcen), qui a accepté de diriger ce travail. Ses conseils éclairés ont joué un rôle déterminant dans l'avancement et l'aboutissement de mes recherches.
- Ce travail n'aurait jamais pu voir le jour sans les deux perles de ma vie. À mes chers parents, je dois tout : leur patience, leur amour inconditionnel et leur aide précieuse m'ont porté et guidé jusqu'à l'aboutissement de cette thèse. Que Dieu les garde et leur accorde santé et longue vie.
- A mon cher frère KAREM & ma sœur RAGHAD malgré leurs espiègleries, ont toujours su me garder le sourire.
- A toute la promotion « foresterie Tlemcen, 2017 ».
- À tous mes professeurs du département des Ressources forestières de l'Université de Tlemcen.
- A mes amis Omar, Bilal, Radouan, Miloud et Ali.
- A tous mes collègues du BNEDER Abd Ellah, Majid, Abd Elhak, Mahdi, Nadjib, Radia, Rachid, avec qui j'ai parcouru et découvert les reliefs et forêts de l'Algérie, et avec qui j'ai partagé des moments intenses et inoubliables.
- A toute ma famille.
- Je remercie toutes personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de cette thèse.

Mohamed Mortada.

## ***Typologie et fonctionnement des pinèdes de la région Oranaise***

Résumé :

Dans ce travail, sur la base d'un échantillonnage phytosociologique et dendrométrique réalisé dans les forêts et reboisements de pin d'Alep de l'Algérie nord-occidentale (Ain Témouchent, Tlemcen et Sidi Bel Abbès), nous avons effectué 80 relevés qui nous ont permis d'inventorier 390 espèces de rang spécifique et sous-spécifique, réparties entre 64 familles et 220 genres. Malgré cette richesse chiffrée, la moyenne reste de 20 espèces par relevé, avec un minimum de 8 et un maximum de 60 espèces, et un taux important de thérophytes atteignant 45,10 %. Dans la partie phytosociologique, nous avons mis en évidence 5 groupes (associations végétales) dont le pin d'Alep constitue la composante principale de la plupart des associations, bien qu'il soit parfois installé par l'action humaine (reboisement). Le principal résultat qui ressort de l'analyse dendrométrique est l'effet de la densité sur les autres paramètres dendrométriques, notamment la hauteur et le diamètre. L'association des données dendrométriques et phytosociologiques nous a permis de dégager 4 groupes fonctionnels, qui serviront de base aux futures actions à entreprendre afin d'améliorer la productivité et la diversité floristique de ces peuplements.

Mots clés : Oranie, pin d'Alep, Reboisement, phytosociologie, analyse dendrométrique,

## **Typology and Functioning of Aleppo Pine Forests in the Oranian Region**

### **Abstract**

In this study, based on phytosociological and dendrometric sampling conducted in Aleppo pine forests and reforested areas of northwestern Algeria (Ain Témouchent, Tlemcen, and Sidi Bel Abbès), we conducted 80 surveys that allowed us to record 390 taxa at the species and subspecies levels, belonging to 64 families and 220 genera. Despite this floristic richness, the average is 20 species per survey, with a minimum of 8 and a maximum of 60 species, with therophytes accounting for as much as 45.10%. In the phytosociological analysis, we identified five groups of plant associations in which Aleppo pine constitutes the main component of most associations, although in some cases it has been established through human intervention (reforestation). The main finding of the dendrometric analysis is the effect of stand density on other dendrometric parameters, especially tree height and diameter. Combining dendrometric and phytosociological data enabled us to identify four functional groups, which will serve as a basis for future actions aimed at improving the productivity and floristic diversity of these stands.

**Keywords:** Oranie, Aleppo pine, reforestation, phytosociology, dendrometric analysis

## تصنيف وسير غابات الصنوبر الحلبي في المنطقة الوهرانية.

### ملخص

في هذه الدراسة، وبالاعتماد على أخذ عينات فيتوسوسيلوجية وقياسات دندرومترية أُجريت في غابات و غراسات الصنوبر الحلبي في شمال غرب الجزائر (عين تموشنت، تلمسان وسيدي بلعباس)، قمنا بإنجاز 80 رفعاً نباتياً مكننا من جرد 390 نوعاً وصنفنا تحت نوعي، موزعين على 64 عائلة و220 جنساً. ورغم هذه الثروة النباتية، فإن المتوسط يبقى 20 نوعاً في كل رفح، بحد أدنى 8 و بحد أقصى 60 نوعاً، مع نسبة مرتفعة من النباتات الحولية (الثيوفيت) بلغت % 45.10. في الجانب الفيتوسوسيلوجي، تبيّن لنا وجود خمس مجموعات (جمعيات نباتية) يشكل فيها الصنوبر الحلبي المكوّن الرئيسي لمعظم الجمعيات، رغم أنه يُغرس أحياناً بفعل الإنسان (التشجير). أما أهم نتيجة برزت من التحليل الدندرومترية فهي تأثير الكثافة على باقي المعايير الدندرومترية، وخاصة الارتفاع والقطر. وقد سمح الجمع بين المعطيات الدندرومترية والفيتوسوسيلوجية بتمييز أربع مجموعات وظيفية، سُنعت كقاعدة للإجراءات المستقبلية الرامية إلى تحسين الإنتاجية والتنوع النباتي لهذه الغابات.

**الكلمات المفتاحية:** المنطقة الوهرانية، الصنوبر الحلبي، التشجير، الفيتوسوسيلوجيا، التحليل الدندرومترية.

# Sommaire

1. INTRODUCTION GENERALE .....	1
--------------------------------	---

## **Chapitre 1 : Généralité sur le pin d'Alep.**

1.1. INTRODUCTION .....	5
1.2. SYSTÈME ÉCOLOGIQUE ÉTUDIÉ : PEUPEMENTS DE PIN D'ALEP .....	6
1.2.1. Taxonomie et morphologie.....	6
1.2.2. Aire de répartition du pin d'Alep .....	8
1.2.3. Caractères écologiques.....	12
1.2.4. Phytosociologie du Pin d'Alep.....	15
1.2.5. Le reboisement en Algérie.....	24
1.2.6. Reboisement et biodiversité : aperçu des études sur les peuplements à base de pin d'Alep en Méditerranée.....	27

## **Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude.**

2.1. DÉLIMITATION BIOGÉOGRAPHIQUE DE LA RÉGION D'ÉTUDE.....	29
2.2. GÉOGRAPHIE / GÉOMORPHOLOGIE .....	30
2.3. CADRE GÉOLOGIQUE .....	31
2.4. CADRE PÉDOLOGIQUE .....	36
2.5. CADRE CLIMATIQUE.....	41
2.5.1. Précipitations.....	44
2.5.2. Températures .....	46
2.5.3. Autres facteurs climatiques .....	48
2.5.4. Synthèse bioclimatique .....	52
2.5.5. Conclusion.....	58
2.6. PRÉSENTATION DES FORÊTS INVENTORIÉES.....	59
2.6.1. Forêt de Beni Saf.....	60
2.6.2. Forêt de Hassi el Ghala .....	61
2.6.3. Forêt de Sassel.....	61
2.6.4. Forêt de Wzert.....	61
2.6.5. Forêt d'Aicha Tuila (el Maleh).....	61
2.6.6. Forêt Emir Abd El Kader .....	62
2.6.7. Forêt de Oued bessbess .....	62
2.6.8. Forêt de Melkine.....	62
2.6.9. Forêt de Tanira.....	63
2.6.10. Forêt d'Ain El Berd.....	63
2.6.11. Forêt de lalla sitti Tlemcen .....	63
2.6.12. Forêt d'Ain Fezza.....	63

### **Chapitre 3: Diversité floristique dans les reboisements de pin d'Alep.**

3.1. INTRODUCTION.....	66
3.2. SITES ET MÉTHODES.....	67
3.3. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS .....	69
3.4. DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS .....	75

### **Chapitre 4 : Typologie Phytosociologiques des Pinèdes en Oranais.**

4.1. INTRODUCTION.....	78
4.2. ÉCHANTILLONNAGE ET MÉTHODOLOGIE DU TRAVAIL.....	78
4.3. TRAITEMENT DES DONNÉES .....	79
4.4. RESULTATS .....	79
4.4.1. Indice d'occurrence ou la constance (C%).....	79
4.4.2. Analyse factorielle des correspondances .....	80
4.4.3. Interprétation des groupes: .....	90
4.5. CONCLUSION PHYTOSOCIOLOGIQUE .....	108

### **Chapitre 5 : Étude Dendrométrique des Pinèdes en Oranais.**

5.1. INTRODUCTION.....	111
5.2. MATÉRIELS ET MÉTHODES .....	111
5.3. PARAMÈTRE STATISTIQUE .....	114
5.3.1. Écart-type & coefficient de variation .....	114
5.3.2. Analyses en composantes principales .....	115
5.4. RÉSULTATS ET INTÉPRÉTATION .....	115
5.4.1. Forêt de Melkine, Tenira (Tanzara) et Khotaida .....	115
5.4.2. Forêt d'Oued Besbess, Hassi El Ghala, El Maleh Emir Abd Kader et Ain El Berd .....	119
5.4.3. Forêt de Sassel.....	123
5.4.4. Forêt de Wzert.....	126
5.4.5. Forêt de Beni Saf.....	129
5.4.6. Forêt de Lalla Sitti.....	132
5.4.7. Forêt d'Ain Fezza.....	135
5.4.8. Synthèse dendrométrique des forêts étudiées.....	138
5.4.9. Relation densité diamètre, densité hauteur.....	140
5.4.10. Analyse Factorielle Multiple .....	141
6.1. CONCLUSION GÉNÉRALE.....	150
Référence Bibliographique .....	159

## Liste des figures

Figure n°	Titre	Page
1	Place du pin d'Alep dans la classification végétale (Prévosto, 2013)	7
2	Carte de répartition du groupe halepensis-brutia d'après (Quézel et Medail, 2003)	9
3	Carte phytogéographique d'Algérie -Tunisie d'après Maire (1926). Aire du Pin d'Alep en bleu	11
4	Aire de projection de <i>Pinus halepensis</i> et de <i>Pinus brutia</i> sur le climagramme d'Emberger : ..... <i>Pinus halepensis</i> (la zone en gris correspond à l'aire où <i>Pinus halepensis</i> est généralement climacique), ..... <i>Pinus brutia</i> (Quézel & Barbéro, 1992)	13
5	situation géographique de la zone d'étude avec délimitation des sous-secteurs : O1, sahels littoraux ; O2 : plaines littorales ; O3 : Atlas tellien ; H1 : hauts plateaux algérois et oranais (Kazi Tani, 2010)	30
6	Stratigraphie synthétique du nord-ouest de l'Algérie (Askri et al., 2000).	32
7	Carte géologique de la zone d'étude (ANAT, 2005).	36
8	Cartes des sols d'Algérie (département d'Oran) (Barbut et Durand, 1952)	38
9	Carte des sols adaptée de la carte générale des sols du continent africain (Jones et al., 2015).	41
10	Rose des vents pour les quatre stations étudiées durant la période 1991-2021.	50
11	Indice d'aridité de De Matonne des quatre stations.	54
12	Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausse des différentes stations.	56
13	Diagramme d'Emberger.	58
14	Carte de situation des forêts inventoriées.	60
15	Carte des situations des différents reboisements inventoriés.	68
16	Pourcentage de composition d'embranchement.	70
17	Importance des éléments biogéographiques de la flore des pinèdes.	71
18	Pourcentage des types biologiques.	72
19	Pourcentage d'abondance des espèces.	73
20	Histogramme L'indice d'occurrence.	80
21	Plan factoriel des espèces selon les axes 1 & 2.	82
22	Plan factoriel (espèces/relevés) selon les axes 1 et 2.	83
23	Plan factoriel du RDA explicatif de l'AFC selon les axes 1 et 2.	84

24	Plan factoriel de la RDA (relevés/ facteurs environnementaux) selon les axes 1 et 2.	84
25	Schémas du dendrogramme de la CAH issue de l'analyse de la matrice sans les espèces rares.	86
26	Représentation des groupes de relevés sur le plan factoriel.	87
27	Une carotte en bois montrant le bois de printemps et d'été.	112
28	Quelque carottage effectué sur terrain.	113
29	Caractéristiques dendrométriques des relevés réalisés dans les forêts de Melkine ; Tenira et Khotaida.	117
30	Densité des relevés des forêts de Melkine, Tenira et Khotaida.	117
31	Age, Surface Terrière et volume des placettes des relevés des forêts de Melkine, Tenira et Khotaida.	118
32	Paramètres statistiques (Ecart-type, Coefficient de Variation) des relevés des forêts de Melkine, Tenira et Khotaida.	119
33	Caractéristiques dendrométriques des relevés des forêts d'Oued Besbess, Hassi Ghala, El Maleh, Emir Abd El Kader et Ain El Berd.	120
34	Densité des relevés des forêts d'Oued Besbess, Hassi Ghala, El Maleh, Emir Abd El Kader et Ain El Berd.	121
35	Age, Surface Terrière et volume des relevés des relevés des forêts d'Oued Besbess, Hassi Ghala, El Maleh, Emir Abd El Kader et Ain El Berd.	122
36	Paramètres statistiques (Ecart-type, Coefficient de Variation) des relevés des forêts d'Oued Besbess, Hassi Ghala, El Maleh, Emir Abd El Kader et Ain El Berd.	123
37	Caractéristiques dendrométriques des relevés de la forêt de Sassel.	124
38	Densité des relevés de la forêt de Sassel.	125
39	Age, Surface Terrière et volume des relevés de la forêt de Sassel.	125
40	Paramètres statistiques (Ecart-type, Coefficient de Variation) des relevés de la forêt de Sassel.	126
41	Caractéristiques dendrométriques des relevés de la forêt de Wzert.	127
42	Densité des relevés de la forêt de Wzert.	128
43	Age, Surface terrière et volume des relevés de la forêt de Wzert.	128
44	Paramètres statistiques (Ecart-type, Coefficient de Variation) des relevés de la forêt de Wzert.	129
45	Caractéristiques dendrométriques des relevés des forêts de Beni Saf, Kamerata, et Ouled Ben Yahya.	130
46	Densité des relevés des forêts de Beni Saf, Kamerata, et Ouled Ben Yahya.	131
47	Age, Surface terrière et volume des relevés des forêts de Beni Saf, Kamerata, et Ouled Ben Yahya.	131

48	Paramètres statistique (Ecart-type, Coefficient de Variation) des relevés de la forêt de Beni Saf, Kamerata et Ouled Ben Yahya.	132
49	Caractéristiques dendrométriques des relevés de la forêt de Lalla Sitti (Lalla sitti).	133
50	Densité des relevés de la forêt de la Lalla Sitti.	134
51	Age, Surface terrière et volume des relevés de la forêt de Lalla Sitti (Lalla sitti).	134
52	Paramètres statistique (Ecart-type, Coefficient de Variation) des relevés de la forêt de Lalla Sitti (Lalla sitti).	135
53	Caractéristiques dendrométriques des relevés de la forêt d'Ain Fezza.	136
54	Densité des relevés de forêt d'Ain Fezza.	137
55	Age, Surface terrière et volume des relevés de la forêt d'Ain Fezza.	137
56	Paramètres statistique (Ecart-type, Coefficient de Variation) des relevés de la forêt d'Ain Fezza.	138
57	Relation densité/diamètre.	140
58	Relation densité/hauteur.	141
59	Histogramme des valeurs proposées de 10 premiers axes.	142
60	Cercle des corrélations des deux premiers axes de l'Analyse Factorielle Multiple (MFA).	143
61	Carte factorielle des relevés de l'AFM, avec partition en groupes issus de la CAH (relevé central).	145
62	Carte factorielle des relevés de l'AFM, avec partition en groupes issus de la CAH (groupe de relevés).	146

## Liste des tableaux

Tableau n°	Titre	Page
1	Comparaison synthétique des trois notions	19
2	Classification des groupements à Pin d'Alep D'après (Alcaraz, 1982)	22
3	Données géographiques des stations météorologiques.	43
4	Précipitation moyenne mensuelle des quatre stations de la période 1991–2021.	44
5	Coefficient relatif saisonnier de Musset.	45
6	Températures minimale (m), maximale (M) et moyennes mensuelles (T) des différentes stations de la période 1991 - 2021.	47
7	Amplitude thermique des différentes stations, avec (M) Température maximale et (m) Température minimale.	47
8	Moyennes de jours de gelés par mois pour la période de 1991-2022.	51
9	Classification des ambiances bioclimatiques des différentes stations	52
10	Indice d'aridité de De Matonne des quatre stations.	53
11	Indice de sécheresse estivale des différentes stations.	55
12	Quotion pluviométrique d'Emberger.	57
13	liste des espèces rares et/ou endémiques.	74
14	Résultats de l'AFC (Matrice sans les espèces rares).	81
15	Contribution des facteurs environnementaux.	84
16	Groupe 1 ( <i>Calycotomo intermediae</i> - <i>Tetraclinetum articulatae</i> ).	94
17	Groupe 2 (Groupement des reboisements mixtes).	97
18	Groupe 3 ( <i>Rhus pentaphyllae</i> - <i>Tetraclinetum articulatae</i> Hadjadj-Aoul 1991).	99
19	Groupe 4 ( <i>Bupleuro gibraltarici</i> - <i>Pinetum halepensis</i> Tregubov 1963).	104
20	Groupe 5 ( <i>Quecetum cocciferae-rotundifoliae</i> Hadjadj-Aoul et Loisel 1999).	106
21	Variables dendrométrique des relevés des forêts de Melkinen Tanzara et Khotaida.	116
22	Variables dendrométrique des relevés des forêts d'Oued Besbess, Hassi Ghala, El Maleh, Emir Abd El Kader et Ain El Berd.	120
23	Variables dendrométrique des relevés de la forêt de Sassel.	124
24	Variables dendrométrique des relevés de la forêt de Wzert.	127
25	Variables dendrométrique des forêts de Beni Saf, Kamerata, et Ouled Ben Yahya	130
26	Variables dendrométrique des relevés de la forêt de Lalla Sitti (Lalla sitti).	133
27	Variables dendrométrique des relevés de la forêt d'Ain Fezza.	136

---

# ***INTRODUCTION GENERALE***

---

## 1. INTRODUCTION GENERALE

Il était très important de chercher à reverdir les versants dégradés de notre pays, notamment en Oranie, où l'érosion, accentuée par les averses automnales souvent torrentielles, « désosse » les versants surpâturés, pauvres en végétation et reposant généralement sur des sols squelettiques ou peu évolués (Benchetrit, 1972). Cette situation alarmante, apparue après l'indépendance, a poussé les autorités algériennes à entreprendre de grands chantiers de reboisement à travers tout le pays. Si le Barrage Vert, dans l'Atlas saharien, a constitué l'initiative la plus importante, plusieurs projets de reboisement ont été menés simultanément dans la région oranaise, principalement dans les bassins versants des barrages et autour des ouvrages d'art afin de les protéger, et reposant surtout sur la plantation du pin d'Alep (Taabani & Kouti, 1992).

Le choix du pin d'Alep s'est imposé de manière tout à fait naturelle, puisque le contexte le proposait comme unique essence de reboisement à cette époque. En effet, ce choix était déjà l'héritage de la période coloniale, lorsque les premiers boisements avaient été réalisés à base de *Pinus halepensis* (Alcaraz, 1969). Boudy (1955) précise que cet arbre présentait l'avantage d'avoir une plasticité écologique, puisqu'il était considéré comme espèce pionnière, facile à régénérer et à produire en pépinière. Il fut donc largement utilisé durant la période coloniale. Juste après l'indépendance, et par manque de cadres supérieurs dans le domaine des eaux et forêts, ce secteur fut souvent géré selon les pratiques forestières héritées de l'époque coloniale (Letreuch-Belarouci, 1991). Ainsi, le pin d'Alep a continué à être planté, mais cette fois les projets de reboisement ont pris une ampleur beaucoup plus importante, surtout dans les années 1970, période où le pays traversait une phase de développement économique. Cette même époque a été marquée par le lancement de la révolution agraire. La politique algérienne de cette époque considérait ces reboisements comme une ressource économique susceptible de combler une partie importante des importations de bois. Des usines de transformation du bois furent même installées dans plusieurs régions du pays, à proximité des grands massifs forestiers (Benabdeli, 1996).

La crise économique de 1986, marquée notamment par la chute du prix du baril de pétrole, ainsi que les années de sécheresse, ont remis ce plan en cause. Les usines de transformation du bois n'ont jamais atteint leurs objectifs et une grande partie des reboisements a déperissé. Cette période a été suivie dramatiquement par une instabilité politique, marquée par une détérioration du patrimoine forestier, touché surtout par le fléau des incendies durant les années 90.

À partir des années 2000, l'heure des bilans a commencé à se faire sentir. Dans tous les domaines, on a commencé à évaluer et à remettre en cause les politiques de développement des

différents secteurs depuis l'indépendance jusqu'à ce jour. Le secteur forestier n'a pas échappé à cet examen, et les stratégies forestières appliquées depuis l'indépendance ont fait l'objet de critiques sévères. Dans ce contexte, les opérations de reboisement en général, le projet du Barrage Vert, ainsi que le choix des essences ont été fortement critiqués, parfois même sans aucune base scientifique.

Dans cette logique, le choix du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans les reboisements a commencé à être critiqué. On a ainsi soulevé le problème de l'inflammabilité des pinèdes, la propagation des feux étant attribuée à la forte teneur en résine de cette essence. Certains sont même allés jusqu'à établir un lien entre l'augmentation des incendies de forêts et l'accroissement des surfaces plantées en pin d'Alep. Or, le problème des incendies n'est pas si simple à traiter, et les effets récents du changement climatique ont montré le manque de fondement de ces hypothèses.

La question de la diversité floristique a également été fréquemment soulevée : les reboisements en pin d'Alep ont souvent été considérés comme les formations forestières les moins diversifiées par rapport aux autres formations du pays. Ce constat a été régulièrement associé à l'accumulation de la litière, laquelle joue un rôle antagoniste au développement d'autres espèces, qu'elles soient herbacées, buissonnantes ou arbustives. Cette remarque, bien que relativement fondée, demeure difficile à vérifier dans de nombreux cas. En réalité, l'effet antagoniste n'est observable qu'en présence d'une épaisse couche de litière, laquelle n'apparaît que dans les reboisements très denses. Dans ce cas, l'action de la litière se combine à celle du couvert forestier, entraînant une limitation du développement de la végétation sous-jacente par manque de lumière (Cherifi & Medjahdi, 2024).

La litière du pin d'Alep a également été à l'origine de critiques pédologiques concernant ces plantations. Certains auteurs (Bonneau, 1984 ; Aloui & Couteaux, 1999) estiment que le pin d'Alep, produisant une litière de mauvaise qualité et à décomposition lente, tend à acidifier le sol. Toutefois, il convient de souligner que ces remarques ont été formulées dans des contextes climatiques différents. En effet, l'acidification des sols sous résineux est fréquemment observée dans les climats tempérés et plus humides, où la lixiviation et le lessivage sont très importants, contrairement aux conditions méditerranéennes (Ruellan, 1970).

Dans sa thèse de doctorat, Moukoui (2006) indique que les pins de cette région se caractérisent par une litière dite acidifiante, lente à se décomposer, ce qui entraîne une période de stockage plus longue au niveau du sol. Cette lente décomposition libère progressivement des

acides organiques, modifiant la composition et l'activité biologique du sol, et favorisant une acidification qui agit également sur l'altération des minéraux.

Cependant, dans nos conditions climatiques, les sols sont le plus souvent très calcaires, et une décalcification totale n'est pas possible. Il apparaît donc nécessaire de vérifier si ce phénomène d'acidification est réellement présent sous nos latitudes.

Nos remarques précédentes n'ont pas été formulées dans l'intention de tout remettre en cause, mais plutôt pour attirer l'attention sur un certain réactionnisme dans la recherche forestière, où toute action passée n'ayant pas pleinement atteint ses objectifs est souvent sévèrement critiquée, voire totalement annulée. S'il est possible, dans de nombreux cas, de réviser ou d'adapter les plans, il n'est pas envisageable, à l'heure actuelle, de remplacer le pin d'Alep par d'autres essences, particulièrement en Oranie. De nombreuses tentatives de plantation de chêne-liège, de caroubier ou d'autres espèces ont en effet été vouées à l'échec.

Dans cette logique, la question du choix du pin d'Alep dans notre région ne devrait pas être reposée, mais plutôt complétée par une réflexion sur les actions possibles à mener, à renforcer ou à associer, afin d'assurer une meilleure couverture du sol et de contribuer à la reconstitution du patrimoine forestier dans notre zone d'étude.

Pour apporter une contribution dans ce sens, nous avons choisi une dizaine de forêts de pin d'Alep, constituées pour la plupart de reboisements mais incluant également quelques forêts naturelles. Nous y avons réalisé des relevés floristiques ainsi que des relevés dendrométriques. Cette base de données doit nous permettre, dans un premier temps, de répondre à la question relative à la richesse floristique de ces formations. Dans un second temps, à travers une approche purement phytosociologique, nous chercherons à déterminer la position dynamique et la situation phytosociologique de ces formations par rapport aux autres essences forestières de la région.

Sur le plan dendrométrique, la structure des différentes forêts sera analysée et les stations présentant les meilleures conditions seront mises en évidence. La synthèse des données floristiques et dendrométriques nous permettra enfin de proposer les meilleures alternatives afin d'associer une bonne productivité à un équilibre écologique satisfaisant, notamment à travers une diversité spécifique renforcée.

La présente thèse est organisée en cinq chapitres complémentaires. Le premier chapitre est consacré à une revue bibliographique qui rassemble les principales connaissances générales relatives au pin d'Alep, en mettant en évidence ses caractéristiques écologiques,

dendrométriques et sylvicoles. Le deuxième chapitre décrit la zone d'étude à travers ses composantes géologiques, géomorphologiques, pédologiques et climatiques, afin de situer le cadre environnemental dans lequel s'inscrit le travail.

Les trois chapitres suivants s'articulent autour des analyses originales réalisées dans le cadre de ce travail. Le troisième chapitre traite de la diversité floristique associée au pin d'Alep, tandis que le quatrième établit une typologie phytosociologique des pinèdes oranaises. Le cinquième chapitre, quant à lui, est consacré à l'étude dendrométrique des pinèdes de la région, en mettant en évidence leur structure, leur dynamique et leurs potentialités productives.

Enfin, l'ensemble de ces résultats est intégré dans une synthèse statistique qui prend en considération les différents paramètres étudiés (stationnels, écologiques, dendrométriques et floristiques). Cette synthèse est suivie d'une conclusion générale et de propositions de perspectives en vue d'une meilleure gestion et valorisation des écosystèmes à pin d'Alep en Oranie.

---

# *Chapitre 1 :* *Généralité sur le* *pin d'Alep.*

---

---

## 1.1. INTRODUCTION

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) est une espèce forestière spontanée en Algérie. On le trouve dans presque toutes les variantes bioclimatiques du Nord algérien, à cause de sa plasticité écologique et aussi à sa indifférence à la nature des sols. C'est d'ailleurs l'essence forestière la plus répandue dans le pays, couvrant une superficie de plus de 800 000 hectares. Ces dernières années, les superficies boisées de pin d'Alep en Algérie ont considérablement augmenté. Le pays s'est même classé 2<sup>e</sup> au monde en matière de reboisement, de préservation des forêts et de lutte contre la désertification. À titre d'exemple, en 2007, l'Algérie a planté 120 millions d'arbres, couvrant une superficie équivalente à 74 000 hectares, ce qui lui a permis de se hisser à la 5<sup>e</sup> place mondiale en matière de reboisement (DGF, 2008).

Le pin d'Alep, grâce à ses faibles exigences écologiques, est devenu une espèce privilégiée dans les programmes de reboisement en Algérie. En effet, il se multiplie facilement en pépinière, ne nécessite pas de techniques de plantation spécifiques et, compte tenu des vastes superficies qu'il occupe déjà, il représente une essence économiquement rentable pour la production de bois. Cependant, la plupart des reboisements sont effectués sans une analyse rigoureuse des facteurs écologiques, pédologiques, climatiques ou phénologiques. Ces fausses évidences semblent enlever au pin d'Alep toutes ses particularités écologiques. Pire encore, il est devenu un arbre à mauvaise réputation. Dans ce contexte Revalor (2014) précise : « *Ces cinquante dernières années, [...], peu à peu le pin d'Alep s'est forgé l'image d'une essence dont on ne parlait plus qu'à propos d'incendie... Il brûle mieux que les autres, dit-on. Pire : il favorise l'incendie ! Certains rêvent alors de l'éradiquer. Ce serait illusoire, ...* ».

Il est donc essentiel de replacer, le pin d'Alep dans son contexte naturel, dans un premier temps avant d'exposer les facteurs qui ont été à l'origine de son expansion. L'autoécologie est une science encore peu développée en Algérie. En effet, chaque espèce forestière requiert des conditions écologiques spécifiques pour s'établir et se maintenir dans un milieu donné. L'autoécologie, une branche de l'écologie forestière, vise justement à identifier ces paramètres pour optimiser la gestion des peuplements (reboisement, régénération naturelle, interventions sylvicoles, etc.). Si cette discipline est bien développée dans les pays à forte tradition forestière, elle reste limitée en Algérie, où les connaissances reposent principalement sur des données anciennes, souvent empiriques et élaborées avec les moyens de l'époque. La majorité des références en autoécologie en Algérie proviennent des travaux de Boudy (1950) un forestier et géographe qui a analysé les principales forêts d'Afrique du Nord avant d'en déduire, de manière empirique, les conditions écologiques des essences dominantes. Son œuvre demeure la

principale source bibliographique dans ce domaine. D'autres chercheurs, tels qu'Alcaraz (1969 et 1982) et Kadik (1983), ont également contribué à l'étude du pin d'Alep en Algérie, mais leurs travaux restent fragmentaires. Un besoin urgent d'études actualisées. Ces lacunes soulignent la nécessité de mener des recherches plus approfondies et actualisées sur l'écologie du pin d'Alep et son impact sur les écosystèmes algériens. Une approche scientifique rigoureuse permettrait de mieux concilier reboisement et préservation de la biodiversité.

Nous allons dans ce premier chapitre proposer une synthèse bibliographique exhaustive sur *Pinus halepensis* Mill. En Algérie

## **1.2. SYSTÈME ÉCOLOGIQUE ÉTUDIÉ : PEUPELEMENTS DE PIN D'ALEP**

### **1.2.1. Taxonomie et morphologie**

#### 1.2.1.1. Taxonomie

Sur le plan systématique, l'essence étudiée fait partie de l'embranchement des Gymnospermes, classe des Coniférophytes (règne végétal, sous-règne des Spermaphytes). Cet embranchement est représenté, en Algérie, par trois familles, sept genres et seize espèces. La famille des Pinaceae, à laquelle appartient le pin d'Alep, est représentée par seulement trois genres en Algérie : *Abies*, *Cedrus* et *Pinus*.

Le genre *Pinus* est celui qui compte le plus grand nombre d'espèces dans la famille des Pinaceae. Il comprend 127<sup>1</sup> espèces réparties en deux sous-genres : *Strobus* et *Pinus*. Ce dernier est divisé en sept sections voir (Fig. 1). Le pin d'Alep appartient donc au genre *Pinus*, au sous-genre *Pinus*, et à la section *Halepensoïdes*, qui comprend également *P. brutia*. Cette dernière espèce se distingue principalement par la position de ses cônes pédonculés (pédoncules d'environ 1 cm de long), formant un angle de 90° avec la branche. À l'inverse, chez le pin d'Alep, les cônes sont sessiles ou subsessiles (pédoncules nettement inférieurs à 1 cm de long), formant un angle inférieur à 45° avec la branche (Nahal, 1983).

---

<sup>1</sup> D'après The International Plant Names Index and World Checklist of Vascular Plants 2025. Published on the Internet at <http://www.ipni.org> and <https://powo.science.kew.org/> visité le 17/05/2025



Santa 1962). La couronne est conique chez les jeunes sujets, tandis qu'elle devient étalée, vert jaunâtre et irrégulière chez les individus adultes. L'insertion des branches sur le tronc est diffuse. L'élagage naturel est difficile, surtout dans les peuplements peu denses. Les aiguilles du pin d'Alep sont généralement fasciculées par deux, souples, de couleur vert gris clair, avec une marge finement denticulée. Elles persistent en général pendant deux ans (Nahal, 1962). Les châtons mâles, de 6 à 7 mm de long, sont de couleur roussâtre et apparaissent sous le bourgeon terminal. Les châtons femelles, mesurant de 8 à 12 mm de long, sont rougeâtres et se développent à l'extrémité des rameaux de la cime. Les cônes, ovoïde-coniques, mesurent de 6 à 12 cm de long ; ils sont brun brillant et courtement pédonculés. Ils arrivent à maturité au cours de la deuxième année et peuvent libérer leurs graines à partir de la troisième. La dessiccation du cône et l'ouverture des écailles sont rendues possibles par un choc thermique localisé, qui provoque une rupture des joints de résine entre les écailles. Les cônes peuvent persister indéfiniment sur l'arbre, ce qui représente un réel danger en cas d'incendie : ils peuvent alors éclater sous l'effet de la chaleur et ainsi contribuer à la propagation du feu (Pardé, 1957).

Les graines sont produites à partir de l'âge de 10 à 12 ans, mais elles ne deviennent réellement aptes à germer et suffisamment abondantes qu'à partir de 18 à 20 ans. Elles sont ailées, de couleur grise, mesurent de 5 à 7 mm et conservent leur vitalité pendant deux ans, voire plus si elles restent dans le cône sur l'arbre (Abbas et al., 1984). Le bois de cette essence se caractérise par un aubier blanc jaunâtre et un duramen brun rougeâtre clair. Il présente de gros canaux résinifères, bien visibles et assez espacés, sécrétant une résine abondante. Parfois, cette résine est si abondante que le bois devient dur et lourd. Cela déprécie sa valeur commerciale, mais en augmente la puissance calorifique. Le bois sèche rapidement, travaille peu et peut se conserver longtemps à l'abri des intempéries (Gondard, 2001).

## **1.2.2. Aire de répartition du pin d'Alep**

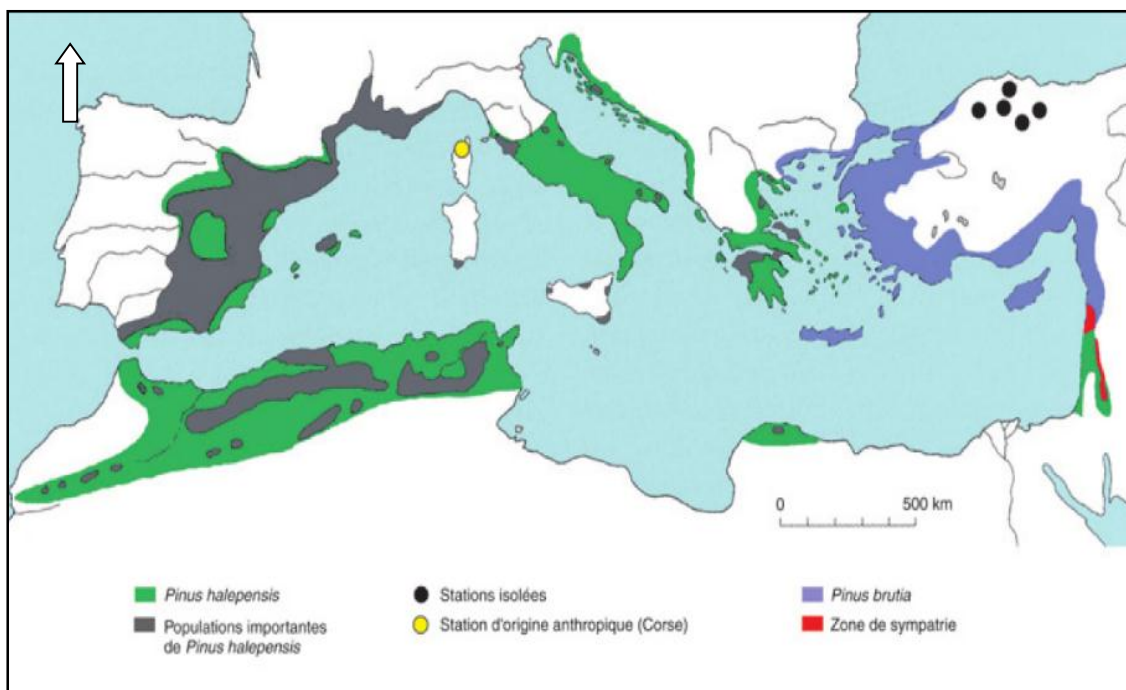
### **1.2.2.1. Dans le monde**

L'aire de répartition du pin d'Alep est strictement circumméditerranéenne. Il a d'ailleurs été parfois appelé *Pinus mediterranea* Wilkom (Boudy, 1950). Contrairement à ce que son nom pourrait laisser penser, cette espèce n'est pas présente dans la région d'Alep en Syrie, d'où elle tire pourtant son appellation (Boudy, 1950 ; Nahal, 1962). Selon Nahal (1962), c'est en réalité *Pinus brutia* qui pousse naturellement dans cette zone. Miller aurait décrit un peuplement de pin d'Alep d'origine artificielle, issu de graines importées de pays voisins tels que le Liban, la Palestine ou la Jordanie (Gondard, 2001).

Il convient de préciser que le pin d'Alep, en Asie, ne se rencontre qu'en Palestine, en Jordanie et au Liban. Il est rare en Turquie et en Syrie. En Europe, il est présent en Espagne, notamment sur les chaînes côtières de Catalogne et dans toutes les îles Baléares, ainsi que dans le sud de la France, le sud de l'Italie et quelques localités isolées de Sicile et de Sardaigne. Dans les Balkans, sa présence est principalement concentrée le long du littoral adriatique et en Grèce (Quézel & Medail, 2003)

En Afrique, l'espèce est absente d'Égypte et rare en Libye. Elle atteint son optimum écologique dans les pays du Maghreb, où elle est particulièrement abondante sur les massifs montagneux de Tunisie et d'Algérie. On la trouve également au Maroc, mais son aire naturelle y est fragmentée, couvrant le Rif, le Moyen Atlas et le Grand Atlas (Pardé, 1957 ; Quézel & Barbéro, 1992).

Par conséquent le pin d'Alep se trouve essentiellement en Méditerranée occidentale et seulement en quelques points de la Méditerranée orientale où *Pinus brutia* s'étend largement. D'après Quézel & Barbéro (1992) cette aire serait due à une adaptation moins efficace du pin d'Alep aux conditions climatiques locales. Les auteurs ont remarqué que lorsque les deux espèces de pin cohabitent, le pin d'Alep occupe les stations les plus chaudes. Toujours d'après Quézel & Barbéro (1992), la diminution de continentalité thermique liée à la proximité des nappes d'eau atlantique expliquerait l'absence du pin d'Alep dans l'extrême ouest Méditerranéen (Portugal, Espagne sud-occidentale, Maroc occidental) (Fig. 2).



**Figure 2:** Carte de répartition du groupe halepensis-brutia d'après (Quézel & Medail, 2003) (modifier)

#### 1.2.2.2. En Algérie :

Le pin d'Alep couvre en Algérie plus de 800 000 ha (Bentouati, 2005). Il est présent sur l'ensemble de la zone nord jusqu'à la limite du Sahara. On le rencontre dans le Tell algérois, oranais et constantinois, où il est souvent associé au chêne vert et, particulièrement en Oranie, au thuya. Dans l'Atlas saharien, à l'exception de quelques reliques dans les monts des Ksour (comme au djebel Aïssa dans la région d'Aïn Sefra) il demeure très rare. En revanche, il devient plus abondant dans les Aurès et les monts de Tébessa, s'étendant jusqu'à la frontière tunisienne.

En Oranie, il est présent dans la plupart des wilayas, avec des superficies variables. On le retrouve notamment dans les monts de Tlemcen et les monts de Traras. Sur le littoral d'Aïn Témouchent, il se concentre principalement à Beni Saf, Sassel et El Oardania. Il est également signalé à Tassala, Ténira, Zegla et Guetarnia, dans la wilaya de Sidi Bel Abbès. La wilaya de Saïda abrite de belles futaies, notamment celles de Gjaâfra, Tafrent, Fenouane et Doui-Tabet. À Oran, il apparaît de manière plus sporadique, surtout sur le littoral, par exemple à El Ançor et dans les « monts des Deux Lions ». Plus au sud, dans la wilaya de Tiaret, il pousse en mélange avec le chêne vert, notamment dans les massifs de Tagdempt et de Sidi Medjahed (Sadamas).

Dans le Tell algérois, le pin d'Alep est particulièrement abondant dans l'Ouarsenis, où se trouvent les forêts de Médéa, Berrouaghia et Aïn Boucif. Dans les Bibans, ses peuplements se concentrent surtout à Ouled Oukhris et Ksenna. Dans le Tell constantinois, les superficies sont plus limitées et le pin d'Alep y subsiste généralement en mélange avec le chêne vert.

Les pinèdes de l'Atlas saharien sont localisées sur les monts des Ouled Naïl, ainsi que sur les montagnes de Djelfa (Aïn-Gotaia, Sénalba, Sahary). À proximité de Bou-Saâda se trouve le peuplement de Messaâd. D'autres massifs importants sont ceux de Djellal, Medjedel, Zemra et Bou-Denzir.

Les forêts des Aurès-Nememcha, comprenant également les massifs du Hodna, sont constituées de formations mixtes de pin d'Alep et de chêne vert. Dans les Aurès, le pin d'Alep domine sur les versants méridionaux. Les plus beaux peuplements se rencontrent entre 1000 et 1400 m d'altitude, notamment dans les massifs de Beni-Melloul, Beni-Oudjana et Ouled Yagoub. À Tébessa, on le retrouve surtout dans les forêts des Ouled Sidi-Abid et de Brarcha Allaouna, ainsi que dans le massif d'Ouled Sidi Yahia Ben-Taleb.



### 1.2.3. Caractères écologiques

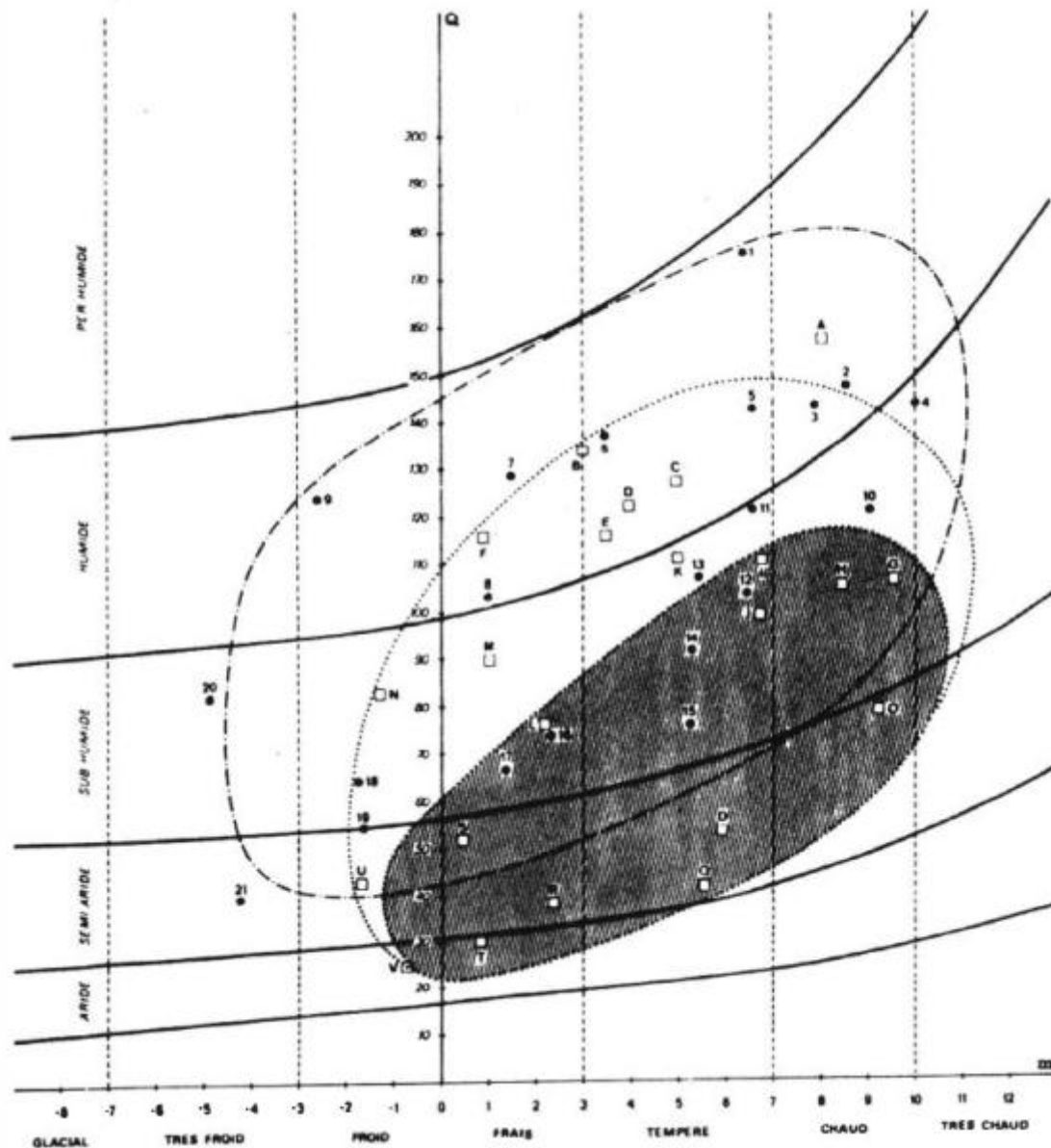
La remarquable plasticité du pin d'Alep en fait l'une des essences les plus répandues en région méditerranéenne. IL est fréquemment utilisé dans les reboisements visant à restaurer des sols dégradés (Maestre & Cortina, 2004).

En Algérie, il a notamment servi à boiser le « barrage vert », une ceinture végétale implantée dans le sud du pays, où plus d'un million d'hectares ont été plantés il y a plus de trente ans (Letreuch-Belarouci, 1991). Aujourd'hui, dans le cadre du nouveau projet de réhabilitation du barrage vert, il reste l'une des espèces prioritaires pour le repeuplement des Hautes Plaines Steppiques, afin de lutter contre l'ensablement et la désertification. Le pin d'Alep est considéré comme l'une des essences méditerranéennes les plus plastiques en termes d'exigences écologiques (Fady et *al.*, 2003). Il présente une tolérance exceptionnelle aux températures élevées et à la sécheresse (Scarascia-Mugnozza et *al.*, 1986), et peut se développer jusqu'à 2200 m d'altitude. En Algérie, on le retrouve depuis le littoral jusqu'à l'Atlas saharien. Ses principaux traits écologiques sont détaillés ci-dessous :

Les principaux caractères écologiques sont exprimés ci-dessous :

#### 1.2.3.1 Exigences bioclimatiques :

Chaque espèce vivante (animale, végétale ou fongique) a besoin d'un minimum de conditions climatiques pour survivre. En général, les facteurs climatiques qui influencent le plus les essences forestières sont les précipitations et les températures. Ces espèces peuvent tolérer certaines variations jusqu'à un certain seuil. Au-delà de ce seuil, les conditions deviennent un facteur limitant leur répartition dans une région donnée (Escourou, 1980).



**Figure 4:** Aire de projection de *Pinus halepensis* et *Pinus brutia* sur le climagramme d'Emberger : ..... *Pinus halepensis* (la zone en gris correspond à l'aire où *Pinus halepensis* est généralement climacique), -.-.-.-. *Pinus brutia* (Quézel & Barbéro, 1992)

Le pin d'Alep peut s'implanter dans des zones ne recevant que 200 mm de précipitations annuelles, mais aussi dans des régions où les précipitations dépassent 1 500 mm. Son optimum de développement se situe toutefois entre 350 et 700 mm par an. Espèce héliophile et thermophile, sa répartition est principalement limitée par le froid hivernal (Fady *et al.*, 2003). Il tolère à la fois de très faibles précipitations et un déficit hydrique estival marqué et prolongé. On le retrouve ainsi dans les étages bioclimatiques arides supérieurs, semi-aride, subhumide et humide. Il demeure néanmoins une essence typique de l'étage semi-aride (Nahal, 1984). Son

optimum se situe dans les bioclimats semi-aride à subhumide, aux étages thermo- et mésoméditerranéen, selon l'indice bioclimatique d'Emberger (Fig. 4).

La température est l'un des facteurs climatiques majeurs limitant l'expansion du pin d'Alep. En effet, on le rencontre souvent, dans des gammes de températures moyennes annuelles allant de 11 à 19 °C, ce qui correspond à peu près à des moyennes des minima du mois le plus froid comprises entre -2 et + 6 °C. Il peut supporter des froids occasionnels de -15 à -18 °C, à condition qu'ils restent exceptionnels et de durées limitées (Bedel, 1986).

#### 1.2.3.2. Zonation altitudinale :

Dès les années 1960, Paul Ozenda a mis en évidence l'organisation des formations végétales en étages, depuis le niveau de la mer jusqu'aux sommets des montagnes. Ses travaux, notamment *Perspectives nouvelles pour l'étude phytogéographique des Alpes du Sud* (1966) et *Sur les étages de végétation dans les montagnes du bassin méditerranéen* (1975), ont contribué à imposer la notion d'étagement de la végétation comme un cadre de référence. On reconnaît conventionnellement cinq étages dans la région méditerranéenne.

- étage thermo-méditerranéen ou méditerranéen inférieur
- étage eu-méditerranéen ou mésoméditerranéen ;
- étage supraméditerranéen ou méditerranéen supérieur
- étage montagnard méditerranéen';
- étage oro-méditerranéen

On reconnaît conventionnellement cinq étages dans la région méditerranéenne. Toutefois, Benabid (1976) a mis en évidence un sixième étage, appelé inframéditerranéen, situé en dessous de l'étage thermoméditerranéen, caractérisé par des conditions climatiques encore plus douces et sèches.

Quézel & Barbéro (1992) précisent que les pins du groupe *halepensis*, comme d'autres espèces méditerranéennes, ont tendance à occuper des ceintures altitudinales correspondant aux différents étages de végétation, en lien avec les ensembles bioclimatiques qui structurent le pourtour méditerranéen. En Algérie, Kadik (1983) indique que le pin d'Alep prospère dans des tranches altitudinales variables selon les zones biogéographiques. Il se développe entre 1300 et 1400 mètres d'altitude dans l'Atlas tellien, autour de 1600 mètres dans les Aurès, et atteint jusqu'à 2100–2200 mètres dans l'Atlas saharien.

### 1.2.3.3. Exigences édaphiques :

Il est bien connu que le pin d'Alep est généralement indifférent à la nature des sols. Il peut se développer sur des substrats variés, tout en montrant certaines préférences édaphiques. Sur l'ensemble de son aire, il affectionne particulièrement les substrats marneux et calcaro-marneux (calcaires en plaquettes), qui offrent des sols profonds, bien structurés et accessibles à son système racinaire (Quézel & Barbéro, 1992). Il se développe également sur les calcaires compacts, en particulier les calcaires diaclasés à terra rossa, en de nombreuses localités en Oranie. On le trouve aussi sur substrats non calcaires comme les schistes et micaschistes (par exemple sur le littoral algérois), mais il est pratiquement absent sur les granites et les gneiss. Il semble donc que le pin d'Alep recherche préférentiellement les substrats meubles ou fissurés. Comme le note Loisel (1976) en Provence, sa présence sur les calcaires compacts, notamment urgoniens, s'explique par la présence de nombreuses fissures facilitant l'enracinement.

En revanche, il tolère mal les substrats sablonneux, probablement à cause de l'assèchement estival rapide des horizons superficiels. Il est également absent des terrains à nappe phréatique permanente, qui entraînent l'asphyxie racinaire, ainsi que des bas-fonds à sols limoneux ou limono-argileux compacts (Quézel, 1980).

Enfin, sur les Hautes Plaines nord-africains, les steppes à armoise champêtre ou à armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) constituent un milieu fondamentalement hostile à son développement, comme l'ont d'ailleurs montré les échecs survenus à ce niveau lors de la mise en place du barrage vert en Algérie (Kadik, 1983).

### 1.2.4. Phytosociologie du Pin d'Alep

Il convient d'abord de rappeler quelques notions avant d'entamer cette partie. La notion de climax désigne généralement des formations végétales (le plus souvent associées à une essence forestière, plus rarement à une espèce herbacée comme l'alfa dans les steppes nord-africaines) correspondant à un état stable et mature d'un écosystème. Ce stade reflète un équilibre durable avec les conditions environnementales locales, atteint après une succession écologique (Clements, 1916).

Dans le cadre de la cartographie de la végétation, les unités représentées correspondaient souvent aux climax potentiels (ou "climax théoriques") plutôt qu'aux formations végétales transitoires. Le climax était en effet considéré comme l'état stable et prévisible de la végétation, reflétant le potentiel biogéographique d'une zone (climat, sol), alors que les stades intermédiaires de la succession écologique étaient jugés trop variables pour être cartographiés de manière systématique (Gausson, 1954). On considérait alors que la série de végétation (ou

"série dynamique") désignait l'ensemble des stades successifs menant au climax. Cette notion a structuré la phytosociologie et la cartographie végétale selon la théorie des séries (Rivas-Martínez, 1987). Chaque série correspondait à un climax particulier (par exemple : série du chêne vert, série du chêne-liège). Les cartes de séries (comme la carte phytogéographique de l'Algérie-Tunisie ou les séries de végétation établies par Maire en 1926) (Fig. 3) représentaient donc les potentialités écologiques de l'Algérie et la Tunisie, plutôt que la réalité végétale observée sur le terrain. Ainsi, au lieu de cartographier toutes les formations présentes, y compris les stades de dégradation (garrigues, pelouses, etc.), seules les formations climaciques étaient prises en compte (forêts de chêne vert, chêne-liège, cédraies, steppes à alfa, etc.) (Ozenda, 1982).

Il faut souligner, qu'il est parfois difficile de déterminer avec certitude le climax potentiel, et ce flou se retrouve dans plusieurs cas. L'exemple du pin d'Alep illustre bien cette complexité. De nombreux auteurs ont longtemps estimé que le pin d'Alep ne constituait jamais un climax, mais seulement un stade intermédiaire dans la série de végétation du chêne vert. De manière comparable, les formations à alfa sont également souvent exclues des climax, bien qu'elles puissent constituer des états stables sur le long terme dans certaines conditions écologiques.

De nombreux auteurs, qu'ils soient phytogéographes ou forestiers, n'ont considéré le pin d'Alep que comme une essence secondaire des formations paraclimaciques. Autrement dit, ses peuplements étaient perçus comme un stade transitoire, souvent inévitable, menant à la formation de forêts sempervirentes, voire localement caducifoliées. Ces considérations reposent essentiellement sur des observations faites par des phytosociologues dans un contexte européen, notamment en Méditerranée septentrionale, où le pin d'Alep est fréquemment rattaché à des structures sylvatiques évoluant généralement vers des forêts à chênes sclérophylles. Cette position a été particulièrement défendue par Braun-Blanquet (1936) et de Molinier (1937) pour la région méditerranéenne française.

Cependant, l'élargissement progressif des études phytosociologiques à d'autres régions du pourtour méditerranéen, notamment en Afrique du Nord et au Proche-Orient, a clairement montré que, dans certaines zones (essentiellement à l'étage thermoméditerranéen, mais aussi au mésoméditerranéen, voire localement au supraméditerranéen), le pin d'Alep peut former, sur certains types de substrats, des formations qu'il est raisonnable de considérer comme climaciques (Kadik, 1983).

Il est bien évident que le *Pinus halepensis* Mill constitue en méditerranéen des forêts dont le rôle climacique ne peut être mis en doute. Ces forêts entrent toutes dans le Quercetea ilicis (Br.-Bl, 1947) et très généralement dans les Pistacio-Rhamnetalia alaterni, Rivas-Martinez (1974), qui réunissent les groupements héliophiles appartenant presque exclusivement à l'étage thermo-méditerranéen.

En France, sur le littoral méditerranéen, Loisel (1971, 1976) a clairement montré que le Quercopinetum halepensis constitue un véritable climax en quelques points situés à l'est de Marseille. Alors que, la majorité des peuplements de pin d'Alep en France représentent bien des groupements transitoires ou paraclimaciques, en particulier à l'étage méso-méditerranéen. Ils s'installent sur des matorrals appartenant majoritairement aux Ononido-Rosmarinetea (sur substrats calcicoles) ou aux Cisto-Lavanduletea (sur substrats calcifuges). L'évolution naturelle de ces formations conduit généralement à des forêts climaciques à Quercus ilex (*Quercetum ilicis galloprovinciale*) (Br.-Bl, 1936), voire à Quercus pubescens (*Lathyro-Quercetum pubescentis*) (Loisel, 1976). En Espagne, la situation est identique au moins en Catalogne. Plus au sud par contre le statut phytosociologique et dynamique des forêts de pin d'Alep est moins clair mais les auteurs espagnols le considèrent essentiellement comme une essence paraclimacique (Quézel & Barbéro, 1992). La situation est similaire en Italie et sur le littoral dalmate, où les formations à pin d'Alep ne représentent généralement que des paraclimax (Tomaselli, 1973 ; Horvat, 1950).

Plus rarement présent en Méditerranée orientale où domine le pin brutia généralement le paysage forestier ne laissant que de rares enclaves arides ou semi-arides au pin d'Alep. Les formations de ce dernier sont souvent considérées comme climacique en Grèce. Il s'agit de peuplements établis sur marne dans l'étage thermo-méditerranéens en Grèce méridionale (Barbéro & Quézel, 1976) ou sur sols profonds en Eubée (Krause-Ludvig et Seidel, 1963). C'est la même situation en Palestine et en Jordanie, également sur marnes (Zohary, 1962, Feinbrun et Zohary, 1955), où ces formations sont aussi considérées comme climaciques. Enfin, le pin d'Alep apparaît sporadiquement en Turquie, en Syrie et au Liban, généralement en association avec le pin brutia, sauf dans la région de Cirestane (chaîne des Alaouites), où il forme des peuplements plus autonomes

En Afrique du Nord où le pin d'Alep présente son développement maximum, il paraît qu'en Cyrénaïque, le pin d'Alep s'associe souvent au Cyprès, pour constituer les seuls groupements sylvatiques ou sub-sylvatiques du moins localement climaciques. Au Maroc la majorité de pinèdes sont de nature paraclimacique (Achhal et al., 1980, Barbero, Quézel et Rivas-Martinez,

1981). Alors qu'en Algérie (Kadik, 1983) et en Tunisie centro-méridionale (Long, 1954, Le Houërou, 1969) il constitue de véritables formations climaciques. C'est le cas en particulier dans l'étage thermo-méditerranéen sur substrats marneux ou calcaro-marneux essentiellement dans la majeure partie du semi-aride, voire de l'aride. Sur le plan phytosociologique ces formations appartiennent souvent aux *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*. Comme en Méditerranée septentrionale, cette essence s'est toutefois largement introduite dans les forêts potentielles au moins à chêne vert surtout sur calcaire, ou à chêne liège sur substrats non calcaires, aux étages méso-méditerranéen, voire thermo-méditerranéens (Quèzel & Barbéro, 1992). Ces deux auteurs signalent que « *Les forêts de pin d'Alep sont le plus souvent installées sur des paysages de matorral, voire de steppe, l'ambiance sylvatique avec un cortège significatif d'espèces sciaphiles ne se réalisant éventuellement qu'en bioclimat subhumide, mais pratiquement jamais en semi-aride et à plus forte raison en aride* ».

#### 1.2.4.1. Typologie des Pinèdes en Algérie :

Avant d'entamer la description des différents types de pinèdes existant en Algérie, un petit rappel s'impose de quelques notions fondamentales d'écologie végétale (formation végétale, groupement végétal et association végétale). En effet, ces notions sont toutes relatives à la typologie de la végétation, mais elles s'inscrivent dans des cadres conceptuels, méthodologiques et échelles d'analyse différents, issus d'écoles scientifiques distinctes.

La formation végétale est une notion utilisée généralement à échelle du biome, pour désigner des ensembles végétaux homogènes du point de vue physiologique (définie généralement par le type biologique dominant : arbres, arbustes, herbacées) et leur structure (forêt fermée, savane, steppe, etc.). Cette notion est très utilisée par l'école anglo-saxonne et en géobotanique classique (Tüxen, 1956). Elle est la base de la cartographie de la végétation à grande échelle, comme celle de (Walter & Breckle, 1991) sur les zones biogéographiques. Le *groupement végétal* désigne une unité intermédiaire, moins strictement définie, souvent utilisée dans une perspective descriptive ou cartographique à échelle régionale. Il peut être fondé sur la dominance d'un ou plusieurs taxons (ex : groupement à *Stipa tenacissima*, *Pinède à romarin*, etc.), ou des critères structuraux et écologiques. C'est une notion souvent utilisée dans la phytosociologie française pragmatique, mais aussi dans la cartographie forestière ou les typologies nationales. A la fin l'*association végétale* est la plus petite unité typologique, définie de manière rigoureuse par l'école phytosociologique sigmatiste (Braun-Blanquet), basée sur l'analyse statistique de relevés floristiques homogènes. Elle correspond à une communauté végétale stable, présentant une composition floristique caractéristique, avec des espèces

différentielles et constantes, dans un habitat donné. Elle a un rang syntaxonomique dans une classification hiérarchique : association – alliance – ordre – classe.

**Tableau 1:** Comparaison synthétique des trois notions

Notion	Échelle	Critère principal	École / Approche
<b>Formation végétale</b>	Macro / globale	Structure et physiognomie	École anglo-saxonne, géobotanique
<b>Groupement végétal</b>	Méso / régionale	Espèce(s) dominante(s), habitat	Approche pragmatique / descriptive
<b>Association végétale</b>	Micro / locale	Composition floristique fine	Phytosociologie sigmatiste

Dans notre pays, l'étude de la végétation a souvent été marquée par une certaine confusion terminologique entre ces trois notions. Ces concepts, bien que tous relatifs à la typologie de la végétation, renvoient à des échelles d'analyse différentes et à des cadres théoriques distincts, mais ont été employés de manière interchangeable dans de nombreux travaux, en particulier dans les descriptions des pinèdes nord-algériennes.

Ainsi, des ensembles forestiers dominés par *Pinus halepensis* ont été désignés tantôt comme des « formations à *Pinus halepensis* », tantôt comme des « groupements à pin d'Alep », voire comme des « associations », sans que les critères floristiques, structuraux ou écologiques soient toujours explicitement définis. Cette variabilité sémantique reflète une hétérogénéité des approches) qu'elles soient physiognomiques, écologiques ou phytosociologiques (et peut engendrer des ambiguïtés dans l'interprétation et la comparaison des données. La clarification de ces notions est pourtant essentielle pour assurer la cohérence des inventaires, la pertinence des diagnostics écologiques, et la comparabilité des typologies à différentes échelles, notamment dans un contexte de gestion forestière durable et de suivi des dynamiques végétales. Dans la notice de sa carte phyto-géographique de l'Algérie et de la Tunisie (1926), Maire décrit la répartition et l'écologie du Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) en Algérie. Il y reconnaît quatre faciès distincts au sein de l'association *Pinetum halepensis*, qu'il considère comme représentatifs de la diversité des peuplements de cette essence à l'échelle du pays. Il précise cependant que le terme "association" est utilisé ici dans son acception la plus large, et non dans le sens strict adopté par l'école sigmatique. En réalité, les faciès qu'il décrit correspondent davantage à la notion actuelle de formations végétales. Maire distingue ainsi un

faciès littoral, un autre sublittoral, et deux autres correspondant respectivement aux montagnes telliennes et à l'Atlas saharien.

Le faciès littoral est caractéristique des dunes fixées du littoral (exemple : les dunes de Zéralda). Dans ces pinèdes, les arbres sont peu élevés, surtout en avant, vers la mer, et s'associent à *Juniperus phoenicea*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea media*, *Quercus coccifera*, *Helichrysum fontanesii*, etc. En arrière de ce rideau, notamment sur les pentes orientées vers l'intérieur des terres, le Pin d'Alep se développe davantage : les arbres sont plus hauts, bien que peu droits, et relativement serrés. Ils forment une strate arborescente nette, parfois pure, raréfiant localement le sous-bois. Le faciès sublittoral est représenté par des pinèdes situées généralement sur des collines marneuses à 300–400 m d'altitude (exemple : forêt de Tala-ou-Malou, au-dessus de Mouzaïaville). Il s'agit d'une futaie claire, avec un sous-bois très abondant composé notamment de *Tetraclinis articulata*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea media*, *Rosmarinus tournefortii*, *Globularia alypum*, etc. Le faciès continental tellien se présente en arrière des premières chaînes de l'Atlas tellien (par exemple au sud du Djurdjura, à Boghar, au-dessous de Téniet-el-Had, entre Saïda et les monts de Tlemcen). Le Pin d'Alep y forme une futaie assez claire. Le sous-bois est relativement dense, comprenant : *Quercus ilex*, *Q. coccifera*, *Pistacia terebinthus*, *Juniperus oxycedrus*, *Phillyrea media*, *Rosmarinus tournefortii*, *Globularia alypum*. Le faciès continental de l'Atlas saharien est bien développé dans les Aurès et les monts des Ouled Nail, de Bou Saâda à Aflou. *Pinus halepensis* y forme des futaies parfois très denses, excluant presque totalement le sous-bois, mais plus souvent assez claires, avec un sous-bois bien développé. Celui-ci est composé notamment de : *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*, *J. phoenicea*, *Pistacia terebinthus*, *P. lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Rosmarinus tournefortii*, *Globularia alypum*.

Maire (1926) précise également : « La comparaison de ces faciès montre que *Rosmarinus tournefortii* et *Globularia alypum* sont des espèces remarquables, fidèles au *Pinetum halepensis*, bien qu'elles soient peu abondantes sur les dunes littorales. On constate également que le *Pinetum halepensis* évolue vers le *Tetraclinium articulatae* dans le Tell occidental, et vers le *Juniperetum phoeniceae* dans l'Atlas saharien. Ces associations, encore plus xérophiles, conservent les principales caractéristiques de l'association au Pin d'Alep. Par ailleurs, un peu partout en montagne, le *Pinetum halepensis* est en concurrence avec le *Quercetum ilicis*. Ces deux associations se pénètrent et se mélangent continuellement ; la seconde, plus résistante au froid, élimine souvent la première des hautes altitudes et des fonds de vallons où l'air froid s'accumule. »

Kadik, en 1983, dans sa thèse sur le pin d'Alep en Algérie, a repris pratiquement la même typologie, avec les mêmes caractéristiques des faciès mises en évidence par Maire (1926). Il faut rappeler que, dans ce travail, les études climatiques et édaphiques ont été très détaillées, retraçant les conditions générales des pinèdes en Algérie.

À une échelle régionale, Alcaraz (1982) dans son étude de la géobotanique du pin d'Alep en Oranie, puis quelques années plus tard dans sa thèse sur la végétation de l'Ouest algérien, s'est appuyé sur la notion de groupement végétal. Il a ainsi identifié dix groupements végétaux liés au peuplement de Pin d'Alep, principalement sur sols calcaires ou terra rossa, à travers différents étages bioclimatiques allant du semi-aride au sub-humide. Ces groupements sont caractérisés par la présence du Pin d'Alep, seul ou en association avec le Thuya, le Chêne vert, ainsi que d'autres espèces.

L'étude repose sur une analyse fine, fondée sur des tableaux synthétiques intégrant les paramètres édaphiques, bioclimatiques, ainsi que les présences-dominances floristiques. En raison du manque de travaux phytosociologiques en Algérie, notamment en Oranie, l'auteur a dû adopter une démarche rigoureuse, en s'appuyant sur des analyses auto- et synécologiques. Certains groupements floristiques apparaissent comme préférentiels ou exclusifs, révélant ainsi les affinités écologiques des espèces et leur répartition selon les types de sol et les conditions climatiques.

Il nous semble néanmoins que la méthodologie adoptée présente un caractère partiellement empirique, reposant davantage sur l'expérience personnelle de l'auteur que sur un cadre théorique explicite ou des protocoles strictement définis. Par ailleurs, certains aspects méthodologiques paraissent assez complexes, ce qui pourrait compromettre leur reproductibilité ou leur accessibilité pour des non-spécialistes. Il pourrait être bénéfique de clarifier certains choix méthodologiques, ou d'alléger certains éléments pour en faciliter la compréhension.

**Tableau 2:** Classification des groupements à Pin d'Alep D'après (Alcaraz, 1982)

Type de sol	Abréviations	Noms
<b>Sur sol calcaire</b>	P1	Groupements purs à Pin d'Alep en étage semi-aride frais.
	P2	Groupements mixtes à Pin d'Alep et Thuya en étage semi-aride frais.
	P3	Groupements mixtes à Pin d'Alep et Thuya en étage subhumide inférieur frais.
	P4	Groupements mixtes à Pin d'Alep, Thuya et Chêne vert en étage semi-aride frais.
	P5	Groupements mixtes à Pin d'Alep et Chêne vert en étage semi-aride froid et frais.
	P6	Groupements mixtes à Pin d'Alep et Chêne vert en étage subhumide inférieur froid.
<b>Sur sol de terra rossa</b>	P7	Groupements mixtes à Pin d'Alep et Thuya en étage semi-aride frais.
	P8	Groupements mixtes à Pin d'Alep et Thuya en étage subhumide inférieur frais.
	P9	Groupements mixtes à Pin d'Alep, Thuya et Chêne vert en étage semi-aride froid et frais.
	P10	Groupements mixtes à Pin d'Alep, Thuya et Chêne vert en étage subhumide inférieur froid et frais.

Enfin, Alcaraz (1982), affirme que : « *Le Pin d'Alep est soit artificiel, soit subspontané sur le littoral oranais, et plus précisément dans les régions des Sahels. En revanche, le pin que l'on rencontre à l'intérieur du Tell et sur les Hauts Plateaux oranais (...) est de spontanéité certaine. Par son port et sa morphologie, il constitue très certainement une variété différente du Pin d'Alep littoral. C'est la raison pour laquelle Gaussen l'a nommé Pinus halepensis Miller var. algeriensis Gaussen.* » De même, en Tunisie, Schöenberger (1957) a observé la disparition progressive des plantations de Pin d'Alep sur le djebel Boukornine, au profit du Thuya. Alors qu'au Maroc, Fennane (1988) conteste les propos des deux auteurs précités, en précisant qu'il n'existe pas dans ce pays de pinèdes pures comparables à celles décrites en Algérie par Alcaraz (1982) ou en Tunisie par Schoenenberger et al., (1957) et Gounot (1966). Il note toutefois que les peuplements mixtes à Pin d'Alep et à Thuya du Rif et du Maroc oriental présentent une certaine similitude floristique et écologique avec les formations également mixtes d'Oranie, qualifiées par Alcaraz de subspontanées ou artificielles. Fennane conclut néanmoins : « *Dans des situations privilégiées, le Pin d'Alep est assez dynamique et se régénère bien, d'où sa valeur spontanée certaine, au moins localement. La dégradation permanente (surtout les incendies), bien que peu intense, favoriserait son maintien aux dépens du Thuya ou d'autres essences*

*comme le Chêne vert et le Chêne kermès, qui l'élimineraient en l'absence de toute activité humaine. Sa valeur climacique paraît donc très douteuse. » (Fennane, 1988).*

Notons enfin que, même si la spontanéité du Pin d'Alep est parfois remise en question, l'ensemble des auteurs s'accorde à reconnaître sa faible valeur phytosociologique, notamment en raison de l'absence d'un cortège floristique spécifique à cette essence, aussi bien au Maroc qu'en Oranie. Medjahdi (2010) confirme que dans les monts des Trara, l'infidélité floristique est également fréquente, aussi bien dans les pinèdes pures que dans les formations mélangées. Il ajoute aussi “ *il ne fait aucun doute que les pinèdes pures, toutes issues de reboisements réalisés au début des années 1970, sont d'origine artificielle. Le doute est également levé pour les peuplements mixtes, comme en témoignent les confirmations des populations locales, qui ne connaissent cette essence que par les boisements introduits durant la période coloniale. Le Pin d'Alep est d'ailleurs l'une des rares essences ligneuses à ne pas avoir de nom berbère dans cette région*”.

On peut conclure donc qu'une bonne partie des peuplements de pin d'Alep en Oranie son issue de reboisement<sup>2</sup>

Si une partie des forêts de pin d'Alep est d'origine spontanée en Algérie, une large proportion des pinèdes, notamment en Oranie, résulte de reboisements artificiels. Ces peuplements présentent une physionomie et une écologie particulières. Pourtant, la plupart des études écologiques ou dendrométriques menées jusqu'à présent ne leur ont accordé qu'une attention limitée.

En effet, à l'époque de Maire (1926), les opérations de reboisement étaient encore peu développées. Alcaraz (1969, 1982) a, par exemple, centré ses travaux sur des massifs naturels, tandis que Kadik (1983) n'a pas distingué entre les peuplements naturels et ceux issus de reboisements. Il convient également de souligner que la majorité des reboisements ont été réalisés dans les années 1970 : les peuplements étaient alors trop jeunes pour être évalués de manière pertinente.

Aujourd'hui, plus de cinquante ans après leur mise en place, il semble opportun de dresser un bilan floristique et dendrologique de ces reboisements. Avant d'entrer dans le vif du sujet, cette

---

<sup>2</sup>Il faut noter qu'au cours de ces dernières années, une grande partie des reboisements de Pin d'Alep a dépéri à la suite d'attaques de scolytes, survenues après un important stress hydrique. Ce phénomène a particulièrement touché les peuplements artificiels, c'est-à-dire les zones où le Pin d'Alep est subspontané, notamment sur le littoral, les collines sublittorales et certaines parties des monts de Tlemcen. En revanche, dans les forêts naturelles de Sélissen et de Talagh, le phénomène reste peu marqué. Cela vient confirmer les conclusions émises par Alcaraz en 1982.

deuxième partie du chapitre propose un bref rappel historique des principales étapes du reboisement en Algérie.

### **1.2.5. Le reboisement en Algérie**

Le Nord algérien, depuis plus d'un siècle, a été au cœur de diverses stratégies de lutte contre l'érosion, où les reboisements ont occupé une place centrale. En effet, la fragilité du milieu, conjuguée à une pression anthropique croissante, a rendu indispensable l'adoption de techniques de conservation des sols. Le couvert végétal ayant drastiquement diminué (passant de 25 % à 10 % en un siècle), les opérations de reboisement ont été pensées comme un levier de stabilisation écologique, mais aussi comme un outil d'aménagement du territoire (Greco, 1966).

#### 1.2.5.1. La D.R.S. de l'époque coloniale :

Instituée en 1941, la Défense et Restauration des Sols (D.R.S.) visait à freiner l'érosion sur de vastes surfaces jugées stratégiques, notamment les bassins versants des barrages (Fodda, Fergoug, Bouhanifia, Cheurfa). Le programme s'appuyait sur trois doctrines complémentaires (Monjauze, 1947) :

- 1- La discipline naturelle, incitant les paysans à adopter des pratiques anti-érosives,
- 2- Le reconditionnement de masse, basé sur des travaux lourds de modelage du terrain,
- 3- L'adhésion progressive, partageant les charges entre l'État et les particuliers.

Les techniques utilisées (banquettes d'infiltration, reboisements ciblés, ouvrages de correction torrentielle) ont été généralisées, avec des résultats très inégaux. Certains aménagements (notamment autour du barrage de Bouhanifia) ont été considérés comme des réussites intégrées. Cependant, de nombreux périmètres souffraient d'un manque de cohérence spatiale, d'une opposition des populations locales, et de moyens logistiques insuffisants, compromettant la pérennité des aménagements (Taabni & Kouti, 1987).

#### 1.2.5.2. Des Z.O.R. à la D.R.S. post-indépendance :

Face aux limites de la D.R.S. coloniale, le concept de Zone d'Organisation Rurale (Z.O.R.) a été introduit en 1959, notamment à Ouled Zid et Larbat Ouled Farès. Ces zones visaient une amélioration concertée de l'agriculture et des conditions de vie rurales. Les actions comprenaient l'installation de réseaux de banquettes, la plantation fruitière, la création de pistes et l'accès à l'eau.

Bien que mieux pensées sur le plan social, les Z.O.R. ont souffert d'un manque de suivi, d'un entretien insuffisant, et d'une adhésion limitée des paysans, ce qui a affaibli leur impact dans la durée.

Après l'indépendance, la D.R.S. fut reconduite mais réorientée. De 1962 à 1977, elle prit une dimension sociale : les reboisements étaient menés dans le cadre de chantiers populaires, avec un objectif de création d'emplois plus que de conservation efficace. Cette dispersion des efforts, accentuée par l'abandon du statut de « périmètre d'utilité publique », entraîna une atomisation des interventions (Monjauze, 1967).

#### 1.2.5.3. Institutionnalisation et limites structurelles (1970–1990) :

Avec la création de l'O.N.T.F. (Office National des Travaux Forestiers) en 1971, la volonté d'encadrer les efforts de reboisement s'est renforcée. Les opérations portaient sur (Taabni & Kouti, 1993) :

- les travaux neufs de reboisement (souvent en maquis dégradés),
- les aménagements sylvicoles dans les forêts domaniales,
- les réparations d'anciennes banquettes,
- et l'ouverture de nouveaux réseaux, souvent sans réelle logique territoriale.

Malgré quelques succès, notamment dans les reboisements périphériques surveillés, les résultats furent très hétérogènes. De nombreux reboisements furent inopérants, les plants ayant été détruits ou n'ayant jamais atteint un stade de croissance suffisant pour protéger les sols.

#### 1.2.5.4. Les Offices d'Aménagement et de Mise en Valeur :

À partir de 1977, les politiques évoluent vers une approche intégrée, avec la création des Offices d'Aménagement et de Mise en Valeur (O.A.M.V.) dans plusieurs régions, dont les Beni Chougrane. Ces entités visaient à coordonner les actions de reboisement, développement agricole, hydraulique, éducation, et santé, selon un plan directeur de territoire.

Malheureusement, la mise en œuvre s'est éloignée de ses objectifs initiaux : absence de respect des plans directeurs, manque de coordination intersectorielle, gestion technocratique éloignée des réalités paysannes. Le schéma directeur n'a pas été appliqué et l'impact est resté très localisé (Taabni & Kouti, 1993).

#### 1.2.5.5. Place du Pin d'Alpe dans les stratégies de lutte contre l'érosion :

Depuis les années 1940, diverses stratégies de lutte contre l'érosion ont été mises en œuvre dans l'Ouest algérien, notamment à travers la Défense et Restauration des Sols (D.R.S.), les Zones d'Organisation Rurale (Z.O.R.) et, plus tard, les Offices d'Aménagement et de Mise en Valeur (O.A.M.V.). Ces actions ont souvent pris la forme de reboisements, associés ou non à des ouvrages anti-érosifs (banquettes, seuils, murettes), dans des zones particulièrement sensibles à l'envasement des barrages et à la dégradation des terres agricoles (Benchetrit, 1972).

Dès la période coloniale, le pin d'Alep s'est imposé comme essence principale des ces reboisements. Cela s'explique par sa capacité d'adaptation aux milieux dégradés, secs et peu profonds, ainsi que par son rôle protecteur contre l'érosion (Letreuch-Belarouci, 1991). Dans les périmètres autour des barrages de Bouhanifia, Fergoug ou Cheurfa, les réseaux de banquettes ont souvent été complantés de pins d'Alep. Ces plantations, lorsqu'elles ont été entretenues, ont donné lieu à des peuplements relativement bien constitués. L'exemple le plus réussi est celui des 2 000 hectares autour du barrage de Bouhanifia, reboisés principalement en pin d'Alep, avec quelques mélanges d'eucalyptus et de cyprès (Baurens, 1966).

Dans la période post-indépendance (1962-1977), le reboisement est relancé à travers des chantiers populaires, poursuivis ensuite par l'Office National des Travaux Forestiers (O.N.T.F.). Là encore, le pin d'Alep reste l'essence dominante, utilisée en reboisement plein ou sur banquettes. Ces actions concernaient principalement les zones de maquis dégradés ou les marges forestières, dans les bassins du Fodda ou des Beni Chougrane. Les aménagements sylvicoles, visant à renforcer les peuplements existants, ont également utilisé le pin d'Alep, notamment dans les forêts de Guetamia Stamboul, Ain Lelou ou Oued Ardjem (Taabni & Kouti, 1993).

Malgré l'ampleur des programmes, les résultats sont restés contrastés. Si les reboisements en pin d'Alep ont parfois permis une certaine restauration du couvert végétal, leur réussite dépendait fortement de l'entretien, du suivi et de l'adhésion locale. Les plantations dispersées, sans encadrement ni sensibilisation, ont souvent échoué, ne laissant que quelques individus rabougris. Le choix systématique du pin d'Alep, s'il répondait à des considérations techniques (résistance, faible exigence), a aussi limité la diversité biologique et la capacité de certains peuplements à répondre à des objectifs de production ou de multifonctionnalité forestière.

En somme, les reboisements réalisés en Algérie occidentale depuis les années 1940 ont été largement dominés par le pin d'Alep, choisi pour son adaptabilité aux conditions édaphiques et

climatiques difficiles. Ce choix technique, s'il a permis quelques succès localisés, ne doit pas occulter les limites des stratégies de reboisement menées sans vision écosystémique ni implication des populations concernées.

#### **1.2.6. Reboisement et biodiversité : aperçu des études sur les peuplements à base de pin d'Alep en Méditerranée**

Les opérations de reboisement jouent un rôle central dans la lutte contre l'érosion, la restauration des sols et parfois dans le développement rural. Toutefois, leur impact sur la biodiversité végétale suscite un intérêt croissant, notamment dans les régions méditerranéennes où les dynamiques écologiques sont complexes et étroitement liées à l'histoire d'usage des sols. Parmi les essences les plus utilisées dans les reboisements méditerranéens, le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) occupe une place prépondérante, en particulier en Afrique du Nord.

De nombreuses études menées en Espagne, au Maroc, en Tunisie et en Algérie ont mis en évidence que les reboisements en pin d'Alep peuvent engendrer une uniformisation floristique lorsque la gestion sylvicole est absente ou inadaptée (Quézel & Médail, 2003 ; Cortina et al., 2006). Ces peuplements à base de résineux créent souvent un microclimat plus ombragé et plus acide, modifiant ainsi la composition du sous-bois. En l'absence de régénération naturelle ou de perturbations modérées (feux maîtrisés, éclaircies), la diversité spécifique tend à diminuer au profit d'espèces tolérantes à l'ombre ou rudérales (Trabaud, 1987 ; Maestre & Cortina, 2004).

Cependant, plusieurs recherches ont montré que cette tendance n'est pas une fatalité. Lorsque les reboisements en pin d'Alep sont implantés sur des sols anciennement dégradés (maquis, jachères, terres nues) et qu'ils bénéficient d'un certain suivi, ils peuvent servir de catalyseurs pour le retour d'une végétation semi-naturelle. En Espagne, notamment dans les régions d'Alicante et de Valence, des travaux ont démontré que les peuplements de *Pinus halepensis* Mill. peuvent accueillir une flore variée si certaines conditions écologiques (altitude, texture du sol, gestion des litières) sont réunies (Pausas et al., 2004 ; Vallejo et al., 2012).

En Algérie, les travaux restent encore limités sur le plan floristique, mais quelques études locales, notamment dans les monts de l'Ouarsenis, en Kabylie et dans l'Atlas tellien, ont montré que les reboisements anciens, surtout ceux établis dans les années 1970, ont évolué vers des formations plus complexes où le pin d'Alep coexiste avec une strate arbustive (*Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Cistus spp.*) et parfois une strate herbacée diversifiée (Taabni & Kouti, 1993 ; Benchetrit, 1972 ; Aït Hameur, 2019). La richesse floristique semble alors

dépendre de la densité du peuplement, de la gestion des éclaircies et de l'absence de perturbations anthropiques fortes (surpâturage, incendies récurrents).

Enfin, il est important de souligner que la fonction de conservation de la biodiversité ne peut être pleinement assurée que si les reboisements s'inscrivent dans une approche écosystémique, intégrant la composition floristique locale, les corridors écologiques et les usages traditionnels. Le pin d'Alep, bien que souvent critiqué pour son caractère monospécifique et son inflammabilité, peut devenir un support transitoire vers des mosaïques forestières plus riches, à condition d'une gestion adaptée (Médail & Diadema, 2009 ; Aronson et *al.*, 2005).

---

***Chapitre 2 :***  
***Présentation de***  
***la zone d'étude.***

---

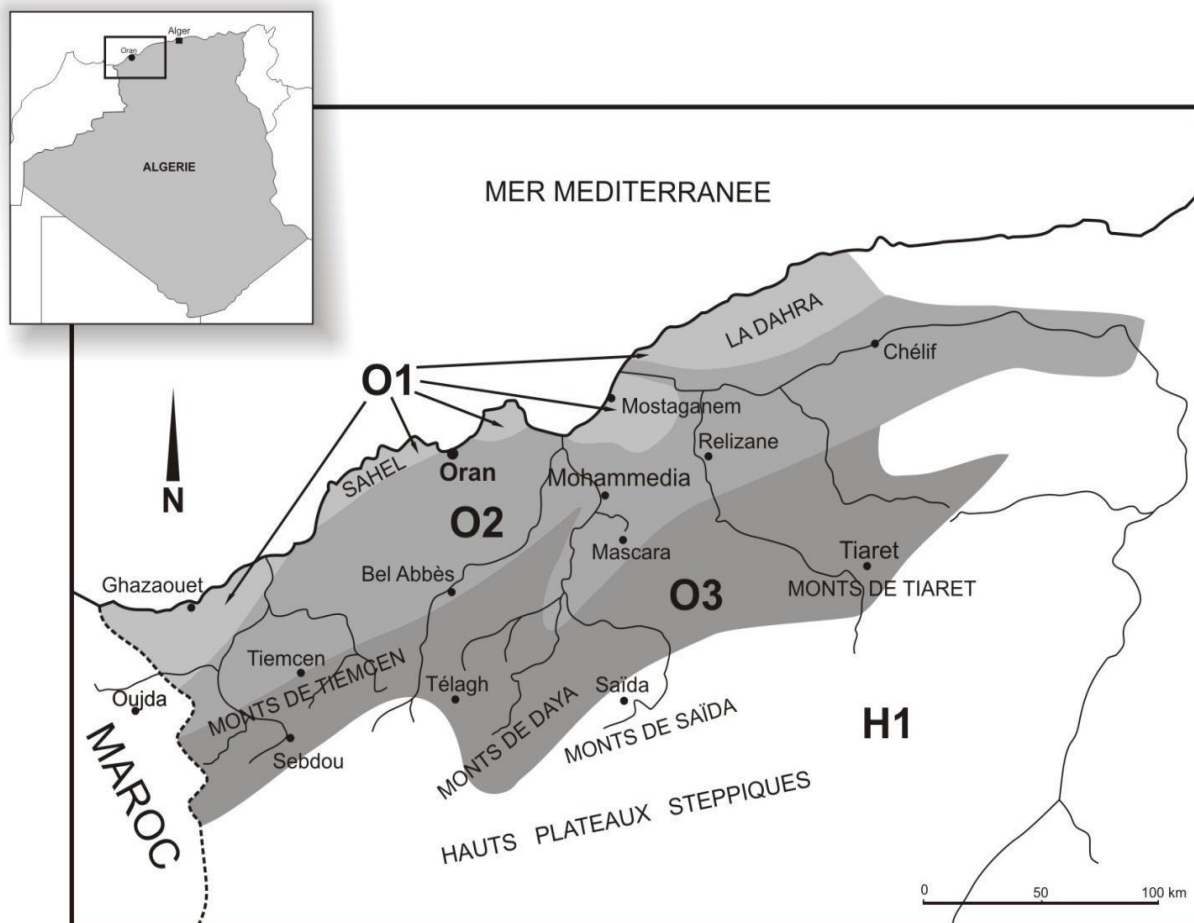
---

## 2.1. DÉLIMITATION BIOGÉOGRAPHIQUE DE LA RÉGION D'ÉTUDE

D'après Maire (1926), puis Quézel et Santa (1962), le secteur oranais a été subdivisé en trois sous-secteurs (Fig. 5). Le premier est celui des Sahels littoraux (O1), qui correspond à la frange côtière constituée d'un chapelet de massifs montagneux très compartimentés, d'altitude modérée. Ce sous-secteur se rattache principalement à la série du thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters), avec des faciès à sumac à cinq feuilles (*Rhus pentaphylla* L.), à alfa (*Stipa tenacissima* L.) et à chêne kermès (*Quercus coccifera* L.).

Le deuxième sous-secteur correspond aux Plaines littorales (O2). Il englobe les basses plaines littorales et sublittorales, s'étendant de l'embouchure de l'oued El Maleh à celle de la Macta, ainsi que les hautes plaines intérieures, de Lalla Maghnia à Ghriss. Il comprend également, en position médiane, les chaînons telliens des Sabaâ Chioukh, du Tessala et des Beni Chougrane. Ce sous-secteur constitue le principal domaine agricole de l'Oranie. Il se rapporte essentiellement à la série du jujubier (*Zizyphus lotus* (L.) Desf.) Et du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* L.), mais comprend également quelques formations mixtes à pin d'Alep (*Pinus halepensis* L.), thuya, oléastre (*Olea europaea* L.) et lentisque (*Pistacia lentiscus* L.).

Le troisième sous-secteur correspond à l'Atlas tellien (O3). Il s'étend sur les formations tabulaires de calcaires karstifiés, géographiquement assimilables à des causses, comprenant les monts de Tlemcen (érigés en parc national), de Daïa, de Saïda et de Frenda. Ces massifs de haute montagne, dont l'altitude moyenne atteint 1 500 m, s'intègrent dans un paysage dominé essentiellement par le chêne vert (*Quercus rotundifolia* Lam.), le chêne-liège (*Q. suber* L.) ou encore le pin d'Alep, notamment dans les formations de type *Quercetea ilicis*.



**Figure 5:** situation géographique de la zone d'étude avec délimitation des sous-secteurs : O1, sahels littoraux ; O2 : plaines littorales ; O3 : Atlas tellien ; H1 : hauts plateaux algérois et oranais (Kazi Tani, 2010)

## 2.2. GÉOGRAPHIE / GÉOMORPHOLOGIE

Le Tell oranais est caractérisé par l'alternance de montagnes, de plateaux et de plaines alluviales (Savornin, 1931). Il comprend, d'ouest en est, plusieurs ensembles morphologiques majeurs. Le massif des Traras, situé à l'extrême ouest, s'individualise par sa position de transition entre les Sahels et l'Atlas tellien plissé (Gourinard, 1952). Juste au sud, se trouve les monts de Tlemcen, localisés dans la partie occidentale de la chaîne tellienne. Ils constituent le point culminant de la région, atteignant une altitude de 1 000 m.

La plupart des terrains de ces monts, ainsi que ceux des Traras, présentent des piémonts à fortes pentes (de 12,5 à 25 %) et des reliefs parfois accidentés (Thinthoin, 1948). Plus à l'est, au centre de la région, s'élèvent les monts de Sebâa Chioukh, très érodés et appartenant à la chaîne tellienne intérieure. Au sud, les monts de Tessala forment un massif à structure complexe, long d'environ 50 km, avec une altitude moyenne de 800 m et un sommet à 1 061 m au pic de Tassala,

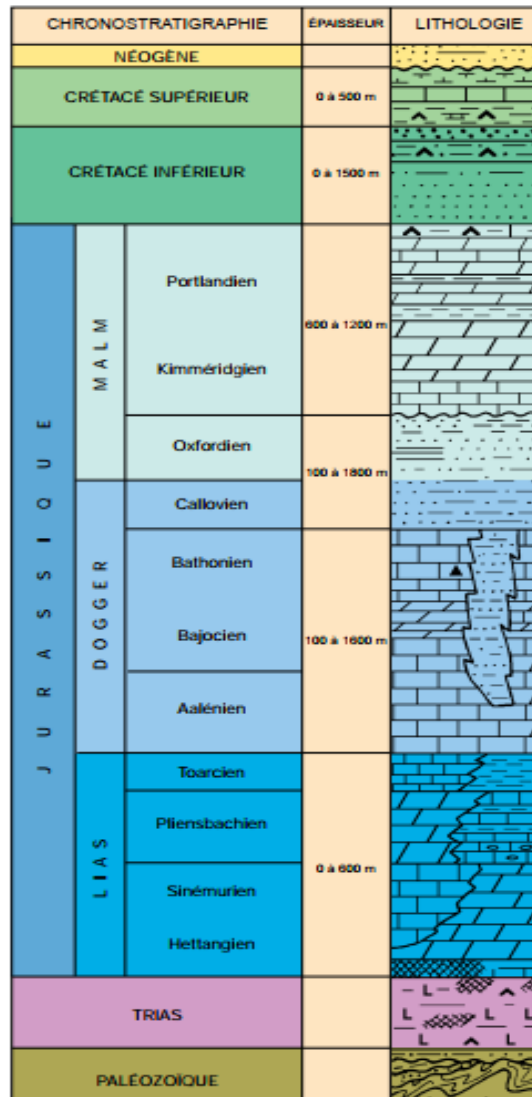
qui domine de 700 à 800 m la plaine de Mleta au nord (Hassani, 1987). Ces formations marneuses sont modelées en collines convexes et nues, soumises à la solifluxion et au ravinement, qui accentuent l'instabilité des versants (Sari, 1977). Le djebel Murdjajo, rattaché au Sahel d'Oran, surplombe la ville d'Oran à environ 580 m au niveau de Sidi M'sabih. Ce relief abrupt domine la mer et offre une vue panoramique sur une unité morphologique et géologique bien délimitée (Gourinard, 1952). Il est formé de plateaux karstiques ondulés, déformés par des mouvements tectoniques du Quaternaire ancien (Despois & Raynal, 1967). Ce massif s'étend sur environ 100 km de long et 25 km de large, bordé au nord par des falaises entrecoupées de deux dépressions argileuses : la baie de Bouzdjar et celle de Madagh.

Au nord, on distingue le djebel Santon, la rade de Mers el Kébir, les reliefs du cap Falcon, et la plaine des Andalouses. Plus à l'ouest, apparaît le dôme du djebel Lindlès, suivi vers le sud par le plateau des Ghamra et la forêt de M'sila. Les formations néogènes du Murdjajo s'inclinent doucement vers le sud, jusqu'à une dépression où s'étale la grande Sebkha d'Oran, couvrant environ 32 000 ha de vases salées. À l'est d'Oran, le djebel Khar et le Sahel d'Arzew prolongent le plateau d'Oran vers la plaine de l'Habra-Macta qui constitue géographiquement un des éléments de la série de dépressions englobées sous le terme générale de << basses plaines >>. Cette vaste dépression triangulaire d'El Habra, de pente générale très faible communique avec la mer par l'ouverture de la Macta (Guinochet, 1954).

Puis les sahels proprement dits : sahel d'Oran, sahel d'Arzew, Plateau d'Oran et plateau de Mostaganem. Enfin à l'est, le Dahra a relief calme s'élevant à 1342 m d'altitude (Guinochet, 1954). En outre, nous avons aussi la présence de plaines comme celle de Maghnia, les basses vallées de la Tafna et d'Isser et les plateaux d'Ouled Riah, ainsi que les hautes plaines steppiques (Thinthoin, 1948). Au sud-est, la région est limitée par les Monts de Beni-Chograne qui culminent à 910 m d'altitude et à l'extrême sud par les monts de Daya (Kazi Tani, 2010).

### **2.3. CADRE GÉOLOGIQUE**

Les formations géologiques de la région oranaise sont de nature et d'âges variés (Sadran, 1952 ; Fenet, 1975 et Guardia, 1975). Elles s'étendent du Primaire jusqu'au Quaternaire (Fig. 6).



**Figure 6:** Stratigraphie synthétique du nord-ouest de l'Algérie (Askri et *al.*, 2000).

En effet, les formations géologiques les plus anciennes de la zone d'étude sont constituées de schistes cristallins et de terrains paléozoïques. Ces formations comprennent du granite ancien, du gneiss plus ou moins feuilleté, du micaschiste, ainsi que des phyllades, au sein desquels apparaissent des bancs de calcaire saccharoïde ou marmoréen. Ces structures anciennes sont fréquemment associées à des minéralisations et sont traversées par de nombreux filons de roches éruptives telles que le granite, la granulite, la pegmatite, la diorite, le porphyre quartzifère, la lherzolite, entre autres. Elles sont principalement localisées sur le littoral, où elles forment des massifs ou îlots alignés le long du rivage, notamment visibles dans la région de Nedroma, dans les monts des Trara (Péron, 1883). Les schistes gris-noirs des monts des Trara, qui se débitent en plaquettes, s'altèrent avec le temps pour produire des substrats argileux à l'origine de sols brun-rouge. D'autres types de schistes, d'âge secondaire, forment ce que l'on désigne comme les massifs schisteux côtiers de l'Oranie. Parmi eux, les monts d'Arzew, à l'ouest

d'Oran, comprennent la montagne des Lions, surplombant la plage de Kristel, ainsi que la partie nord du massif du Murdjadjo (Mansouri, 2012).

Les terrains paléozoïques, également appelés terrains de transition, sont composés de schistes rouges, de grès quartzeux portant des impressions végétales, de schistes satinés, graphitiques et maclifères, souvent accompagnés de granulite. Ces formations sont généralement rattachées au Silurien (entre 444 et 419 millions d'années) et elles s'observent à Ain Tolba, Ain Kebira, Ain Fezza, dans les Traras, ainsi qu'à la montagne des Lions, dans le massif d'Arzew, aux caps Carbon, Ferrat, de l'Aiguille, et le long des falaises de Mers el Kebir, aux caps Falcon, Lindless et au cap Blanc (Péron, 1883).

Plus au sud, jusqu'à la région de Télagh, s'étendent des terrains du Crétacé inférieur, composés principalement de calcaires gréseux qui deviennent plus argileux en profondeur, ainsi que de grès fins à matrice argileuse. Cette série crétacée se poursuit vers l'ouest en contournant les monts de Daya (Mansouri, 2012). En parallèle, les plaines telliennes (telles que celle de Sidi Bel Abbès, située à environ 400 mètres d'altitude entre les monts de Tessala et la région de Télagh) sont principalement d'âge pliocène. Elles sont formées de grès marins et s'étendent vers l'est jusqu'aux monts des Beni-Chougrane, où elles s'intègrent aux formations miocènes (Bentkhissi, 2018).

En progressant vers l'intérieur des terres, on rencontre les monts de Beni-Chougrane et de Tessala, qui forment une chaîne plissée continue d'environ 60 km de largeur, orientée est-ouest. Il s'agit de terrains crétacés composés de calcaires gréseux qui deviennent plus argileux en profondeur, et, à l'est, de grès fins à matrice argileuse. Aux monts de Sebâa Chioukh se forment une zone anticlinale à cœur crétacé, affectée par d'importantes cassures et largement injectée par des formations triasiques. Leurs sommets sont souvent couronnés de barres calcaires, et l'on y observe de nombreuses dépressions (Lassouani, 2008).

Selon Benest (1985), les monts de Tlemcen sont caractérisés par des formations d'âge jurassique supérieur, parmi les plus fréquentes de la région. On y trouve notamment les calcaires tarifaits du Kimméridgien supérieur, des calcaires bleus à géodes caractéristiques (Doumergue, 1910), ainsi que les grès de Boumediene — grès ferrugineux à ciment calcaire — formant une série argilo-gréseuse de l'Oxfordien supérieur. Les grands escarpements surplombant la ville de Tlemcen sont constitués de dolomies (Kimméridgien terminal), notamment visibles aux falaises d'El Ourit. À proximité, les dolomies massives du Tithonien inférieur, d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur, affleurent nettement sur le plateau de Terni (Doumergue, 1910).

Entre ces massifs, les plaines actuelles d'Ain Temouchent et d'El Melah sont composées de formations sédimentaires variées, couvrant des périodes allant du Trias au Quaternaire : Trias, Lias, Néocomien, Miocène, Pliocène post-nappes. Le Trias affleure au sud du massif de D'har El Mendjel, au nord d'El Malah, et se présente sous forme d'argiles bariolées rougeâtres, souvent associées à des gypses et à des sels. Ces affleurements sont recouverts par des alluvions caillouteuses et des poudingues tertiaires, qui constituent la majeure partie du sol de la plaine d'Ain Temouchent. Le Lias est représenté par des calcaires massifs affleurant en bancs gris ou bleu grisâtre très fissurés, comme au Djebel Touita et à D'har El Mendjel. Ces calcaires évoluent ensuite en dolomies plus compactes et marmorisées, mais du même âge (Louni-Hacini et *al.*, 1995 ; Coulon et *al.*, 2002).

La région d'Ain Temouchent est également marquée par un volcanisme d'âge quaternaire qui couvre une superficie d'environ 350 km<sup>2</sup>. Les produits volcaniques ont atteint les abords de Chaâbet El Ham au nord, le douar Chentouf à l'est, Ain Tolba et Ain Kihal au sud, et les environs de Sidi Safi à l'ouest. Ces formations, jeunes et localisées, se concentrent autour de l'ancien volcan Tifaraouine, près de Madagh (Sadran, 1952). Les émissions sont composées de laves, de brèches volcaniques et de dépôts volcano-sédimentaires, qui reposent sur un substratum de sédiments néogènes (deuxième cycle post-nappes). Vers Djebel Dzioua, Koudiat Berbous et Sidi Ben Adda, ces produits recouvrent même des récifs coralliens messiniens (Moissette, 1988). Plus au sud, les gisements les plus méridionaux reposent sur des formations marno-gréseuses du Miocène. Le Miocène post-nappe affleure notamment à Émir Abdelkader, en discordance sur le Miocène synchrone des nappes. Le Pliocène post-nappes, également en discordance, est constitué de grès jaunâtres de type mollassique (Boucif, 2006). Ce terrain se prolonge jusqu'aux environs d'Oran, atteignant à l'est Mostaganem et la basse vallée du Chélif, et à l'ouest les alentours du massif d'Oran et de la Sebkha, jusqu'aux caps Lindless et Figalo (Péron, 1883).

Enfin, le Quaternaire est représenté par des dépôts limoneux occupant les courbes à fond plat (Bentkhis, 2018). C'est dans le Tell oranais que les terrains jurassiques connaissent leur développement le plus complet. Les étages inférieurs affleurent sous le cap Ferrat, près d'Arzew, dans le massif d'Oran à Terga, au cap Falcon et dans le massif des Traras. Vers Saïda, le Lias est visible sous forme de dolomies, tandis que les étages bajocien, bathonien et oxfordo-callovien sont présents sous forme de marnes et de calcaires gris riches en minéral de fer oolithique, accompagnés de bancs subordonnés de dolomie. À Sebdou et à Tlemcen, la présence de fossiles confirme aussi l'existence du corallien dans les environs (Péron, 1883).

Ces formations sont souvent associées à des minéralisations et sont traversées par de nombreux filons de granite éruptif, de granulite, de pegmatite, de diorite, de porphyre quartzifère, de lherzolite, ainsi que d'autres roches éruptives. Elles sont localisées principalement sur le littoral, où elles forment une série de massifs ou d'îlots alignés le long du rivage, principalement visibles dans la région de Nedroma dans les monts des Trara. (Péron, 1883).

Les schistes gris-noirs des monts des Trara, qui se débitent en plaquettes, s'altèrent pour donner naissance à des substrats argileux formant des sols de couleur brun-rouge (Bentkhis, 2018). D'autres types de schistes, d'âge secondaire, constituent ce que l'on appelle les massifs schisteux côtiers de l'Oranie. Les monts d'Arzew, situés à l'ouest de la ville d'Oran, comprennent notamment la montagne des Lions, qui surplombe la plage de Kristel ainsi que la partie septentrionale du Murdjadjo (Mansouri, 2012).

Les terrains paléozoïques, ou terrains de transition, sont formés de schistes rouges, de grès quartzeux à impressions végétales, de schistes satinés, graphitiques et maclifères, accompagnés de granulite. Ils sont généralement considérés comme appartenant au Silurien (entre 444 et 419 Ma). Ces couches ont été observées notamment à Ain Tolba, Ain Kebira, dans les Traras, à Ain Fezza, à la montagne des Lions, ainsi que dans le massif d'Arzew, aux caps Carbon, Ferrat et de l'Aiguille ; les falaises de Mers el Kebir, ainsi que les caps Falcon, Lindless et le cap Blanc, en sont également constitués (Péron, 1883). La partie sud, jusqu'à Télagh, est occupée par des terrains du Crétacé inférieur, principalement composés de calcaires gréseux devenant plus argileux en profondeur, ainsi que de grès fins argileux. Ce Crétacé se prolonge vers l'ouest en contournant les monts de Daya (Mansouri, 2012). Enfin, les plaines telliennes, dont celle de Sidi Bel Abbès située à environ 400 m d'altitude entre les monts de Tessala et la région de Télagh, sont principalement d'âge pliocène. Elles sont formées de grès marins, se prolongeant vers l'est jusqu'aux monts des Beni-Chougrane, où elles s'insèrent dans des formations miocènes (Bendaho, 2021).

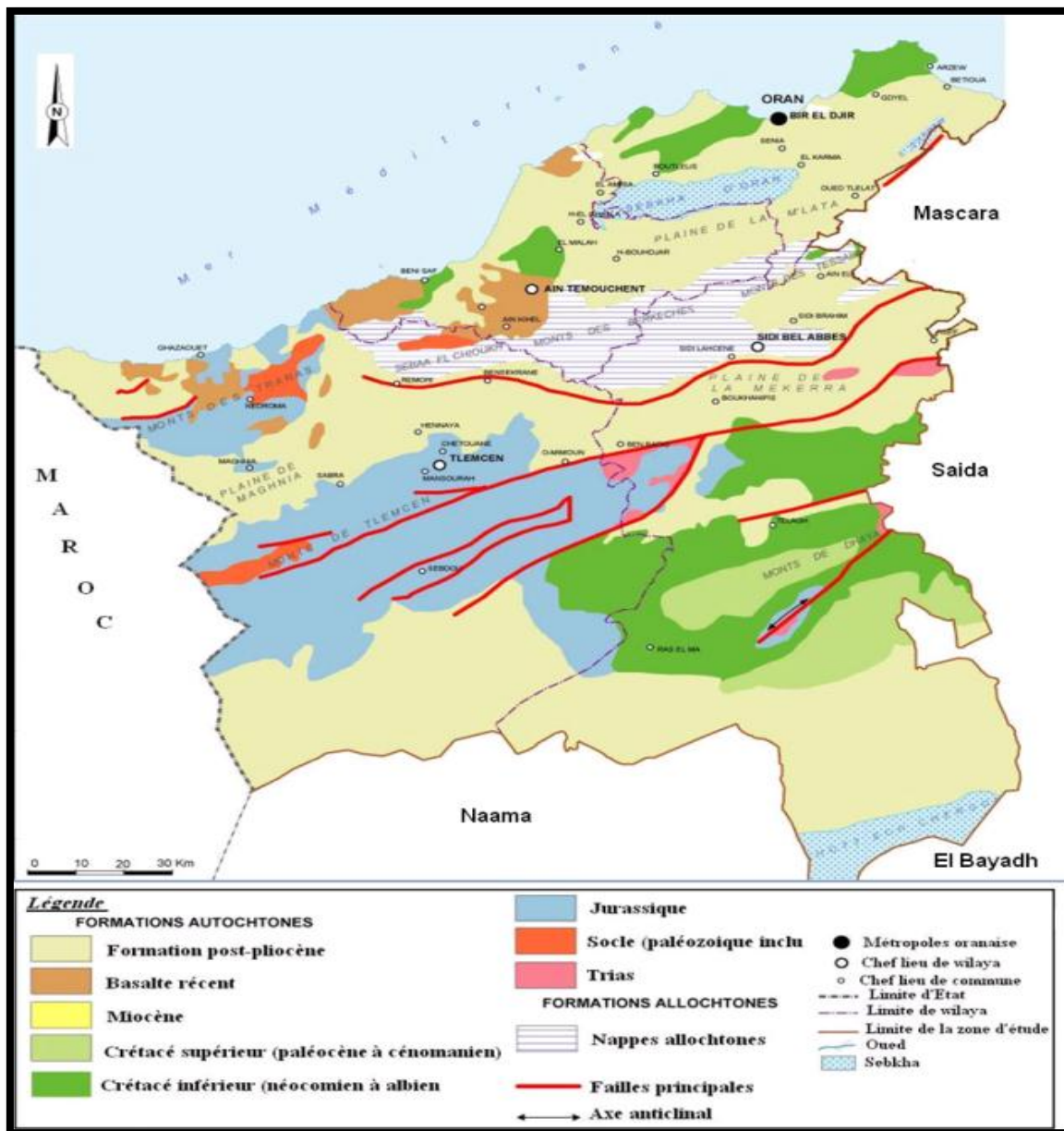


Figure 7: Carte géologique de la zone d'étude (ANAT, 2005)

## 2.4. CADRE PÉDOLOGIQUE

Le sol joue un rôle fondamental dans le maintien et le développement de la végétation forestière, en agissant à la fois comme réserve hydrique et comme support pour la nutrition des plantes (Aimé, 1991). En Oranie, la diversité des sols s'explique principalement par la grande variabilité des substrats géologiques, combinée à l'influence des facteurs climatiques. Cette interaction est à l'origine de la formation de plusieurs types de sols, qui reflètent les principales tendances pédogénétiques de la région (Gaouar, 1980).

Dans l'ensemble, on distingue trois grands types de sols qui dominent la zone d'étude :

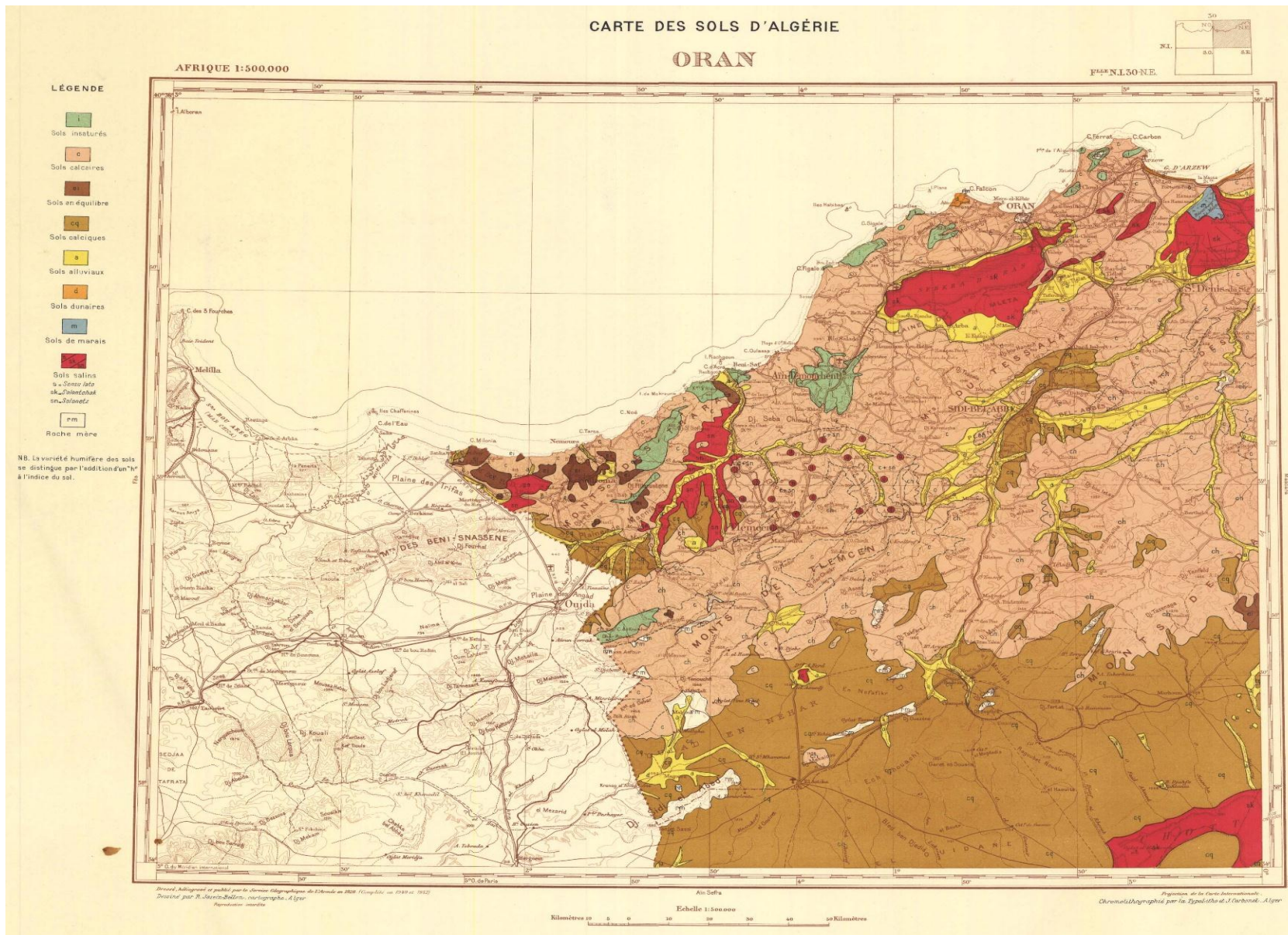
- Les sols rubéfiés, caractéristiques des régions au climat relativement chaud, où l'altération des roches conduit à une accumulation d'oxydes de fer donnant au sol une teinte rougeâtre (Duchauffour, 1996).
- Les encroûtements calcaires, typiques des zones semi-arides à arides, où la précipitation du carbonate de calcium forme des horizons indurés (calcretes) (Ruellan, 1981).
- Les sols salins, présents dans les dépressions et les zones mal drainées, où l'évaporation intense favorise l'accumulation de sels à la surface (Pouget, 1980).

Outre ces grands types, on observe également, sous l'effet des conditions bioclimatiques particulières, la présence d'autres sols plus localisés :

- Les sols bruns forestiers, développés sous couvert végétal dense, dans les régions les plus humides du nord de l'Oranie bien qu'ils y soient très rares (Gaouar, 1980).
- Les sols fersiallitiques bruns ou rouges, que l'on retrouve en zones subhumides à semi-arides, mais qui restent également peu fréquents dans cette région (Gaouar, 1980).

L'analyse de la carte pédologique de l'Oranie, réalisée par Barbut et Durand en 1952, met en évidence la répartition de ces différents types de sols à l'échelle régionale. Elle constitue une référence majeure pour la compréhension de la dynamique pédologique dans cette zone. Ladite carte met en évidence une grande diversité pédologique, en lien direct avec les conditions géologiques, topographiques et climatiques de la région. En effet on peut dire :

- Sur les Sahels littoraux (zone O1) : Cette zone, qui comprend la frange côtière notamment autour de Mostaganem, est marquée par la présence de sols calcaires, alluviaux, salins et des sols de marais. Ces derniers témoignent d'une ancienne hydromorphie ou d'un engorgement temporaire. On note également des zones dunaires d'origine éolienne, notamment vers la côte.



**Figure 8:** Cartes des sols d'Algérie (département d'Oran) (Barbut et Durand, 1952)

- Plaines littorales (zone O2) : Autour de la sebkha d'Oran, les sols salins dominent nettement, traduisant une forte évaporation et une mauvaise perméabilité. S'y ajoutent des sols calcaires et calciques, ainsi que des sols alluviaux autour d'Ain Temouchent. La diversité des substrats géologiques et l'influence marine marquent fortement cette zone. Quelques zones de sols insaturés apparaissent en bordure sud.
- Atlas tellien (zone O3) : Cette zone montagnarde, notamment autour de Sidi Bel Abbès, se distingue par la présence de sols calciques, associés à des sols alluviaux dans les vallées, ainsi que de quelques sols insaturés sur substrat siliceux (schistes, granites). La topographie plus accidentée et le climat plus contrasté favorisent cette diversité.

## 2. Caractéristiques des principaux types de sols représentés

- Sols en équilibre : Très rares, ils sont développés sur substrats siliceux (non calcaires), comme les basaltes. Ils sont considérés comme relativement stables du point de vue de l'évolution pédologique.
- Sols décalcifiés : Issus de calcaires appauvris en  $\text{CaCO}_3$ , ils présentent une texture souvent argileuse, un pH proche de la neutralité ou légèrement acide, et sont généralement peu perméables.
- Sols calcaires : Très répandus, riches en carbonates en surface, ils résultent parfois de remontées capillaires de calcaire liées à l'activité biologique ou aux variations climatiques.
- Sols calciques : Développés sous climat semi-aride à aride, ils se caractérisent par un pH neutre à légèrement basique, un horizon d'accumulation calcaire (calcique) peu épais et une structure motteuse. Ils sont peu salés.
- Sols insaturés : D'origine siliceuse, formés à partir de roches non calcaires (schistes, granites, basaltes), leur pH est souvent acide ou neutre. Ils sont localisés surtout dans les zones montagneuses.
- Sols calcaires humifères : Riches en matière organique, ces sols se développent sur d'anciens marais (ex. : région de Nédroma). Ils combinent calcaire et forte teneur en humus.
- Sols alluviaux : Transportés et déposés par les cours d'eau, ces sols hydromorphes sont très variables selon les conditions locales. Certains présentent des caractères halomorphes lorsqu'ils sont soumis à une remontée saline.
- Sols dunaires : Issus de dépôts éoliens, ces sols très sableux sont pauvres en éléments nutritifs, peu structurés, et peu favorables à la végétation spontanée.

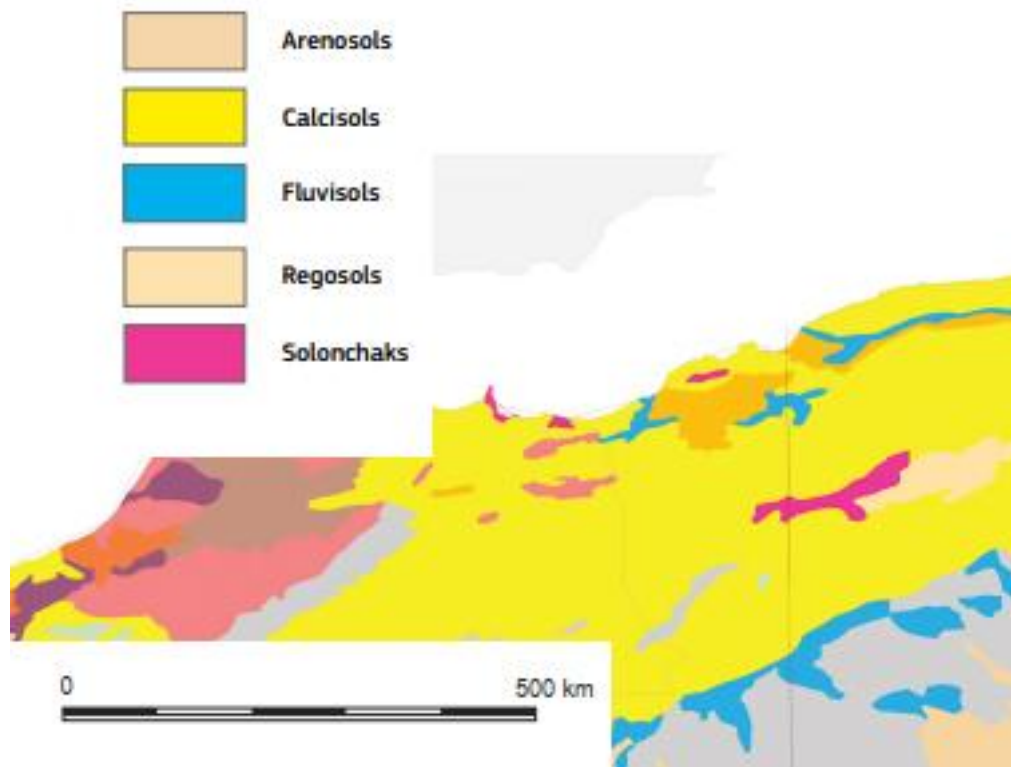
- Sols des marais : Sols azonaux très sombres, riches en fer réduit, saturés en eau une grande partie de l'année, et riches en matière organique.
- Sols salins : Très présents dans les plaines du Tell (Mleta, Habra), ces sols concentrent des sels solubles à la surface. Ils sont le résultat d'une forte évaporation et d'une mauvaise lessivabilité, typiques des zones à drainage déficient

Même si les travaux pédologiques sont relativement nombreux en Algérie, les cartes pédologiques disponibles restent rares et souvent peu détaillées. Parmi les documents accessibles, nous n'avons trouvé que la carte de l'Atlas des sols d'Afrique, éditée par l'Union européenne en 2015, dont nous avons extrait la portion correspondant à notre zone d'étude (Fig. 9).

Il s'agit d'une carte de synthèse à l'échelle continentale, élaborée selon la classification internationale WRB (*World Reference Base for Soil Resources*). Cette carte représente les sols sous forme d'unités typologiques normalisées telles que les Calcisols, Cambisols, Fluvisols, etc.

Dans la région de l'Oranie, cette carte met en évidence la présence des principaux types de sols suivants :

- Calcisols : très répandus dans l'ensemble de la région (dominance claire, en jaune vif), confirmant la prédominance des sols à accumulation de carbonates.
- Fluvisols : présents dans les vallées (bleu clair), correspondant aux sols alluviaux de la carte ancienne.
- Solonchaks et Solonetz : visibles autour des sebkhas (en rose et violet), en accord avec les sols salins décrits par (Barbut & Durand, 1952).
- Regosols : zones intermédiaires, peu évoluées, probablement en lien avec les sols peu développés sur substrat meuble (jaune pâle).
- Arenosols : très localisés, correspondant aux dunes côtières (comme à Mostaganem).



**Figure 9:** Carte des sols adaptée de la carte générale des sols du continent africain (Jones et *al.*, 2015).

## 2.5. CADRE CLIMATIQUE

Le climat est un facteur déterminant dans le développement du couvert végétal. Il agit principalement à travers ses deux principales variables météorologiques : les précipitations et les températures (Bary et *al.*, 1979). Ces auteurs soulignent que ces deux variables constituent la charnière du climat. Les autres paramètres climatiques jouent un rôle plus ou moins discret, sauf dans certains cas exceptionnels.

Le climat d'une région donnée est défini à partir de données statistiques portant sur les conditions météorologiques observées sur une période variant de quelques mois à plusieurs années, voire à des millions d'années. Il est établi à l'aide de valeurs moyennes issues de mesures journalières, mensuelles et annuelles. Ces données incluent généralement les éléments météorologiques suivants : les températures (moyenne, minimale et maximale), ainsi que les précipitations moyennes annuelles et mensuelles.

D'une manière générale, l'Oranie s'inscrit dans l'étage bioclimatique semi-aride (Emberger, 1942). Son caractère relativement sec, comparé au reste du Maghreb, est traditionnellement attribué à sa position abritée : d'une part par l'Atlas marocain et le Rif, d'autre part par les massifs de la chaîne Bétique. De plus, en raison de son étendue réduite, la mer d'Alboran ne peut contribuer efficacement à la reconstitution de l'humidité atmosphérique, déjà réduite par le passage sur ces reliefs. À cela s'ajoute

l'influence variable de la dépression tyrrhénienne : l'Oranie se trouve ainsi dans un creux pluviométrique accentué.

Aubert et *al.*, (1946), dans leur première étude climatique de l'Oranie, ont constaté que la quantité de pluie varie en fonction de la topographie, de la longitude et de la latitude. La moyenne des précipitations enregistrée en Oranie entre 1914 et 1924 est de 360 mm/an. En général, elle ne dépasse pas 300 à 400 mm/an : ainsi, dans les plaines de Maghnia, Mohamadia (anciennement Perrégaux), Relizane, et une partie de celle d'Oran, les précipitations atteignent à peine 300 mm. Elles s'élèvent à 500 mm et plus sur les plateaux, et peuvent dépasser 800 mm lors des bonnes années dans les monts de Tlemcen et de l'Ouarsenis. Toutefois, le caractère le plus marquant de ces précipitations reste leur irrégularité : violentes en automne, en hiver, et parfois au début du printemps, elles sont presque inexistantes entre le 15 mai et le 1er septembre. À Hafir, située à 1 270 m d'altitude dans les monts de Tlemcen, on a enregistré un total annuel de 757 mm, répartis comme suit : 285 mm du 1er septembre au 31 décembre, 377 mm du 1er janvier au 30 avril, et seulement 95 mm du 1er mai au 31 août. Dans les différentes stations de l'Oranie, le nombre de jours de pluie par an varie entre 65 et 70.

Alcaraz (1982) précise que la région oranaise comprend quatre zones climatiques, s'étendant du nord au sud parallèlement aux principaux obstacles orographiques :

La région littorale : Limitée au sud par l'Atlas plissé, cette région est largement ouverte aux influences marines. Elle se caractérise par la modération de son climat. L'hiver y est doux et pratiquement sans gel (les minima varient entre +5 °C et 9,5 °C). L'été est relativement moins chaud et surtout plus humide que dans l'intérieur du pays. Nous avons déjà signalé plus haut que l'humidité relative maximale en été compense, en grande partie, l'absence ou la rareté des pluies (l'humidité relative à 13 heures en juillet peut atteindre 70 % sur le littoral, contre 28 % sur les Hauts Plateaux steppiques).

Les dépressions situées entre les deux Atlas : Elles comprennent essentiellement les hautes plaines de Sidi Bel Abbès et de Mascara, ainsi que la dépression de Saïda et les parties basses de l'Atlas tabulaire. Des brèches, comme signaler plus haut, assurent une communication étroite avec le littoral et les Hautes Plainnes steppiques. Du point de vue thermique, cette région correspond généralement à un climat semi-continental (l'amplitude thermique M–m oscille entre 25 °C et 35 °C). Bien que son régime pluviométrique soit de type méditerranéen, l'accentuation de la sécheresse hivernale et surtout estivale (ainsi que la présence des deux enclaves continentales de Thiersville et Oued Slissen) lui confèrent des nuances steppiques et présahariennes. Cet affrontement entre les influences steppiques et littorales se manifeste, avec le maximum d'intensité, par l'antagonisme entre la brise marine et le sirocco le long de la dépression de Saïda.

L'ensemble des reliefs de l'Atlas tabulaire : Il comprend les monts de Tlemcen, le massif des Dayas et les monts d'El Aricha, autrement dit les plus hauts sommets de l'Oranie. Nous verrons ultérieurement que cette région climatique se distingue des deux précédentes par l'importance des précipitations, associée à des températures moyennes minimales plus basses durant la saison froide, ainsi que par des précipitations estivales considérées comme les plus élevées de la région (jusqu'à 62 mm de pluviométrie estivale).

Enfin, les Hautes Plaines steppiques ne sont pas abordées dans le cadre de cette thèse.

De ce fait, afin de représenter les conditions climatiques qui règnent dans notre zone d'étude, et en nous basant sur ce qui a été exposé précédemment, nous avons choisi quatre stations représentatives : une station littorale (station Ain Temouchent et Beni Saf), une deuxième station sublittorale (par exemple, la station de Sidi Bel Abbès), et une troisième station de l'Atlas tabulaire (station Tlemcen).

Concernant la période d'étude, nous avons initialement envisagé une série de 50 ans allant de 1970 à 2020. Toutefois, il s'est avéré très difficile d'obtenir une telle série continue pour toutes les stations. En effet, la plupart des stations météorologiques algériennes présentent d'importantes lacunes. Certaines stations anciennes ont été déplacées ou remplacées par d'autres, situées dans de nouvelles zones. D'autres ont connu des interruptions d'activité, avant de reprendre sans pour autant fournir des données fiables. Actuellement, les seules stations qui présentent des données relativement stables sont celles situées dans les aéroports ou les ports. Cela rend donc difficile l'accès à des séries homogènes et complètes sur de longues périodes.

Heureusement, il existe aujourd'hui des sites météorologiques qui, en se basant sur les données issues des stations disponibles, proposent des données modélisées pour d'autres points ou stations de la région. Nous avons utilisé cette solution pour décrire notre cadre climatique. Nous avons ainsi utilisé les données du site consultable sur net ; <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie>. des stations de Tlemcen, Sidi Bel Abbès, Ain Temouchent et Beni saf pour la période de 1991 à 2021.

**Tableau 3:** Données géographiques des stations météorologiques.

Stations	Longitude	Latitude	Altitude
Beni saf (ville)	35.30 N	1.38 W	35 m
Ain Temouchent (ville)	35.30 N	1.14 W	240 m
Tlemcen (ville)	34.88 N	1.31 W	811 m
Sidi Bel Abbès (ville)	35.19 N	0.63 W	492 m

### 2.5.1. Précipitations

De manière générale, le climat méditerranéen se caractérise par des hivers doux et des étés chauds, avec une période humide s'étendant généralement de septembre à mai, atteignant un maximum durant l'hiver. Le reste de l'année est marqué par un déficit hydrique, qualifié de stress hydrique ou de sécheresse estivale. Cette tendance générale varie selon les régions : la période humide devient de plus en plus courte en allant vers les zones semi-arides, arides, puis pré-désertiques.

Halimi (1980) indique que le régime saisonnier est influencé par deux types de facteurs : les facteurs géographiques, représentés notamment par l'altitude, la latitude, la distance à la mer et l'orientation des versants, et les facteurs météorologiques, qui incluent les masses d'air, les centres d'action et la trajectoire des dépressions.

L'étude des précipitations est primordiale pour appréhender la végétation et comprendre sa structure. La répartition mensuelle des précipitations au cours de l'année, ainsi que ses variations, conditionne (en interaction avec les facteurs thermiques) la disponibilité de l'eau dans le sol, et par conséquent celle des nutriments nécessaires au couvert végétal.

Elle joue un rôle déterminant dans l'activité biologique des sols, essentielle tant pour la production que pour la dégradation de la matière organique.

**Tableau 4:** Précipitation moyenne mensuelle des trois stations de la période 1991–2021.

Mois	J	F	M	Av	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Somme
Beni saf P (mm)	59	58	34	32	18	6	1	2	21	40	67	54	392
Ain Temouchent P (mm)	63	48	46	43	27	7	1	3	18	35	66	50	407
Tlemcen P (mm)	62	52	59	55	38	11	2	5	23	41	61	45	454
Sidi Bel Abbes P (mm)	61	50	54	50	32	9	1	5	20	35	62	48	427

Le Tableau 4 ci-dessus présente les précipitations moyennes mensuelles des trois stations. Le mois de novembre est le plus arrosé pour les stations de Beni Saf, Ain Temouchent et de Sidi Bel Abbès, tandis que le mois de janvier reste le plus pluvieux pour la station de Tlemcen. Le mois de juillet est le plus sec, avec des précipitations quasi nulles. Les trois stations présentent des tendances générales similaires, avec des pics en novembre et en janvier, et de légères baisses en décembre et février. Sur le littoral, à Beni Saf et Ain Temouchent, les précipitations moyennes continuent de diminuer jusqu'à devenir

presque nulles en juillet. En revanche, dans les deux autres stations, le mois de mars est plus pluvieux : la courbe des précipitations remonte à ce moment-là, avant de redescendre progressivement jusqu'en juillet.

René Musset (1935) définit une méthode, dite « régime saisonnier », consistant à classer les saisons par ordre décroissant de pluviosité. Cette classification permet d'établir un indicatif saisonnier propre à chaque station. Ce critère est essentiel, car la répartition des précipitations au fil des saisons influence fortement le développement des plantes annuelles. Pour quantifier cette répartition, Musset propose le coefficient saisonnier (Crs), calculé selon la formule :

$$\text{Crs} = (\text{Ps} \times 4) / \text{Pa},$$

Où Crs est le Coefficient relatif saisonnier de MUSSET, **Ps** est la précipitation saisonnière et **Pa** la précipitation annuelle.

**Tableau 5:** Coefficient relatif saisonnier de Musset.

Saisons	Beni Saf		Ain Temouchent		Tlemcen		Sidi Bel Abbès	
	Régime saisonnier	Crs	Régime saisonnier	Crs	Régime saisonnier	Crs	Régime saisonnier	Crs
Hiver	171	1,74	161	1,58	159	1,56	159	1,56
Printemps	84	0,85	116	1,14	152	1,49	136	1,34
Été	9	0,09	11	0,11	18	0,18	15	0,15
Automne	128	1,30	119	1,17	125	1,23	117	1,15

Les données du régime saisonnier pour les stations Beni Saf, d'Ain Temouchent, Tlemcen et Sidi Bel Abbès révèlent des profils pluviométriques similaires, avec une concentration marquée des précipitations en hiver et, dans une moindre mesure, en automne et au printemps. À Tlemcen et Sidi Bel Abbès, la distribution suit un régime HPAE (Hiver-Printemps-Automne-Été), caractérisé par une pluviométrie élevée en hiver (Crs = 1,56), suivie d'un printemps relativement arrosé (Crs = 1,49 et 1,34 respectivement), puis d'un été très sec (Crs < 0,2).

En revanche, les stations d'Ain Temouchent et Beni-Saf présentent un régime HAPE, où l'automne précède le printemps en termes d'apports hydriques (Crs = 1,17 contre 1,14). Bien que les différences soient subtiles, elles peuvent avoir des effets notables sur la phénologie des espèces végétales locales.

Le coefficient saisonnier (Crs) met en évidence l'influence déterminante de la répartition des pluies sur le développement du couvert végétal. Comme le souligne Corre (1961), des précipitations suffisantes en

automne et au printemps favorisent une végétation abondante, tandis qu'une pluviométrie faible durant ces saisons limite considérablement son extension

### 2.5.2. Températures

Le régime thermique est un facteur climatique essentiel, déterminant pour la vie des végétaux. Il conditionne la durée de leur cycle de vie ainsi que la répartition géographique des espèces. Selon Ramade (2003), il constitue un facteur limitant de première importance, car il contrôle l'ensemble des processus métaboliques et, par conséquent, la distribution des espèces et des communautés vivantes dans la biosphère.

La chaleur intervient dans toutes les fonctions physiologiques clés des plantes : germination, croissance, floraison et fructification. Elle joue un rôle majeur dans la répartition des espèces végétales et leur mode de vie (Emberger, 1930).

La température est le second facteur fondamental du climat, après les précipitations, qui influence directement le développement de la végétation. Les températures moyennes annuelles ont un effet significatif sur le degré d'aridité d'un climat. Toutefois, ce sont souvent les températures extrêmes qui impactent le plus la végétation, sauf lorsqu'elles sont exceptionnelles et de courte durée (Gréco, 1966).

Le calcul des températures dans une région donnée s'appuie sur trois indicateurs : la température moyenne mensuelle (T), la température maximale (M) et la température minimale (m).

L'amplitude thermique est définie comme l'écart entre la moyenne de la température maximale du mois le plus chaud et la moyenne de la température minimale du mois le plus froid. Cet indicateur permet d'évaluer la variabilité thermique d'une région au cours de l'année. Selon Debrach (1953), l'amplitude thermique constitue un critère central dans la classification thermique des climats. Elle permet de différencier les types de climats en fonction de leur contraste saisonnier : les régions à forte amplitude thermique présentent des écarts marqués entre l'hiver et l'été (climats continentaux), tandis que celles à faible amplitude sont généralement soumises à une influence océanique ou méditerranéenne.

- Climat insulaire ou  $M-m < 15 \text{ c}^\circ$ .
- Climat littoral ou  $15 \text{ c}^\circ < M-m < 25 \text{ c}^\circ$ .
- Climat semi –continental ou  $25 \text{ c}^\circ < M -m < 35 \text{ c}^\circ$ .
- Climat continental ou  $M-m > 35 \text{ c}^\circ$ .

**Tableau 6:** Températures minimale (m), maximale (M) et moyennes mensuelles (T) des différentes stations de la période 1991 - 2021.

Station	Mois	J	F	M	Av	Mrs	J	Jt	A	S	O	N	D
Beni Saf	T (°C)	13.1	13.6	15.1	17.0	19.4	22.8	25.5	26.2	23.9	20.9	17.0	14.6
	m (°C)	9.9	10.7	12.1	13.8	16.3	19.5	22.3	23.1	20.9	17.8	14.1	11.4
	M (°C)	16.3	16.5	18.0	20.0	22.6	25.7	28.5	29.4	26.9	23.8	19.9	17.4
Ain Temouchent	T (°C)	10.6	11.25	13.6	15.8	19.05	23.25	26.5	27.1	23.75	20.25	14.55	11.85
	m (°C)	6.2	6.8	8.8	10.9	14	17.8	20.7	21.5	18.8	15.4	10.4	7.6
	M (°C)	15	15.7	18.4	20.7	24.1	28.7	32.3	32.7	28.7	25.1	18.7	16.1
Tlemcen	T (°C)	7.75	8,3	11	13.45	16.9	21.45	25.25	25.5	21.35	17.6	11.5	8.9
	m (°C)	2.5	2.9	5.2	7.4	10.6	14.8	18.3	18.7	15.2	11.7	6.5	3.9
	M (°C)	13	13.7	16.8	19.5	23.2	28.1	32.2	32.3	27.5	23.5	16.5	13.9
Sidi Bel Abbes	T (°C)	9,5	10,15	12,9	15,4	18,95	23,55	27,25	27,5	23,4	19,55	13,35	10,6
	m (°C)	4.6	5.1	7.4	9.6	12.8	16.8	20.2	20.7	17.4	13.8	8.6	5.9
	M (°C)	14.4	15.2	18.4	21.2	25.1	30.3	34.3	34.3	29.4	25.3	18.1	15.3

**Tableau 7:** Amplitude thermique des différentes stations, avec (M) Température maximale et (m) Température minimale.

	Mois	M en C°	Mois	m en C°	Amplitude thermique M-m
Beni Saf	Aout	29,4	Janvier	9,9	19,5
Ain Temouchent	Aout	32,7	Janvier	6,2	26,5
Tlemcen	Aout	32,3	Janvier	2,5	29,8
Sidi Bel Abbes	Aout	34,3	Janvier	4,6	29,7

Le mois de janvier avec 9,9, 6.2, 2.5 et 4.6 respectivement pour la station de Beni Saf, Ain Temouchent, Tlemcen et Sidi Bel Abbes est le plus froid pour les quatre stations, tandis que le mois d'Aout et de juillet et le plus chaud, aussi en note une amplitude thermique relativement basse pour la station de Beni-Saf et élevé supérieur à 25 et inférieur à 35 qui varie entre un minimum à la station d'Ain Temouchent 26.5 qui est proche du climat littoral et un maximum à la station de Tlemcen 29.8 ce qui indique un climat semi-continentale, avec une certaine absence d'eau ou de couvert végétale.

Les données d'amplitude thermique des stations Beni Saf, d'Ain Temouchent, Tlemcen et Sidi Bel Abbès révèlent des contrastes saisonniers marqués, typiques des climats à influence continentale.

- Beni Saf présente une amplitude thermique annuelle de 19,5 °C, la plus basse parmi les quatre stations étudiées. Cette faible amplitude résulte d'une température maximale moyenne de 29,4

°C en août et d'une minimale de 9,9 °C en janvier. Ce contraste modéré témoigne de l'influence maritime, où la brise marine joue un rôle primordial en atténuant les variations thermiques saisonnières, offrant ainsi un climat plus doux et plus stable pour le couvert végétal.

- Ain Temouchent présente une amplitude thermique de 26,5 °C, résultant d'une température maximale moyenne de 32,7 °C en août et d'une minimale de 6,2 °C en janvier. Cette valeur, bien que élevée, est légèrement inférieure à celles observées dans les deux autres stations, ce qui suggère une moindre continentalité, probablement atténuée par la proximité de la mer.
- Tlemcen enregistre une amplitude thermique de 29,8 °C, avec des extrêmes mensuels allant de 32,3 °C en août à 2,5 °C en janvier. Cette forte variation traduit un régime thermique continental plus accentué, avec des hivers nettement plus froids.
- Sidi Bel Abbès présente une amplitude similaire à celle de Tlemcen (29,7 °C), avec une maximale de 34,3 °C en août – la plus élevée des trois stations – et une minimale de 4,6 °C en janvier. Cela indique également un contraste thermique élevé, bien que légèrement adouci en hiver par rapport à Tlemcen.

Ces amplitudes, supérieures à 25 °C pour la majorité des stations, indiquent des écarts thermiques importants entre l'hiver et l'été. Selon la classification thermique de Debrach (1953), de telles valeurs traduisent un climat à forte amplitude thermique, souvent associé à une végétation adaptée aux conditions contrastées, comme les steppes, et à une nette saisonnalité des cycles de croissance.

### **2.5.3. Autres facteurs climatiques**

Il existe plusieurs facteurs climatiques. Les précipitations et les températures sont les plus importants, car ce sont eux qui influencent le plus directement la végétation. Ce sont aussi les principaux éléments généralement utilisés pour établir une synthèse bioclimatique. D'autres facteurs, comme le vent, le brouillard, la lumière ou la neige, peuvent également agir sur la végétation, parfois de manière indirecte, parfois directement selon les situations.

#### **2.5.3.1. Le vent**

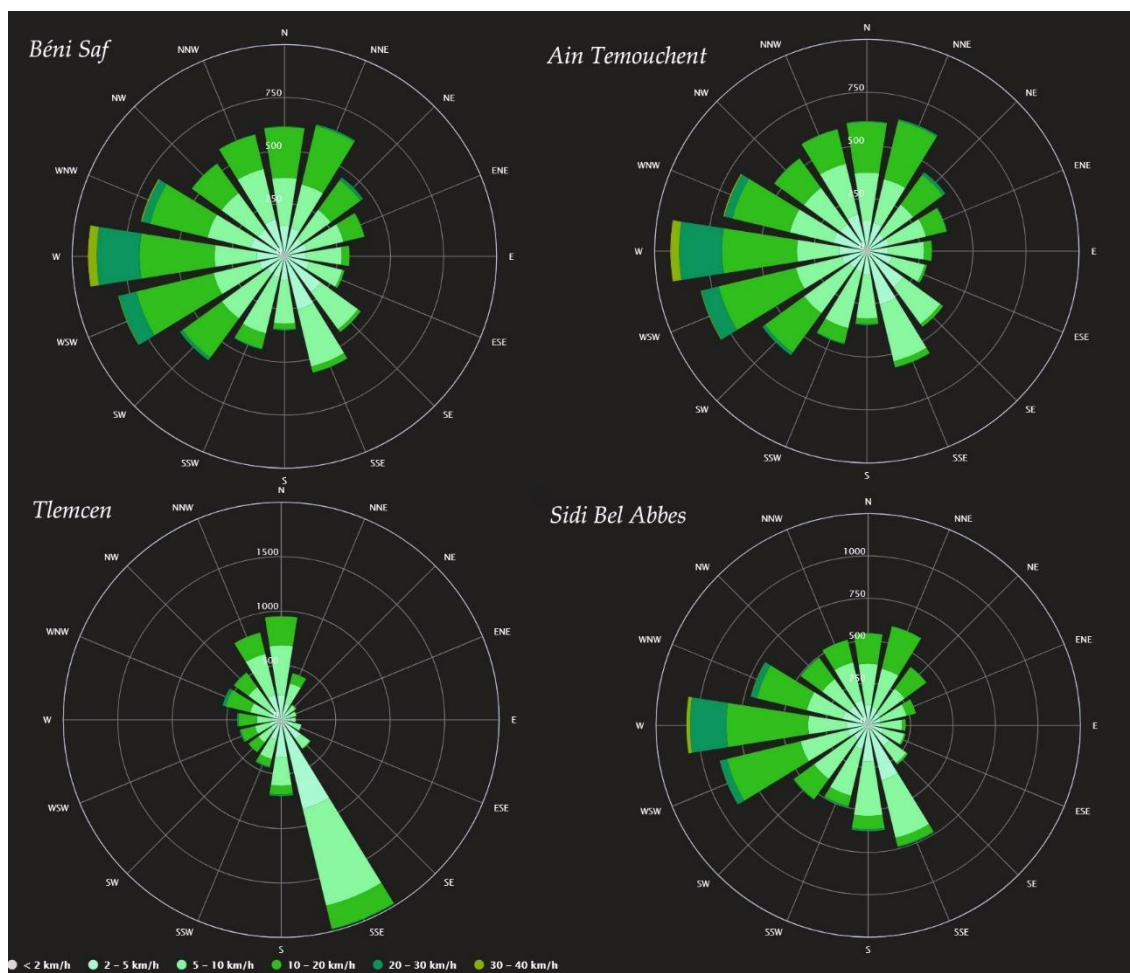
Le vent est le résultat de la différence de pression entre deux zones voisines, il provoque le déplacement des masses d'air et transporte ainsi les caractères climatiques (El Khatari, 2003)

Le vent et par son action son intensité, sa vitesse et sa direction sur les végétaux et sur le sol joue un rôle très importants pour la structure des écosystèmes forestiers il dessèche les végétaux et les rend accessible au risque d'incendie, selon sa puissance et ça portais il peut parfois provoqué des incendies et aider à les propager, modifié la morphologie des végétaux et influant sur la répartition des graines lors de leur

dissémination. Les vents sont en général non violents dans les quatre stations étudiées et il ne dépasse pas une vitesse de 4.2 m/s

Bien que dépendants de la circulation générale atmosphérique, les vents de l'Oranie littorale et sublittoral sont fortement influencés par la présence de la mer et des reliefs côtiers. Le rythme journalier des températures provoque, durant les saisons les plus contrastées, une alternance typique entre brise de terre et brise de mer. Les directions dominantes sont secondairement modifiées par l'extension des reliefs importantes qui se développent parallèlement à la côte. Selon Aimé (1991) L'examen des vents mesurés dans deux stations de position géographique différente par rapport à la côte et aux reliefs permet de mettre en évidence les directions les plus fréquentes. A savoir la station de Maghnia et de Beni Saf, la première est situé sur le cœur du bassin de la moyenne Tafna, encadré au nord-ouest par le massive des Traras et au sud-est par les monts de Tlemcen, cette station est donc en position nettement plus continentale, à une altitude de 335 m. tandis que la deuxième est situé sur la côte, à l'embouchure de l'oued Tafna, à une altitude de 68 m, en exposition nettement plus maritime

Dans son étude a pu réaliser 8 échantillonnages par jour (chaque 3 heure) pendant 9 ans ses données ont mis en évidence trente-six direction de vents.



**Figure 10:** Rose des vents pour les quatre stations étudiées durant la période 1991-2021.

Les roses des vents des stations de Beni Saf et Ain Temouchent révèlent une nette prédominance des vents d'origine ouest à nord-ouest (W à NW). Ces vents, généralement modérés (entre 10 et 20 km/h), traduisent une forte influence maritime, typique des zones littorales de l'ouest algérien, exposées aux flux humides en provenance de la Méditerranée. Ain Temouchent présente une structure très similaire à celle de Beni Saf, avec toutefois une légère extension vers les secteurs sud-ouest et nord-nord-ouest, indiquant un régime de vent un peu plus diversifié, probablement en lien avec sa position plus intérieure.

La situation à Tlemcen se distingue nettement des précédentes. La rose des vents y est fortement polarisée vers le sud (S), avec des vents relativement puissants (atteignant localement 30 à 40 km/h). Cette configuration est atypique dans le contexte régional et peut s'expliquer par des effets orographiques, liés à la topographie vallonnée de la région, ou par des influences continentales sahariennes. Ce régime pourrait jouer un rôle important dans les processus de dessèchement et de réchauffement, notamment en été.

Quant à Sidi Bel Abbès, elle présente un régime intermédiaire entre les stations littorales et Tlemcen. Les vents dominants proviennent de l'ouest et du sud-ouest (W à WSW), avec des contributions notables

des secteurs sud. Les vitesses sont en général modérées (5 à 20 km/h), mais leur fréquence élevée suggère une ventilation régulière de la région, influencée à la fois par les flux atlantiques atténués et les circulations internes du Haut-Plateau.

Ainsi, l'ensemble de ces données met en évidence une transition nette du régime éolien de la frange littorale (vents d'ouest à nord-ouest d'origine maritime) vers l'intérieur des terres (vents plus méridionaux, d'origine continentale ou orographique), ce qui peut avoir des conséquences importantes sur la dynamique climatique régionale, la répartition des précipitations, l'aridité, ainsi que sur les stratégies de reboisement ou de conservation des sols.

### 2.5.3.2. Les gelées

L'analyse des jours de gelées enregistrés dans les quatre stations de étudiées (Beni Saf, Ain Temouchent, Sidi Bel Abbès et Tlemcen) montre une nette variation spatiale du risque thermique en lien avec la position géographique et l'altitude. À Beni Saf et Ain Temouchent, stations littorales ou sublittorales, le risque de gel est pratiquement quasi nul avec seulement 0,1 journée de gel enregistrée en janvier en moyenne, et aucune durant le reste de l'année, ce qui s'explique par l'effet modérateur de la mer Méditerranée (brise marine). À Sidi Bel Abbès, station plus continentale, le gel est légèrement plus fréquent, avec des valeurs mensuelles atteignant 0,7 jour en janvier en moyenne et 0,6 en février, pour un total annuel d'environ 1,7 jour. Ce risque reste faible, concentré sur les mois d'hiver, et n'approche pas les 30 jours annuels observés dans les Hautes Plaines steppiques selon Djebaili (1984). Tlemcen, située à plus haute altitude, présente les fréquences de gel les plus élevées parmi les quatre stations avec environ 4,9 jours en janvier, 2,9 en février, et 1,1 en mars, soit un total d'environ 11,6 jours par an en moyenne. Bien que ce chiffre demeure inférieur aux 30 à 50 jours relevés dans l'Atlas saharien, il indique un risque de gel modéré, notamment pour les espèces végétales sensibles. Cette répartition spatiale du gel révèle une gradation nette du littoral vers l'intérieur et de l'ouest vers les reliefs, constituant un facteur important dans la répartition des formations forestières de la région.

**Tableau 8:** Moyennes de jours de gelés par mois pour la période de 1991-2022.

Stations	Janvier	Février	Mars	Avril	Novembre	Décembre
Beni Saf	0,1	0	0	0	0	0
Ain te	0,1	0	0	0	0	0
Sidi Bel	0,7	0,6	0,1	0	0	0,3
Tlemcen	4,9	2,9	1,1	0,1	0,3	2,3

### 2.5.3.3. La neige

Pour la neige, elle est pratiquement nulle sur les stations littorales et sublittorales (Beni Saf et Ain Temouchent). En revanche, elle apparaît presque régulièrement chaque hiver au-dessus de 600 à 700 mètres d'altitude, notamment au niveau des stations de Sidi Bel Abbès et de Tlemcen, où l'on enregistre une moyenne de 1 à 3 jours de neige par an. La probabilité d'enneigement est plus élevée durant les mois les plus froids (décembre et janvier), et diminue nettement en novembre, février et mars. Elle est nulle pour les autres mois de l'année. Ce n'est que sur les sommets situés au-delà de 1000 mètres que l'enneigement peut persister durant plusieurs jours.

### 2.5.4. Synthèse bioclimatique

#### 2.5.4.1. Classification des ambiances bioclimatiques en fonction de "T" et "m" :

Rivas-Martínez (1981) s'est basé sur la température moyenne annuelle (T), ainsi que sur la température moyenne des minimales, pour définir les étages de végétation.

- Thermo-méditerranéen :  $T > 16^{\circ}\text{C}$  et  $m > +3^{\circ}\text{C}$
- Méso-méditerranéen :  $12^{\circ}\text{C} < T < 16^{\circ}\text{C}$  et  $0^{\circ}\text{C} < m < +3^{\circ}\text{C}$
- Supra-méditerranéen :  $8^{\circ}\text{C} < T < 12^{\circ}\text{C}$  et  $-32^{\circ}\text{C} < m < 0^{\circ}\text{C}$

**Tableau 9:** Classification des ambiances bioclimatiques des différentes stations

Station	T (°C)	m (°C)	Etages de végétation
<b>Beni Saf</b>	19,09	9,9	<b>Thermo-méditerranéen</b>
<b>Ain Temouchent</b>	18,13	6,2	<b>Thermo-méditerranéen</b>
<b>Tlemcen</b>	15,74	2,5	<b>Méso-méditerranéen</b>
<b>Sidi Bel Abbes</b>	17,4	4,6	<b>Thermo-méditerranéen</b>

Les stations de Sidi Bel Abbès, Ain Temouchent et Beni Saf se situent dans l'étage de végétation thermo-méditerranéen. Cet étage est principalement dominé par des forêts claires et des maquis à thuya de Barbarie. En revanche, la station de Tlemcen se caractérise par un étage méso-méditerranéen, marqué par des forêts plus ou moins denses, plus diversifiées, dominées par le chêne vert, espèce caractéristique de cet étage.

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

De Martonne a proposé en 1925, un indice climatique fondé sur deux paramètres fondamentaux : les précipitations et les températures. Cet indice, connu sous le nom d'indice d'aridité de De Martonne,

caractérise les conditions climatiques d'une région en tenant compte de la disponibilité en eau relative à la chaleur. Il s'exprime par la formule suivante :  $I = P / (T + 10)$ , où I est l'indice climatique, P la précipitation annuelle en millimètres, et T la température moyenne annuelle en degrés Celsius. Plus la valeur de l'indice est faible, plus le climat est aride. Cet indice a été largement utilisé pour différencier les grands types de climats (aride, semi-aride, subhumide, humide). Pour :

- $20 < I < 30$  le climat est tempéré.
- $10 < I < 20$  : climat semi-aride.
- $7.5 < I < 10$  : climat steppique.
- $5 < I < 7.5$  : climat désertique.
- $I < 5$  : climat hyperaride.

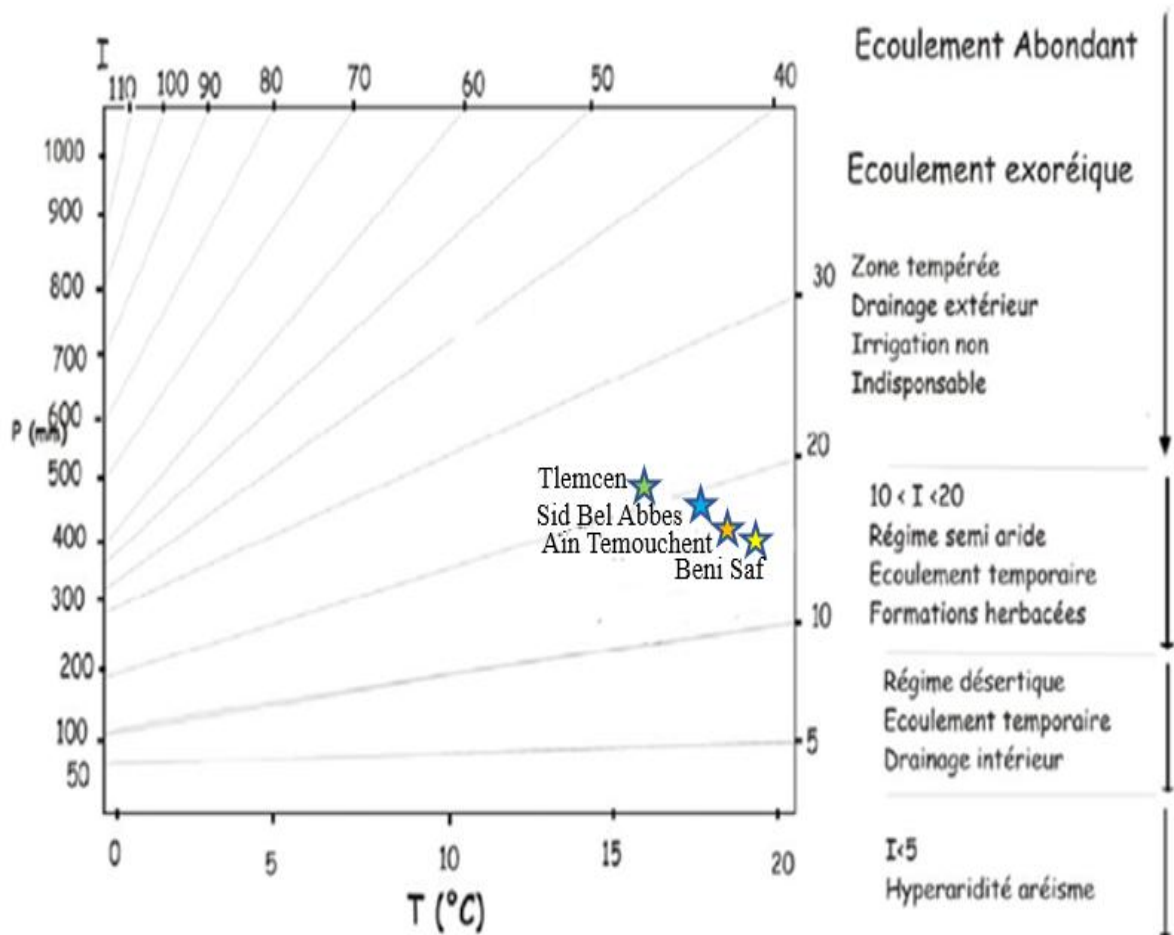
**Tableau 10:** Indice d'aridité de De Martonne des quatre stations.

Station	P (mm)	T °C+10	I	Signification
Beni safa	392	29,09	13,47	Climat semi-aride
Ain Temouchent	407	28,13	14,47	Climat semi-aride.
Tlemcen	454	25,74	17,64	Climat semi-aride.
Sidi Bel Abbes	427	27,67	15,43	Climat semi-aride.

L'indice de De Martonne pour les stations de Beni Saf, Ain Temouchent, Tlemcen et Sidi Bel Abbès met en évidence une classification climatique globalement homogène pour l'ensemble de la région. La station de Beni Saf présente un indice de 13,47, indiquant un climat semi-aride. À Ain Temouchent, les conditions sont très similaires : l'indice y atteint 14,47, légèrement supérieur à celui de Beni Saf. Il reste toutefois dans la même classe climatique, traduisant des conditions proches, marquées par la proximité du littoral, mais avec un léger adoucissement thermique.

La station de Tlemcen, située plus à l'intérieur des terres et à une altitude plus élevée, bénéficie d'une pluviométrie plus importante (454 mm) et d'une température moyenne annuelle plus fraîche (15,74 °C). L'indice obtenu est de 17,64, toujours dans la catégorie semi-aride, mais avec une tendance vers le subhumide, indiquant une meilleure disponibilité en eau, en lien avec l'altitude et la topographie locale.

Enfin, à Sidi Bel Abbès, l'indice est de 15,43. Le climat y est également classé comme semi-aride, légèrement plus humide que celui de Beni Saf, mais moins que celui de Tlemcen. Cette répartition met en lumière une gradation de l'aridité du littoral vers l'intérieur, influencée par l'altitude, la continentalité et la distribution des précipitations.



**Figure 11:** Indice d'aridité de De Martonne des quatre stations.

#### 2.5.4.3. Indice de sécheresse estivale (Ise) ou indice xéothermique

Comme le  $Q_2$  ne prend pas en compte la xéricité du climat, Emberger (1942) a proposé un indice spécifique pour caractériser l'intensité de la sécheresse estivale dans les régions méditerranéennes. Cet indice, appelé indice de sécheresse estivale (*Ise*), permet, en complément du régime pluviométrique annuel, de mieux apprécier la rigueur de la saison sèche caractéristique du climat méditerranéen. Il s'exprime par la formule suivante (Emberger, 1942) :

$$Ise = P.E / M$$

Où : **P.E** : représente la pluviosité estivale (en mm), correspondant à la somme des précipitations des mois de juin, juillet et août et **M** : est la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (en °C).

**Tableau 11:** Indice de sécheresse estivale des différentes stations.

Station	P. E	M	Ise	Interprétation
Beni saf	9	29,4	0,30	Sécheresse forte
Ain Temouchent	11	32.7	0,34	Sécheresse forte
Tlemcen	18	32.3	0,56	Sécheresse forte
Sidi Bel Abbes	15	34.3	0,44	Sécheresse forte

Après calcul de l'indice xérothermique, il apparaît que toutes les stations présentent des valeurs inférieures à 1, ce qui traduit un climat méditerranéen caractérisé par une faible pluviométrie estivale et une sécheresse marquée. Cette situation reflète bien la rigueur de la saison sèche, typique des régions de l'ouest algérien étudiées.

#### 2.5.4.4. Diagrammes Ombrothermiques de Bagnoules et Gaussen 1953 :

Pour connaître l'interaction qui existe entre la température et les précipitations, il faut prendre en compte les précipitations totales durant un mois et la température moyenne. Si les précipitations exprimées en mm sont inférieures au double de la température moyenne exprimée en °C, on dit que le mois est sec. Si les précipitations totales mensuelles sont supérieures au double de la température mais inférieures au triple, le mois est considéré humide. La formule s'écrit :  $P \leq 2T$  ou  $P/T \leq 2$ .

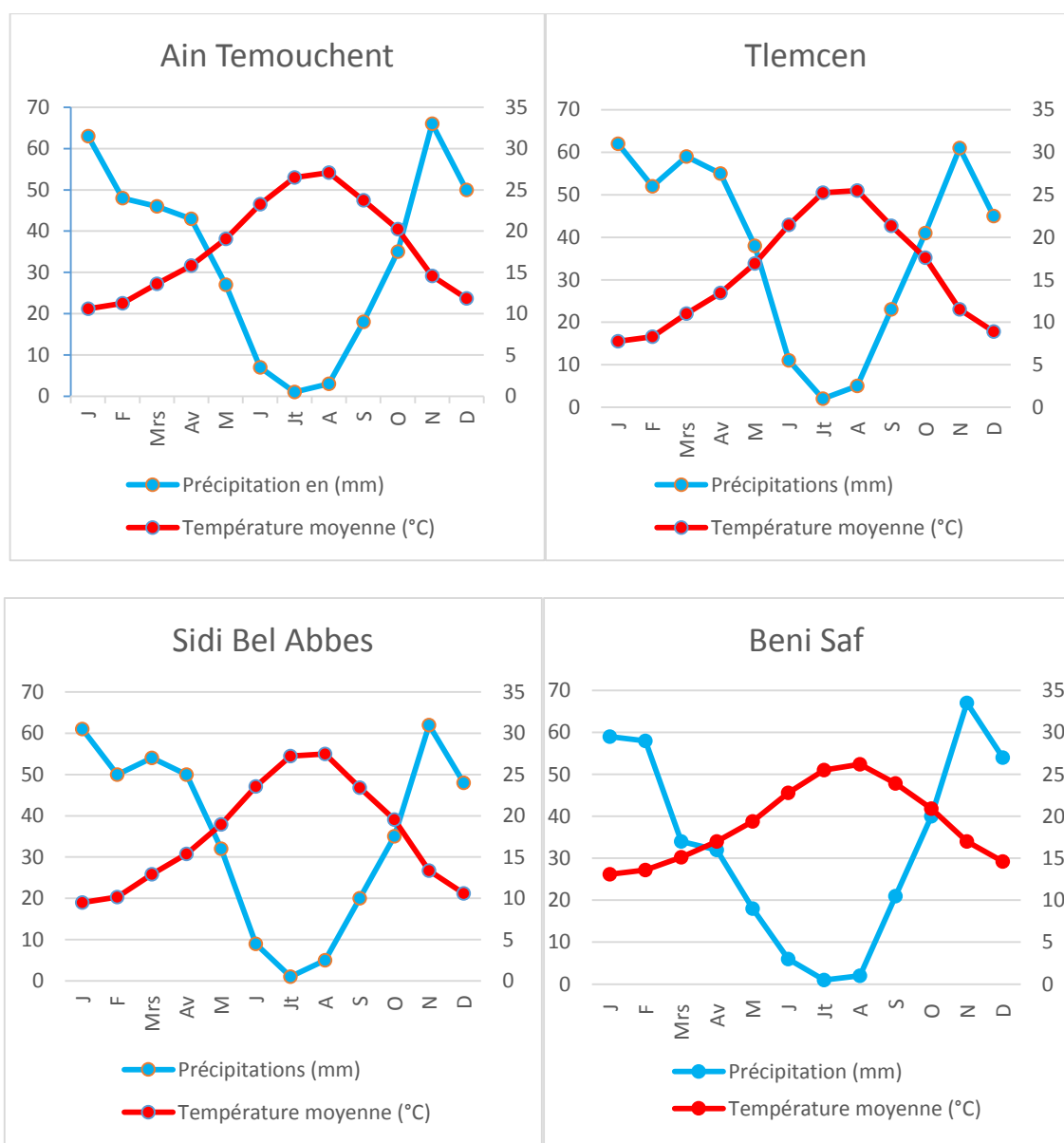
Où

P : Précipitations moyennes mensuelles. Et T : Température moyenne mensuelle.

D'après Bagnouls et Gaussen (1953), la sécheresse ne correspond pas nécessairement à une absence totale de précipitations, mais résulte de la conjonction de faibles précipitations et de fortes températures. Pour évaluer l'interaction entre ces deux variables climatiques, il convient de comparer les précipitations mensuelles totales à la température moyenne du mois concerné. Un mois est considéré comme sec lorsque les précipitations mensuelles exprimées en millimètres sont inférieures ou égales au double de la température moyenne mensuelle en degrés Celsius. Si les précipitations sont supérieures au double mais inférieures au triple de la température moyenne, le mois est alors considéré comme humide. Cette relation s'exprime selon la formule suivante :

$$P \leq 2T \text{ ou } P/T \leq 2,$$

où : **P** désigne les précipitations mensuelles moyennes (en mm) et **T** la température moyenne mensuelle (en °C).



**Figure 12:** Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson des différentes stations.

La Figure 12 ci-dessus met en évidence une période sèche dont la durée varie légèrement d’une station à l’autre. À Ain Temouchent et Beni Saf, elle s’étend du début avril à la fin septembre ; à Tlemcen, du début mai à la fin septembre ; tandis qu’à Sidi Bel Abbès, elle débute fin avril pour se prolonger jusqu’au début octobre, soit environ six mois de sécheresse.

2.5.4.5. Indice climatique d’Emberger :

Emberger (1955) a mis au point un quotient pluviométrique, désigné sous l’appellation  $Q_{\square}$ , dans le but de déterminer l’ambiance bioclimatique des régions à climat méditerranéen. L’usage de ce quotient est spécifique aux climats méditerranéens, et vise à quantifier le degré d’aridité de ces zones. Les valeurs

de  $Q_2$  sont d'autant plus faibles que le climat est sec. Le quotient pluviométrique  $Q_2$  s'exprime par la formule suivante :

$$Q_2 = (2000 \times P) / (M^2 - m^2)$$

Où :  $Q_2$  est le quotient pluviométrique d'Emberger,  $P$  représente les précipitations annuelles moyennes (en mm),  $M$  est la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (exprimée en Kelvin, soit  $T^{\circ}\text{C} + 273$ ),  $m$  est la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (également en Kelvin,  $T^{\circ}\text{C} + 273$ ).

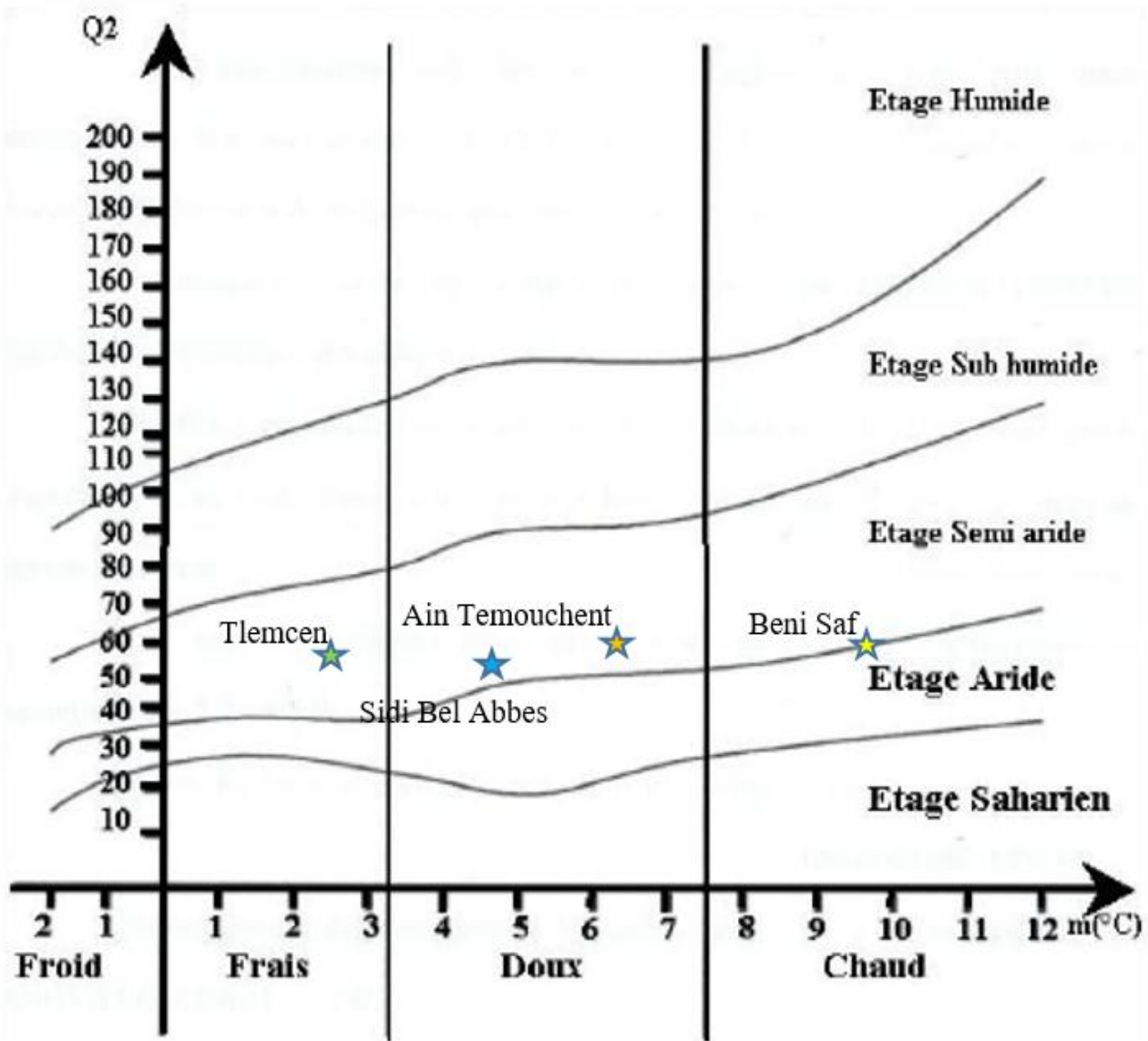
Le diagramme d'Emberger associe ces données thermiques et pluviométriques sur un graphique connu sous le nom de diagramme ombrothermique d'Emberger, l'abscisse est constituée de classes hivernales, définies selon les températures minimales moyennes du mois le plus froid. Cette classification distingue quatre types d'hivers :

- Hiver froid :  $m < 0^{\circ}\text{C}$
- Hiver frais :  $0^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$
- Hiver doux ou tempéré :  $3^{\circ}\text{C} < m < 7^{\circ}\text{C}$
- Hiver chaud :  $m > 7^{\circ}\text{C}$

Ce système reste un outil fondamental dans l'étude bioclimatique des régions méditerranéennes, en particulier pour l'analyse des potentialités végétales, des limites de distribution des espèces et des dynamiques de reboisement.

**Tableau 12:** Quotion pluviométrique d'Emberger.

Station	M	m	P (mm)	$Q_2$
Beni Saf	29,4	9,9	392	46,34
Ain Temouchent	32,7	6,2	407	52,52
Tlemcen	32,3	2,5	454	52,46
Sidi Bel Abbes	34,3	4,6	427	49,16



**Figure 13:** Diagramme d'Emberger.

Selon la Figure 13 ci-dessus, la station de Tlemcen se classe dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais. En revanche, les stations de Sidi Bel Abbès et Ain Temouchent appartiennent également à l'étage semi-aride, mais se situent à la charnière de l'étage aride, avec un hiver doux. Quant à Beni Saf, elle relève du même étage semi-aride, mais dans sa forme inférieure, caractérisée par un hiver chaud.

### 2.5.5. Conclusion

L'étude bioclimatique nous a permis de caractériser le climat de la zone d'étude. Celui-ci est de type méditerranéen, marqué par deux saisons distinctes : une saison chaude et sèche, avec des températures élevées et une pluviométrie très réduite, qui dure environ six mois ; et une saison plus humide, de durée équivalente, caractérisée par des précipitations plus fréquentes mais irrégulières.

L'analyse de l'indice de sécheresse estivale (Ise), ou indice xérothermique, a mis en évidence une sécheresse estivale marquée, traduisant une forte xéricité du climat. Selon Valez (1999), les conditions climatiques ont été particulièrement défavorables au cours des années 1980, marquées par une sécheresse extrême et prolongée, qui a durement affecté l'ensemble des pays du bassin méditerranéen, notamment le Maroc, l'Algérie, le Portugal, l'Espagne et la France.

Sur le plan bioclimatique, la station de Beni Saf appartient à l'étage semi-aride à hiver chaud, les stations de Sidi Bel Abbès et Ain Temouchent appartiennent à l'étage semi-aride à hiver doux, tandis que Tlemcen se situe dans l'étage semi-aride à hiver frais.

L'amplitude thermique annuelle est élevée dans les stations de Tlemcen, Ain Temouchent et Sidi Bel Abbès, variant entre 25 °C et moins de 35 °C, ce qui traduit un climat semi-continental, caractérisé par des contrastes thermiques marqués entre l'été et l'hiver. Seule la station de Beni Saf bénéficie d'un climat plus clément, sous influence littorale, avec des variations thermiques atténuées.

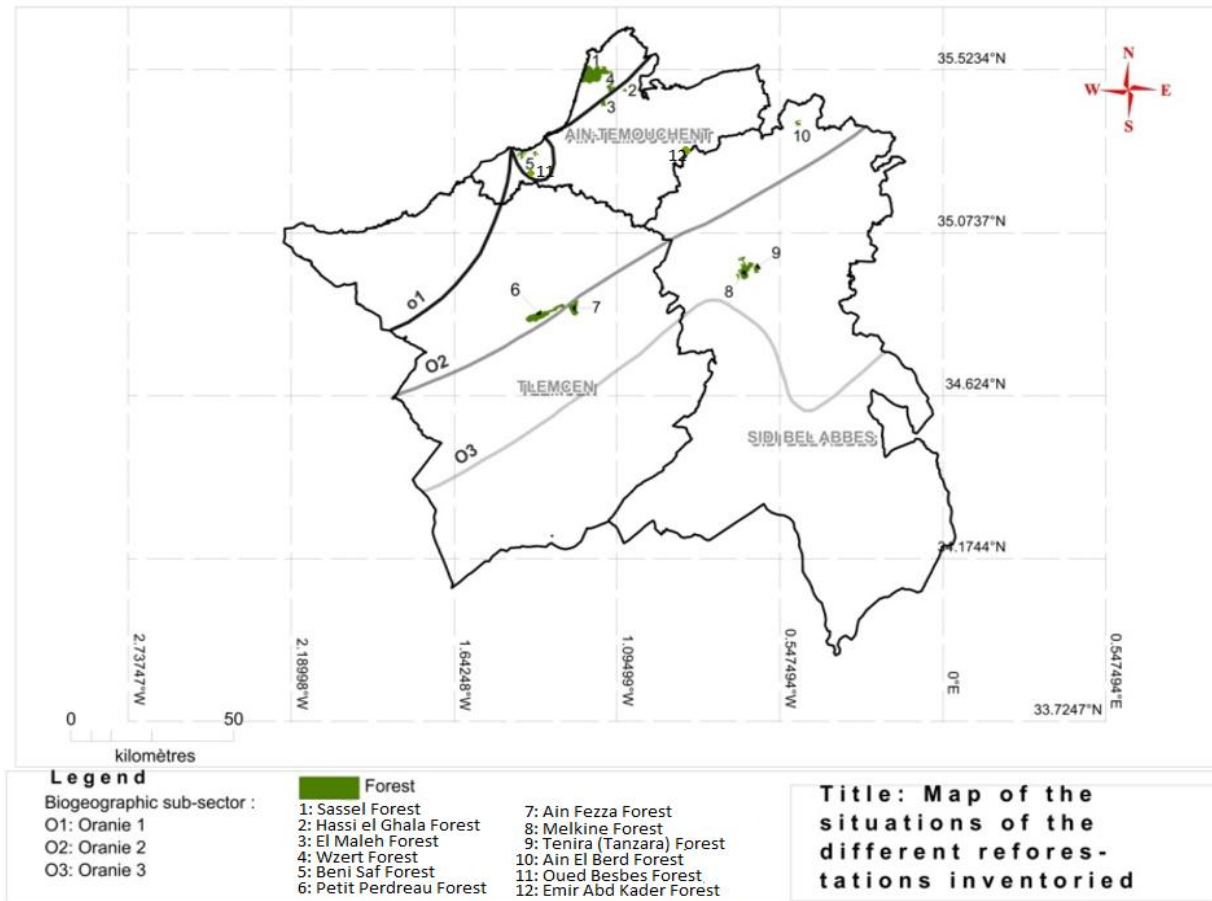
Enfin, le régime saisonnier des précipitations correspond au type HP AE (hiver pluvieux, printemps arrosé, automne humide, été sec) pour les stations de Sidi Bel Abbès et Tlemcen, tandis que les stations d'Ain Temouchent et de Beni Saf présentent un régime de type HAPE, traduisant une distribution pluviométrique légèrement différente, marquée par un printemps plus irrégulier.

## **2.6. PRÉSENTATION DES FORÊTS INVENTORIÉES**

Afin de mener à bien notre travail, nous avons sélectionné des forêts représentatives des différentes situations écologiques, telles que présentées précédemment dans ce chapitre. Il convient de rappeler que le Pin d'Alep occupe une superficie très étendue, ce qui a nécessité une sélection des sites. Le premier critère pris en compte concerne la nature de la forêt (plantée ou naturelle). En effet, comme précisé dans la partie phytosociologique, certaines forêts sont issues de reboisements, tandis que d'autres constituent les vestiges de formations naturelles anciennement établies, ayant subi une intervention humaine partielle (repeuplement et/ou reboisement).

Notre inventaire couvre un ensemble diversifié de forêts situées dans la région d'étude (voir carte ci-dessous). Nous avons également veillé à inclure des forêts représentatives des trois grands types de situations climatiques : littorale, sublittorale et continentale.

Enfin, l'altitude et la pente ont également été prises en considération dans notre sélection. Cela nous a permis de sélectionner 12 forêts dans la zone d'étude choisie.



**Figure 14:** Carte de situation des forêts inventoriées.

### 2.6.1. Forêt de Beni Saf

Cette forêt est localisée sur la bande littorale ouest de la wilaya d'Ain Temouchent. Située sous les coordonnées suivantes :  $35^{\circ}17'45''\text{N} / 1^{\circ}24'28''\text{O}$ . Elle est assise sur un substrat calcaire et entoure la ville et le port. La première partie a été plantée en 1942, à la suite d'inondations, tandis que la seconde a été réalisée durant les années 1975 et 1985. Elle couvre une superficie de 2 843,8 hectares, dominée par le pin d'Alep, à l'exception de quelques reliques d'Eucalyptus dans les bas-fonds des oueds Ben Medah, Boukoudane et Saf Saf. Juste à côté de cette forêt, dans la même région, se trouve la forêt de Kamerata Beni Saf, appelée localement Ghabet Djouabra. Située territorialement dans la commune de Sidi Safi, daïra de Beni Saf, c'est une petite forêt occupant un terrain plus ou moins plat, d'une superficie de 57 hectares, entre forêt et maquis. Elle est localisée aux coordonnées GPS suivantes :  $35^{\circ}19'52''\text{N}$  et  $1^{\circ}19'32''\text{O}$ . À moins d'un kilomètre de la mer, cette forêt est entièrement dominée par le pin d'Alep. En raison de sa situation géographique, les autorités ont récemment décidé de la classer comme forêt récréative. Le site Ouled Ben Yahya se situe tous près de la mer sous les coordonnées suivantes  $35^{\circ}13'13''\text{N} / 1^{\circ}33'50''\text{O}$ , c'est un reboisement très dégradé avec une densité très réduite de la strate arborée, dominé par des buissons, il tend vers un maquis arboré, où en a installé un seul échantillon.

### **2.6.2. Forêt de Hassi el Ghala**

La forêt de Hassi El Ghala, toute proche de la commune dont elle tire son nom, est située entre les coordonnées GPS suivantes : 35°28'0"N / 1° 4'5"O. Elle se trouve au nord-ouest de la commune, entourée de quelques petits villages, et s'étend sur une superficie d'environ 75 hectares. Elle occupe l'espace de deux collines (vallons) traversées par un telweg. Le relief est accidenté, et la strate arborescente y est réduite. Ce peuplement artificiel de pin d'Alep, issu de reboisements visant la protection des sols contre l'érosion, date de l'époque coloniale. Il a été réalisé sur la base de banquettes anti-érosives. La forêt se trouve à environ 13 km à vol d'oiseau de la mer. En plus du pin d'Alep, on y trouve quelques sujets d'*Olea europaea* et d'Eucalyptus. Le recouvrement de la strate arborée dépasse les 70 %. Cette petite forêt subit une forte pression anthropique, représentée principalement par le surpâturage.

### **2.6.3. Forêt de Sassel**

La forêt de Sassel se situe à proximité du village d'Ouled Boudjemâa. Elle est localisée aux coordonnées GPS suivantes : 35°29'18" N / 1°13'23" O. Elle est délimitée au nord par la mer Méditerranée et bordée, sur les autres côtés, par des terres agricoles. Cette forêt couvre une superficie de 3 100 hectares, dont la pinède a été boisée durant la période coloniale, et s'est régénérée de manière assez irrégulière à la suite des nombreux incendies qui ont touché la région. Le pin d'Alep y domine largement, parfois associé à d'autres essences comme le thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) et le genévrier rouge (*Juniperus phoenicea*).

### **2.6.4. Forêt de Wzert**

La forêt de Wzert est située entre deux petits villages riverains : l'un à l'extrémité est (Douar Grayeia), l'autre à l'ouest (Ouled Taoui). Elle se trouve à environ 9,5 km de la mer, aux coordonnées GPS suivantes : 35°29'05" N / 1°07'53" O. La forêt est traversée par la route de wilaya n°18, qui la divise en deux parties. Le côté droit de la piste (en allant vers Sassel) correspond à un reboisement plus récent, âgé de 35 ans, caractérisé par une très forte densité de tiges à l'hectare, avec une dominance totale du pin d'Alep. Le côté gauche représente un reboisement plus ancien, d'environ cinquante ans. On y trouve, en plus du pin d'Alep qui reste l'espèce dominante, quelques sujets de *Tetraclinis articulata* (thuya de Berbérie) et de *Juniperus phoenicea* (genévrier rouge). La forêt repose sur un terrain en colline, avec un relief qui s'accroît progressivement d'ouest vers l'est. Le point le plus bas se situe à 90 mètres au-dessus du niveau de la mer, tandis que le point le plus élevé atteint 204 mètres.

### **2.6.5. Forêt d'Aïcha Tuila (el Maleh)**

La forêt d'Aïch Tuila s'étend à la fois sur un monticule et sur un terrain plus ou moins plat. Elle est située entre les communes d'El Maleh et de Targa, et se localise entre les coordonnées GPS suivantes :

35°26'22"N / 1° 8'10" O. Le point le plus élevé de la forêt culmine à 230 mètres au-dessus du niveau de la mer. Elle est entourée de terres agricoles. Cette forêt est le résultat de plusieurs campagnes de reboisement réalisées à différentes époques. Le premier reboisement remonte à la période coloniale, avec pour objectif la protection des sols contre l'érosion. D'autres opérations ont été menées après l'indépendance, et certaines ont été réalisées récemment. Le peuplement est mixte : la majeure partie de la superficie est occupée par le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.), tandis que les zones situées en altitude sont principalement peuplées de thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*).

#### **2.6.6. Forêt Emir Abd El Kader**

Cette forêt a été plantée à la fin des années 1980. Il s'agit d'un petit reboisement d'environ 10 hectares occupant un monticule situé à l'est de la commune d'El Amir Abdelkader, aux coordonnées GPS suivantes : 35°13'27" N / 1°23'36" O. Elle se trouve à environ 8,4 km à vol d'oiseau de la mer. Son point culminant atteint 115 m d'altitude, avec une exposition nord-ouest. Cette forêt est entièrement occupée par le pin d'Alep et ne présente aucune trace d'aménagement ni de travaux sylvicoles. Elle est fortement attaquée par les parasites, et l'absence d'interventions sylvicoles en a fait un véritable « cimetière » de pins d'Alep.

#### **2.6.7. Forêt de Oued bessbess**

La forêt de Oued Bessbess se situe à la jonction de la wilaya d'Ain Temouchent et celle de Sidi Bel Abbès, aux coordonnées GPS approximatives : 35°17'19" N / 0°52'38" O. Le reboisement a été réalisé dans les années 1990, notamment en 1997, avec pour objectif la protection des sols contre l'érosion, un phénomène qui affectait fortement la région. Le peuplement est constitué essentiellement de pin d'Alep, mais on y trouve également diverses essences forestières telles que l'eucalyptus, le cyprès et le peuplier. L'échantillonnage a été placé dans les zones colonisées principalement par le pin d'Alep.

#### **2.6.8. Forêt de Melkine**

La forêt de Melkine est située à environ 19 km à vol d'oiseau au sud de la ville de Sidi Bel Abbès. Elle fait partie de la zone homogène du massif forestier de Telagh, à proximité immédiate du village de Sidi Ali Benyoub. Territorialement, elle se trouve à la frontière des communes de Sidi Ali Benyoub et Benachiba Chelia. La forêt repose sur une altitude moyenne de 699 m, avec un point culminant à 753,59 m et un point le plus bas à 646 m. Elle est localisée aux coordonnées GPS suivantes : 34°57'21" N / 0°41'40" O. Les sols dominants dans la région sont des sols bruns rougeâtres calcaires, qui couvrent la majeure partie du territoire. Il s'agit d'une forêt naturelle, rescapée des déforestations massives de la période coloniale. Elle se compose de parties fragmentées (îlots), dispersées au sein d'un paysage majoritairement agricole, entourée de nombreuses parcelles cultivées. Notre inventaire a également porté sur une petite portion de la forêt de Khotaida, d'environ 40 hectares, composée d'une strate arborée de

pin d'Alep sur un monticule culminant à 1 004 m d'altitude. Le relief y est accidenté, généralement orienté nord/nord-ouest. Cette forêt, proche de celle de Melkine, est en interaction écologique avec elle.

#### **2.6.9. Forêt de Tanira**

Cette forêt se trouve à proximité immédiate de la commune de Tanazra, tout près de la forêt de Melkine. La forêt de Ténira est située à 16 km à vol d'oiseau au sud de la ville de Sidi Bel Abbès. Elle est localisée aux coordonnées GPS suivantes : 34°58'33" N / 0°38'10" O. Il s'agit d'une forêt d'origine naturelle, complétée par des opérations de repeuplement et de reboisement menées après les incendies qui ont affecté la région. La surface totale de cette forêt est estimée à 8 800 hectares, mais notre étude s'est concentrée sur une zone plus restreinte (environ 300 hectares) située au sud-ouest de la forêt, où la strate arborée est bien développée. La forêt repose sur un substrat calcaire et sablonneux, et se caractérise par la présence de quatre monticules de hauteurs différentes : 790 m, 817 m, 820 m et 913 m.

#### **2.6.10. Forêt d'Ain El Berd**

Ce reboisement est situé à proximité immédiate de la ville d'Ain El Berd, et est communément appelé forêt d'Orange. Il est localisé aux coordonnées GPS suivantes : 35°22'30" N / 0°29'44" O. Le reboisement occupe les versants situés le long de l'autoroute Est-Ouest, près du village d'Ain El Berd, avec une orientation générale vers le nord et l'ouest. C'est dans cette zone que nous avons installé notre échantillonnage. La forêt repose sur un substrat calcaire profond et présente un taux élevé d'attaques parasitaires, notamment par des scolytes, en lien avec un phénomène croissant de dépérissement affectant le peuplement. Le reboisement a été réalisé selon une technique en bandes parallèles, permettant l'accumulation des eaux de pluie. Ce mode d'implantation a favorisé une croissance importante, tant radiale que longitudinale, des sujets de pin d'Alep.

#### **2.6.11. Forêt de lalla sitti Tlemcen**

Située sur les monts de Tlemcen, aux coordonnées GPS suivantes : 34°51'31" N / 1°18'51" O, localisée au sud de la ville de Tlemcen, cette forêt est délimitée au nord par la commune de Tlemcen, à l'est par celle d'Ain Fezza, à l'ouest par la commune de Mansourah, et au sud par celle de Terny. Il s'agit d'un ancien reboisement réalisé à l'époque coloniale, autour des années 1880, essentiellement par du pin d'Alep, espèce encore dominante aujourd'hui sur une superficie d'environ 450 hectares. Le point culminant de la forêt atteint 1 200 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le relief y est varié, avec la présence de différentes classes de pente.

#### **2.6.12. Forêt d'Ain Fezza**

La forêt d'Ain Fezza est également issue de plusieurs opérations de reboisement qui ont touché la région à différentes périodes. Située sous les coordonnées 34°52'9" N / 1°14'15" O Elle est délimitée à l'ouest par les communes de Tlemcen et Chetouane, à l'est par celle d'Oued Mimoun, et au sud par la commune

d'Oued Chouly. On distingue trois principales unités géographiques. Une zone montagneuse au sud de la commune, orientée est-ouest, reliée au massif des monts de Tlemcen, comprenant les reliefs du Djebel Docara, Djebel Hanif et Djebel Medrara. Une seconde zone montagneuse au nord de la commune, orientée nord-sud, formée par le Djebel Baoumar, Djebel Rmailia et Djebel Ghar Boudjebar. Une dépression synclinale occupant la partie centrale de la commune, le long de la RN7.

---

*Chapitre 3 :  
Diversité  
floristique dans les  
reboisements du  
pin d'Alep en  
Oranais*

---

---

Dans le cadre de notre étude, 80 relevés floristiques ont été réalisés au sein de divers peuplements de pin d'Alep, naturels ou issus de reboisement. Ces reboisements, effectués à des périodes différentes (avant ou après l'indépendance), sont répartis dans le nord-ouest algérien, notamment dans les wilayas de Sidi Bel Abbès, Ain Temouchent et Tlemcen.

Ces relevés ont permis de recueillir des données précieuses sur la flore inféodée à ces formations forestières. L'analyse de ces données a conduit à l'élaboration d'un catalogue floristique, regroupant l'ensemble des espèces inventoriées, accompagnées de leurs caractéristiques chorologiques, biogéographiques, ainsi que de leurs types biologiques.

Cette partie du travail a donné lieu à une publication scientifique que nous présentons ci-après.

### 3.1. INTRODUCTION

La surface de la forêt en Algérie est nettement dominée par les peuplements de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill, *Pinaceae*). Si cette surface est en partie occupée par des peuplements naturels telles les pinèdes de Tlaghe-Saïda et des Aurès (Maire, 1926), une grande part est actuellement occupée par des peuplements artificiels. En effet, d'intenses opérations de reboisement ont été lancées après l'indépendance surtout durant les années 70 du siècle dernier, où le pin d'Alep a été largement planté principalement en Oranie. Ce choix a été imposé par les conditions difficiles (climatiques et édaphiques) de cette zone, mais aussi par certaines caractéristiques de ce résineux (facile à multiplier en pépinière et aussi facile à planter car il est moins exigeant que les autres essences forestières) (Letreuch belarouci, 1991).

Cette utilisation excessive a fait l'objet de nombreuses critiques, le plus souvent sans aucun fondement scientifique (Medjahdi, 2010). En effet, certains auteurs pensent que le pin d'Alep qui produit une litière de mauvaise qualité et à lente décomposition acidifie le sol (Bonneau, 1984 ; Aloui & couteaux, 1999 ; Peltier, et *al.*, 2001). De ce fait la litière s'accumule avec le temps sous les arbres, empêchant les premières racines de la plupart des jeunes plants du sous-bois d'atteindre le sol. Cette accumulation s'accompagne souvent d'une acidification du sol (Richert, 1978). Ainsi cette litière entrave le bon développement des espèces herbacées du sous-bois d'où une éventuelle baisse de la richesse floristique. Nous pouvons confirmer que ces remarques ont été réalisées dans un contexte climatique différent. En effet, l'acidification des sols par les résineux a été souvent observée sous des climats tempérés et plus humides où la lixiviation et le lessivage sont très importants, contrairement aux climats méditerranéens (Chatzistathis & Therios, 2013; Dambrine & Ulrich, 1993). Pour la baisse de richesse floristique, Hadjadj-Aoul (1995) dans une étude menée sur les tétraclinaies (forêts à *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast., *Cupressaceae*) de l'Algérie a remarqué que la régénération de thuya de Berbérie est mauvaise

sous les boisements de pin d'Alep à cause de l'importance de la litière qui reste sèche en été et qui entrave l'enracinement des plantules de toutes les espèces ligneuses. Medjahdi (2001) confirme que les remarques précitées sont relativement justes dans des cas très limités mais dans la plupart du temps les semis du thuya s'associent à ceux du pin d'Alep. Cela est dû aux coupes et aux incendies. Ce même auteur souligne que les coupes qui sont généralement illicites contribuent à l'ouverture du milieu, mais le plus grand rôle est joué par les incendies. L'absence du sous-bois empêche le passage du feu aux autres strates. Le feu détruit cependant l'abondante litière caractéristique des boisements de pin d'Alep et permet ainsi aux racines des jeunes plantules d'arriver au sol. Pour répondre aux interrogations précitées, nous avons mené une étude floristique dans des reboisements de pin d'Alep de la région oranaise. Ces reboisements sont généralement réalisés sur des terrains fortement dégradés, avec une végétation clairsemée et rabougrie, dans le but principal de lutter contre l'érosion. Le présent travail consiste à inventorier, décrire et comparer, la richesse floristique de ces reboisements sur les plans qualitatif et quantitatif avec les autres formations naturelles. Cela nous permettra de vérifier la validité des critiques relatives à la faiblesse de la diversité spécifique des pinèdes artificielles dans un premier temps, et connaître les situations qui abritent la plus grande richesse floristique dans un deuxième temps.

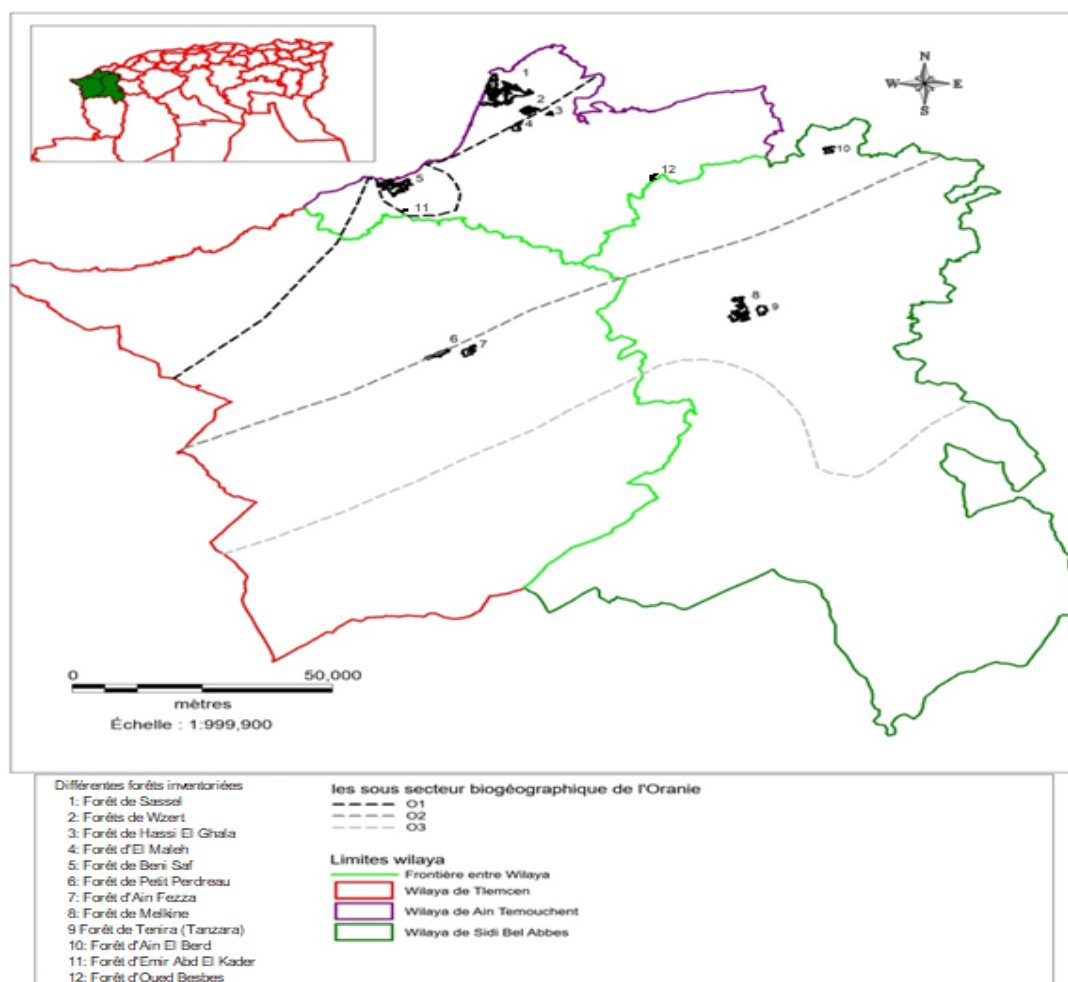
### **3.2. SITES ET MÉTHODES**

Douze reboisements répartis sur trois wilayas de l'extrême nord-ouest de l'Algérie (Tlemcen, Ain Temouchent et Sidi Bel Abbess) ont été choisis. Les reboisements sélectionnés sont représentatifs des autres peuplements artificiels du pin d'Alep en Oranie (Fig. 15). Nous avons sélectionné des stations situées dans trois types de milieux : le littoral, les plaines sublittorales et les zones montagneuses (correspondant aux trois zones biogéographiques O1, O2 et O3 selon Quézel et Santa (1962-1963). Ces stations se trouvent principalement sur des sols calcaires, qui constituent le substrat dominant en Oranie. De plus, les sites choisis varient en fonction de l'âge des pinèdes et des conditions bioclimatiques, allant des zones humides (bioclimat subhumide) aux régions plus sèches (bioclimat semi-aride). En outre, les stations sont soumises à différents niveaux de pressions anthropozoogènes, notamment le pâturage excessif.

Le bioclimat est semi-aride à hiver doux pour les stations littorales et sublittorales et semi-aride à subhumide à hiver frais pour les stations des montagnes (Aimé, 1991, Benabdeli, 1996). Les sols sont principalement calcaires, à l'exception de quelques stations dans les monts de Tlemcen où le sol est gréseux (non calcaire). La profondeur du sol varie énormément (dépassant les 1,5 m pour les rares sols ferrallitiques conservés, à quelques centimètres pour les sols tronqués ou les rendzines) (Gaouar, 1980). Les reboisements ont été essentiellement installés dans l'aire de thuya de Berbérie sur le littoral et les

zones sublittorales et le chêne vert (*Quercus ilex* L., *Q. rotundifolia* Lam.) dans les montagnes (Alcaraz, 1982, Maire, 1926).

Au sein de chaque reboisement nous avons suivi un échantillonnage stratifié en fonction de l'altitude, de l'exposition, de la pente et du substrat à partir des cartes géomorphologiques (pentes, lithologie et occupation des sols). Nous avons ainsi réalisé 80 relevés de végétation suivant la méthode phytosociologique classique, par l'établissement de la liste de toutes les espèces végétales (vasculaires) présentes sur 400 m<sup>2</sup>. En effet, une placette dendrométrique de 400 m<sup>2</sup> a été subdivisée en quatre quadrats de 100 m<sup>2</sup> chacun, répartis de manière homogène sur l'ensemble de la placette. Ces quadrats permettent de recueillir des données phytosociologiques sur la végétation herbacée, les arbustes, et les espèces de sous-bois présentes dans la placette dendrométrique (Kent & Coker, 1992 ; Avery & Burkhart, 2015). Les relevés ont été réalisés durant les années 2018-2021 principalement au printemps (Mars-Mai) avec des visites en automne (Octobre-Novembre). Pour l'identification du matériel végétal récolté, nous avons utilisés les flores de l'Algérie et du Maroc (Maire, 1926 ; Quézel & Santa, 1962-1963 ; Fennane *et al.*, 1999, 2007, 2014 ; Valdès *et al.*, 2001).



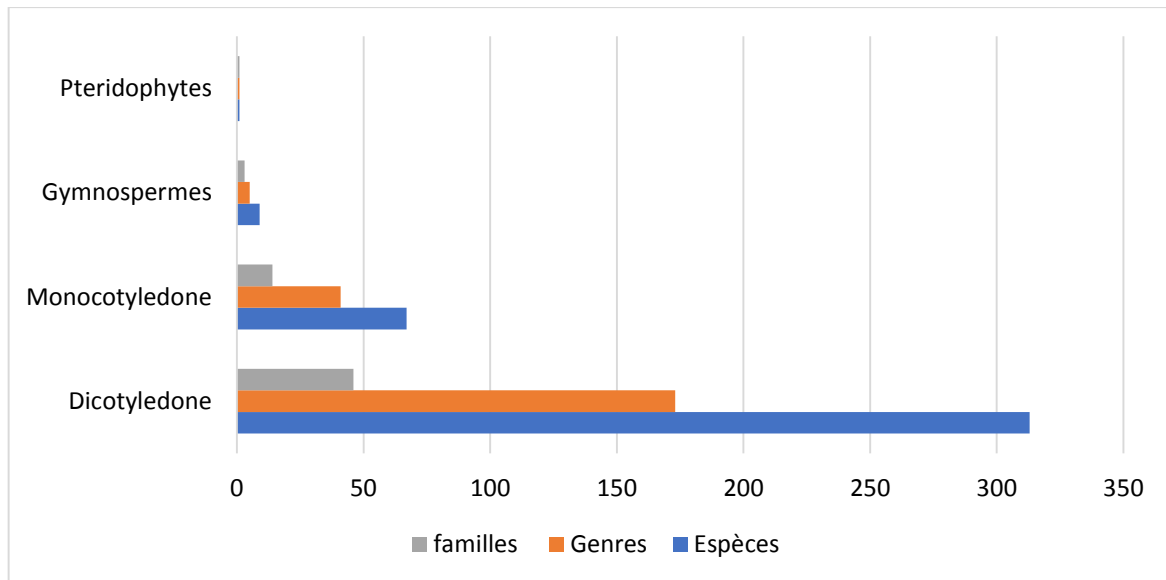
**Figure 15:** Carte des situations des différents reboisements inventoriés.

Les résultats obtenus ont été organisés dans un catalogue où nous avons noté pour chaque espèce :

- Nom scientifique : selon la nomenclature adoptée dans le projet *efloremaghreb* (<https://efloramaghreb.org/>).
- Type biologique : Pour chaque espèce nous avons précisé son type biologique Ph. (Phanérophyte), Nph (Nanophanérophyte), Phl (Phanérophyte lianescente), Ch. (Chaméphyte), H. (Hémicryptophyte), G (Géophyte), Th. (Thérophyte).
- L'endémisme : On a indiqué pour les taxons endémiques la catégorie suivante d'endémisme ; Endémique de l'Algérie, du Maroc et de la Péninsule Ibérique (AMI), l'Afrique du Nord et de la Péninsule Ibérique (AfnI), Endémique de l'Afrique du Nord (Afn), Endémique de l'Algérie et du Maroc (AM).
- La rareté : le degré d'abondance dans le territoire national est donné selon Quézel & Santa (1962-1963). (CC) : pour les taxons très communs, (C) : pour les taxons communs, (AC) : pour les taxons assez communs, (AR) : pour les taxons assez rares. (R) : pour les taxons rares. (RR) : pour les taxons très rares.

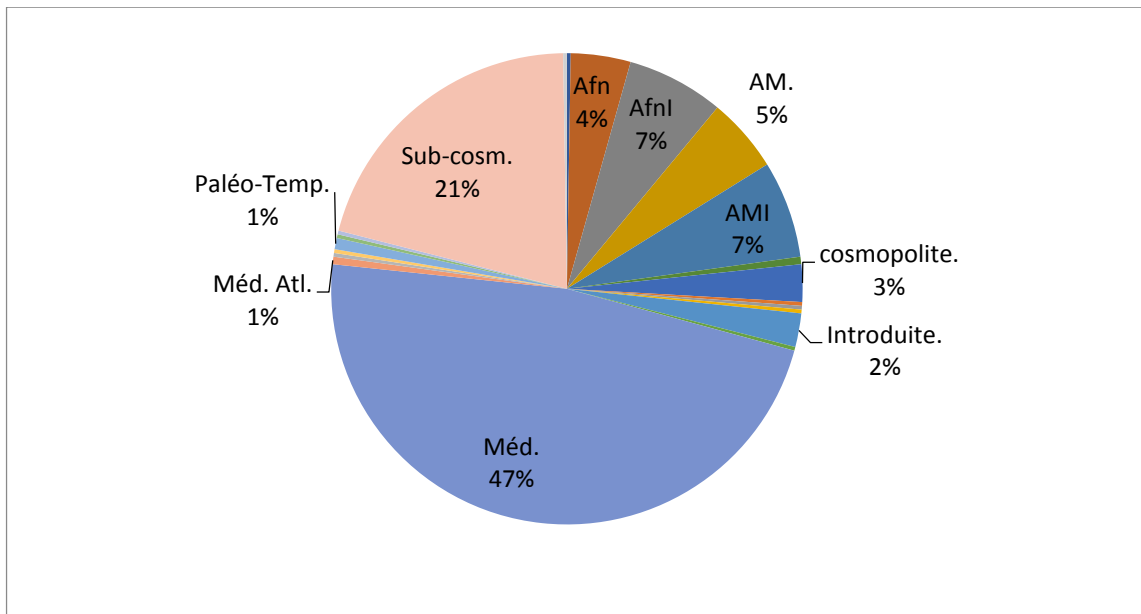
### 3.3. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

L'inventaire floristique des reboisements de la zone d'étude [Ain Temouchent (forêts de Sassel, Beni Saf ; Beni Saf, Kamerata et Ouled ben Yahya, Hassi el Ghala, Wzert, Oued El Besbess, Emir Abd Kader, el Maleh), Sidi Bel Abbes (forêt de melkin, tanazra et Ain el berd), Tlemcen (forêt de lalla sitti et Ain fezza)] nous a permis de mettre en évidence 390 taxons de rang spécifique et sous spécifique, répartis entre 64 familles, les angiospermes dicotylédones forment le groupe systématique le plus important avec 46 familles et 173 genres et 313 espèces, les monocotylédones incluent 14 familles et 41 genres et 67 espèces, le groupe des ptéridophytes compte une seule espèce et les gymnospermes dénombrent seulement 3 familles avec 5 genres. Les catalogues floristiques insérés à la fin de ce manuscrit, regroupent tous les taxons.



**Figure 16:** Composition d'embranchement.

La Figure 16 montre le nombre des genres et des espèces pour chaque famille. Les familles les plus représentées sont classées ci-après par ordre décroissant : les *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Poaceae*, *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Cistaceae*, *Caryophyllaceae*, *Brassicaceae* ; avec respectivement 62, 46, 39, 27, 20, 16, 15 et 12 espèces, le reste des familles inventoriées comportent moins de dix espèces chacune, il s'agit des *Hyacinthaceae*, *Cupressaceae*, *Plantaginaceae*, *Orobanchaceae*, *Resedaceae* et *Asparagaceae* avec respectivement 8,7,7,6,6 et 5 espèces. Le reste des familles sont faiblement représentées. Ainsi la diversité floristique des reboisements de pin d'Alep de la région oranaise est dominée par les *Asteraceae*, *Fabaceae* et *Poaceae*. Ces familles représentent à elles seules 147 espèces ( $\approx 37\%$  des espèces inventoriées). Les *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Cistaceae*, *Caryophyllaceae* et *Brassicaceae* représentent 23% du total. Ces mêmes familles prédominent la flore algérienne (Quézel & Santa, 1962-63).



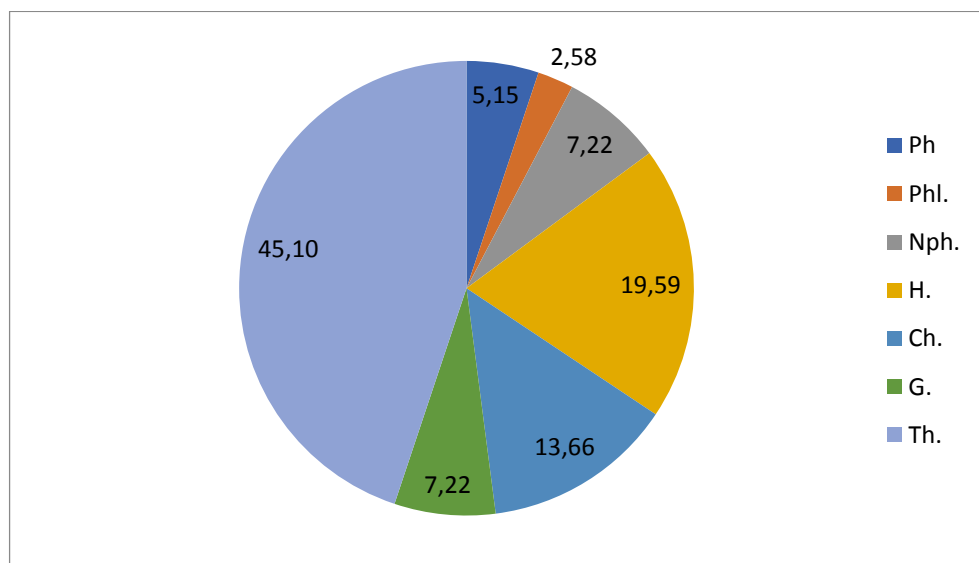
**Figure 17:** Importance des éléments biogéographiques de la flore des pinèdes.

L'analyse du spectre biogéographique de la flore (Fig. 17), est dominée essentiellement par les éléments méditerranéens, enrichie par l'apport d'éléments d'origines diverses. Les endémiques Nord-africaine Ibérique (AfnI) et Algéro-Marocaine Ibérique (AMI) sont les types les plus riches en espèces avec 26 espèces respectivement (soit 7% pour chaque catégorie), suivis par les endémiques Algéro-Marocaine (AM) avec 20 espèces, les endémiques Nord-Africaine (Afn) sont au nombre de 16 espèces (soit 4% du total) et enfin les endémiques Algériennes (A) avec seulement une espèce (*Calamintha candidissima* (Munby) Benth.), en attendant une confirmation de l'identité d'un taxon qui a reçu le même nom en Tunisia ! Le taux d'endémisme représente au total un pourcentage de 22,93% soit une espèce sur cinq représente un intérêt biogéographique. Les éléments à larges distributions et les autres éléments constituent les groupes les moins représentés.

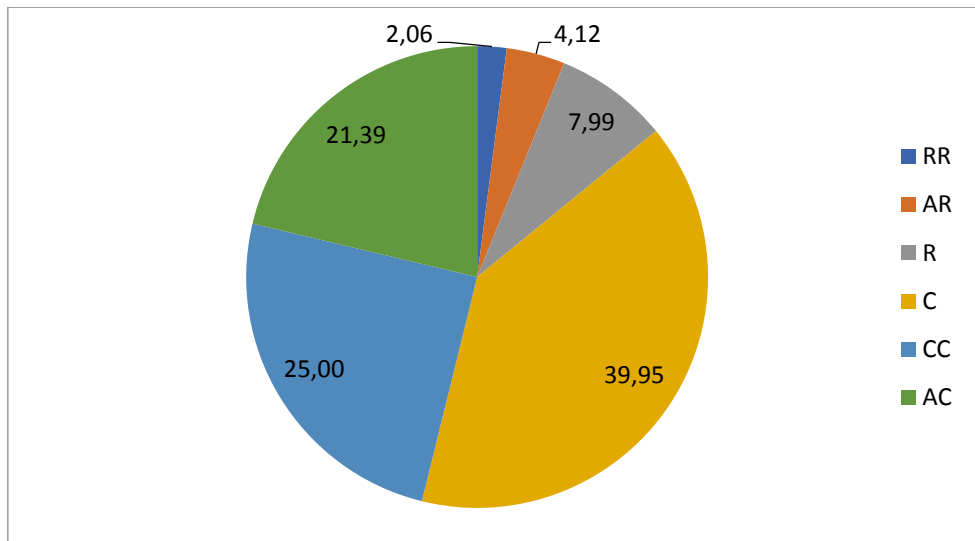
Les représentations graphiques des pourcentages du nombre d'espèces exprimées en fonction de leur type biologique (Fig. 18) donnent une idée de la structure de la végétation dans les stations étudiées. Les thérophytes occupent la part la plus importante, suivie de loin par les hémicryptophytes, les chaméphytes, les nanophanérophytes et les géophytes. Le spectre biologique de la flore vasculaire des pinèdes est typique de l'ambiance bioclimatique méditerranéenne semi-aride, avec un important pourcentage pour les thérophytes (45,10%) (Daget, 1980 ; Madon & Médial, 1996 ; Olivier et al., 1995). Il faut rappeler que la proportion des thérophytes en région méditerranéenne est généralement de l'ordre de 50 % selon les auteurs précités. Dans notre cas elle est un peu au-dessous. On relie cette relative baisse à la strate arboré (reboisement) qui limite les effets excessifs des températures et l'ensoleillement (Daget, 1980 ; Barbero et al., 1990). Beaucoup d'auteurs (Daget, 1980 ; Barbero et al., 1990 ; Nègre, 1960) s'accordent que la thérophytisation du milieu est liée soit au froid hivernal ou à la sécheresse

estivale de la région, soit aux perturbations du milieu (pâturage). Ce type biologique est une stratégie d'esquive des périodes défavorables (le froid et la sécheresse). En effet, en raison de la couverture forestière des reboisements la valeur des thérophytes est relativement basse par rapport à la normale. Le couvert forestier assure également, une forte production de litière et la protège d'où l'importance des hémicryptophytes (19,59 %). Barbero *et al.*, (1981) confirme que l'importance de ce type biologique est liée à l'importance du taux de matières organiques dans le sol. Les chaméphytes, les géophytes et les nanophanérophytes et les phanérophytes représentent respectivement 13,66 ; 7,22 ; 7,21 et 5,15 % du total.

Le nombre de taxons rares (très rares et rares) en Algérie et inventorié dans les reboisements, est important. Il constitue 10,05 % du total, mais la plus grande partie de la liste floristique est dominée par les espèces communes (40 %) et très commune (25 %). Notre inventaire a compté aussi 28 taxons endémiques et/ou rares dont 10 endémiques Ibéro-algéro-marocains (2 assez rares et 8 espèces rares), 8 endémiques algéro-marocains (4 assez rares et 3 rares et une très rare), 2 endémiques d'Afrique du Nord (1 assez rare et une autre très rare) et 7 endémiques ibéro-Nord Africains (une assez rare, 3 rare et 3 très rares) et une seule endémique algérienne. Les endémiques Ibéro-algéro-marocains occupent une place très importante dans la région suivie par les endémiques algéro-marocaines (certaines de ces espèces sont illustrées ci-après dans les planches 1 & 2). La richesse de la région en taxons endémiques de la péninsule ibérique et du Maroc met en évidence l'appartenance de celle-ci au complexe bético-rifain. Ce complexe est considéré par Quézel & médial (1995) comme le plus riche *hotspot* méditerranéen.



**Figure 18:** Pourcentage des types biologiques.



**Figure 19:** Pourcentage d'abondance des espèces.

**Tableau 13:** liste des espèces rares et/ou endémiques.

Endémiques	Degré de rareté (d'après Quézel et Santa 1962-1963)	Espèces
Algériennes	Très rare	<i>Calamintha candidissima</i> (Munby) Benth.
Afn	Assez rare	<i>Oncostema elongata</i> (Parl.) Speta.
	Très rare	<i>Sonchus mauritanicus</i> Boiss. & Reut.
AfnI	Assez rare	<i>Bellis microcephala</i> Lange
	Rare	<i>Arenaria emarginata</i> Brot.
		<i>Silene secundiflora</i> Otth subsp. <i>secundiflora</i>
		<i>Salvia jordanii</i> J.B.Walker
	Très rare	<i>Daucus durieua</i> Lange.
		<i>Andryala arenaria</i> (DC.) Boiss. & Reut.
<i>Andryala laxiflora</i> DC.		
AMI	Assez rare	<i>Orobanche latisquama</i> (F. W. Schultz) Batt
		<i>Cytisus fontanesii</i> Spach ex Ball subsp. <i>fontanesii</i> .
	Rare	<i>Cistus umbellatus</i> subsp. <i>viscosus</i> (Willk.) Demoly
		<i>Centaurea eriophora</i> L.
		<i>Convolvulus valentinus</i> Cav.
		<i>Linum tenue</i> Desf.
		<i>Lonicera biflora</i> Desf.
		<i>Nepeta tuberosa</i> subsp. <i>reticulata</i> (Desf.) Maire.
		<i>Ononis euphrasiifolia</i> Desf.
		<i>Sinapis flexuosa</i> Poir.
AM	Assez rare	<i>Genista hirsuta</i> subsp. <i>erioclada</i> (Spach) Raynaud.
		<i>Thymus munbyanus</i> Boiss. & Reut. subsp. <i>munbyanus</i> .
		<i>Linaria bordiana</i> Santa & Simonn.
		<i>Linum munbyanum</i> Boiss. & Reut.
	Rare	<i>Brassica maurorum</i> Durieu.
		<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>saharae</i> (Sagorski) Jahand. & Maire.
		<i>Genista quadriflora</i> Munby.
	Très rare	<i>Thymus saturejoides</i> subsp. <i>commutatus</i> Batt.

### 3.4. DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS

L'analyse de la diversité floristique des reboisements de pin d'Alep en Oranie, nous a permis de démontrer leurs importances dans la reconstitution des milieux dégradés et la restauration/protection de la flore native. Pour 80 relevés, nous avons inventorié 390 taxons. Cette richesse globale est comparable aux résultats observés pour les peuplements naturels de chêne-liège dans diverses régions du Maghreb. Il convient de rappeler que de nombreux auteurs considèrent les subéraies comme l'un des milieux naturels les plus diversifiés du bassin méditerranéen (Aronson et *al.*, 2009 ; Quézel & Médail, 2003). De plus, Barbero et *al.*, (2001) soulignent que la richesse globale des formations sclérophylles et des forêts de conifères méditerranéennes est similaire à 95 %. En effet dans les monts de Tlemcen Medjahdi et *al.*, (2018) pour 150 relevés ont recensé 450 taxons, alors qu'au Maroc, Aafi (2007), pour un effort d'échantillonnage beaucoup plus important (400 relevés), a dénombré une richesse similaire (408 taxons, réparties sur 62 familles et 261 genres). En fin dans les subéraies de la Numidie orientale pour 150 relevés, Bennadja et *al.*, (2013) ont recensé 292 taxons. Pour les peuplements de thuya de Barbarie des monts de Trara (nord-ouest algérien), Benkhaldi (2011) a inventorié 370 taxons pour le même nombre de relevés. Il faut noter qu'en Algérie tellienne (du Nord) la richesse globalement des principales formations forestières avoisinent les 350-420 taxons pour une moyenne de 100 relevés (Medjahdi, 2009). Il semble que les reboisements de pin d'Alep présentent une richesse globale assez similaire aux peuplements naturels de l'ensemble de l'Algérie du nord. Sur le plan qualitatif, la comparaison des données de l'analyse du spectre biologique montre une nette dominance des thérophytes. Cette tendance est générale pour l'ensemble des forêts méditerranéennes (Daget & Poissonet, 1977 ; Cody & Mooney 1978). Elle se situe entre 25 et 50% pour les formations forestières (Barbéro, 1989) et devient beaucoup plus importante suite à l'ouverture du milieu sous l'effet de la sécheresse et des perturbations (Daget, 1980 ; Grime, 1977). Cependant l'importance des hémicryptophytes par rapport aux autres formations forestières où nous avons enregistré un taux avoisinant les 20%, alors qu'elle ne dépasse guère les 15 % dans les autres formations. Cette richesse est due à l'abondante litière du pin d'Alep (Molinier & Tallon, 1970 ; Trabaud, 1987). Ce constat soutient l'idée que la plantation de pins, notamment *Pinus halepensis* Mill, pourrait contribuer à l'amélioration de la qualité des sols. En effet, leur litière abondante peut jouer un rôle clé dans l'enrichissement du sol en matière organique et dans l'amélioration de sa structure physique. La litière des pins, riche en composés organiques, contribue à la formation d'humus, ce qui a un impact direct sur la fertilité et la structure des sols (Trabaud, 1987). Cependant, il est important d'étudier les propriétés de cette litière, car certains composés peuvent aussi ralentir la décomposition et l'incorporation de matière organique dans le sol (García-Ruiz et *al.*, 2007). Des études pédologiques seraient donc nécessaires pour évaluer l'effet de la litière de pin sur le cycle de la matière organique et sa capacité à améliorer la structure du sol dans nos régions.

Les autres types biologiques représentent des taux équilibrés, avec une légère domination des chaméphytes suivis par les nanophanérophytes et les géophytes. Cette tendance est caractéristique des milieux forestiers plus ou moins préservés (Quézel & Médail, 2003 ; Blondel et *al.*, 2010). La flore vasculaire des reboisements de pin d'Alep compte 100 taxons endémiques et/ou rares. Parmi eux, on compte 22 taxons endémiques Ibéro-Algéro-Marocains, 19 taxons endémiques Algéro-Marocains, 8 taxons endémiques d'Afrique du nord et 23 taxons endémiques Ibéro-Nord Africains. En ce qui concerne la rareté, on dénombre 8 taxons très rares, 31 rares et 15 assez rares. Les taxons endémiques représentent 18 % du total, et une grande partie d'entre eux sont considérés comme assez rares (voire rarissimes !). En comparant ces taux avec les études mentionnées précédemment sur les formations forestières algériennes et avec la synthèse de Barbero et *al.*, (2001) concernant l'ensemble des formations méditerranéennes, nous constatons qu'ils sont relativement similaires et très proches. On pense que les reboisements de pin d'Alep présentent une diversité floristique assez appréciable avec des valeurs assez similaires avec les autres formations végétales de l'Algérie Oranienne.

Les reboisements de *Pinus halepensis* Mill ne semblent pas avoir d'effet inhibiteur majeur sur la diversité du sous-bois. Lors de l'examen des relevés floristiques individuels, nous avons constaté une grande variation dans le nombre d'espèces recensées, allant de 8 à 60 espèces par relevé. Cette variation pourrait être attribuée à plusieurs facteurs, notamment les différences climatiques entre les sous-secteurs biogéographiques (Barbero et *al.*, 2001), ainsi que divers autres facteurs écologiques locaux. Les reboisements dans des régions méditerranéennes plus sèches ou semi-arides, par exemple, tendent à présenter une diversité réduite par rapport à ceux situés dans des zones subhumides, où les conditions d'humidité semblent favorisant une richesse floristique plus élevée (Ne'eman & Izhaki, 1996). La densité des arbres semble également jouer un rôle clé dans la régulation de la lumière atteignant le sol, ce qui peut contribuer à affecter la diversité floristique du sous-bois. Les reboisements à densité élevée peuvent créer de l'ombre excessive et réduire l'affectation voire la mise en place de certaines espèces héliophiles (Barbéro & *al.*, 1990). D'autre part, les reboisements moins denses peuvent favoriser une plus grande diversité, en particulier des hémicryptophytes et des géophytes. En ce qui concerne l'âge des reboisements, des études ont montré que les jeunes reboisements tendent à avoir une diversité végétale plus faible. En revanche, les forêts plus anciennes, ayant accumulé de la matière organique au fil du temps, permettent une colonisation plus diversifiée du sous-bois (Quézel et *al.*, 2000). La dynamique de la végétation du sous-bois peut aussi être influencée par le régime des feux, les reboisements plus anciens ayant généralement un sous-bois plus résilient et riche en espèces (Trabaud, 1987). Nous envisageons de mener une étude qui visera à évaluer l'impact spécifique de la densité des arbres et de l'âge des reboisements sur la variabilité de la diversité floristique du sous-bois. Cette étude sera concomitante à

des analyses pédologiques et des relevés floristiques à travers plusieurs sites géographiquement distincts pour bien cantonner les facteurs qui régissent ce changement de diversité/richeesse floristique.

Il est important de souligner que la poursuite des reboisements par le pin d'Alep ou par d'autres conifères/résineux dans la région exige une gestion sylvicole prudente et adaptée aux conditions locales. Il est nécessaire d'adopter des pratiques de gestion telles que les éclaircies et le dépressage. En effet, Pausas *et al.*, (2004) précisent que les éclaircies pratiquées dans les pinèdes permettent une meilleure régénération des sols, en favorisant une plus grande accumulation de matière organique, contribuant ainsi à l'amélioration de la structure du sol et de sa capacité de rétention d'eau. Prendre en compte la densité des plantations en fonction des conditions bioclimatiques et pédologiques spécifiques à chaque station s'avère également une des conditions indispensables. En effet, dans les zones les plus humides (bioclimat subhumide) une densité plus élevée peut être supportée alors que dans les régions semi-arides, une densité trop importante peut entraîner une compétition excessive pour l'eau et les nutriments, ce qui affaiblit les arbres et ralentit leur croissance radiaire (Rovira *et al.*, 2010). En outre, le type de sol doit également être pris en compte ; les sols calcaires, fréquemment rencontrés en Oranie, peuvent limiter la disponibilité en nutriments pour les arbres. Des études anciennes ont montré que des sols pauvres ou superficiels nécessitent des densités plus faibles pour éviter des problèmes liés à la carence en éléments nutritifs et à la compétition hydrique (Ne'eman & Trabaud, 2000).

---

*Chapitre 4 :  
Typologie  
Phytosociologiques  
des Pinèdes en  
Oranais.*

---

---

#### 4.1. INTRODUCTION

Dans cette partie, nous allons tenter d'étudier les peuplements de Pin d'Alep d'un point de vue phytosociologique. Il convient de rappeler que, malgré l'importance de la superficie occupée par les pinèdes en Algérie, peu de travaux ont été consacrés à l'étude de la phytosociologie de ces formations dans notre pays. La plupart des études ont en effet porté sur la dendrométrie et la productivité de ces peuplements. Toutefois, certaines d'entre elles ont proposé des essais de différenciation des niveaux de productivité des peuplements en relations avec les facteurs écologiques. Sans pour autant entrer dans les détails d'une typologie phytosociologique.

Il faut rappeler que le pin d'Alep n'a pas eu sa part par ce type d'étude. En effet, de manière générale, cette discipline s'intéresse prioritairement aux formations climaciques et à leurs séries dynamiques (Braun-Blanquet, 1952). Or, le Pin d'Alep est souvent considéré par de nombreux phytoécologues comme une espèce pionnière, intervenant dans les processus de reconquête des sols nus ou dégradés, en préparant les conditions écologiques favorables au retour progressif de la végétation climacique, notamment les chênaies méditerranéennes (*Quercus ilex*, *Q. suber*, etc.) (Barbero *et al.*, 1990 ; Quézel & Médail, 2003). Une autre difficulté réside dans le fait que les peuplements de Pin d'Alep sont, dans de nombreuses régions d'Algérie, issus de reboisements artificiels, ce qui les rend moins attractifs pour les approches phytosociologiques classiques, historiquement centrées sur des communautés spontanées ou semi-naturelles.

#### 4.2. ÉCHANTILLONNAGE ET MÉTHODOLOGIE DU TRAVAIL

Pour la réalisation de cette partie, nous avons adopté le même protocole d'échantillonnage que celui utilisé dans l'étude de la flore, en nous appuyant sur les 80 relevés déjà établis. Il convient de rappeler que, pour chaque reboisement, un échantillonnage stratifié a été mis en place en tenant compte de l'altitude, de l'exposition, de la pente et du substrat, sur la base des cartes géomorphologiques (pente, lithologie et occupation des sols). Ainsi, 80 relevés phytosociologiques ont été réalisés selon la méthode classique, consistant à dresser la liste exhaustive des espèces végétales vasculaires présentes sur une superficie de 400 m<sup>2</sup>. Chaque relevé a été effectué sur une placette dendrométrique de 400 m<sup>2</sup> (20 m × 20 m), subdivisée en quatre quadrats de 10 m<sup>2</sup> répartis de manière homogène sur l'ensemble de la surface. Ces sous-unités ont permis de recueillir des données phytosociologiques précises sur la végétation herbacée, les arbustes et les espèces du sous-bois présentes au sein de la placette (Kent & Coker, 1992 ; Avery & Burkhart, 2015). Les relevés ont été réalisés entre 2018 et 2021, principalement au printemps (mars à mai), avec des campagnes complémentaires en automne (octobre à novembre).

### **4.3. TRAITEMENT DES DONNÉES**

Avec 80 relevés, on dispose d'une matrice comportant 80 relevés et 390 espèces. Pour analyser ces données floristiques, celles-ci doivent être présentées sous forme de tableau croisant les espèces observées dans l'ensemble des stations. En général, les espèces sont disposées en lignes et les stations en colonnes. Toutefois, comme il s'agit ici d'un tableau de contingence (ou tableau de fréquences), celui-ci peut être transposé, plaçant ainsi les stations en lignes et les espèces en colonnes (Dufrêne et *al.*, 1997). Les analyses quantitatives nécessitent que les classes de recouvrement (échelle de Braun-Blanquet à 6 ou 7 degrés : r, +, 1, 2, 3, 4, 5) soient transformées en unités numériques. Dans notre cas, nous avons opté pour une codification en présence/absence, car dans la majorité des cas, les résultats de l'AFC sont très proches de ceux obtenus avec l'abondance-dominance.

Ainsi, une matrice codée de 80 relevés (en lignes) par 390 espèces (en colonnes) a été élaborée, et une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été appliquée. Ce type d'analyse permet une exploitation systématique des données en regroupant les relevés similaires et en éloignant ceux qui diffèrent, sur la base de leur composition floristique. De la même manière, les espèces sont rapprochées ou éloignées en fonction de la fréquence avec laquelle elles se retrouvent associées dans les mêmes relevés (Lacoste et Roux, 1971). Lorsque la délimitation de groupes homogènes est difficile (nuage de points sans discontinuité nette), il est possible de recourir à une classification hiérarchique ascendante (CHA). Le principe de cette méthode est de regrouper les relevés présentant un degré de similarité suffisant pour être inclus dans un même ensemble. Cette analyse aboutit à la construction d'un arbre, ou dendrogramme, dont chaque branche regroupe un certain nombre de relevés affins, identifiés par leurs numéros. Elle permet ainsi de définir plus aisément les limites des groupes dans le nuage de points issu de l'AFC.

Pour l'analyse des données, nous avons utilisé l'environnement de programmation R, associé à son interface RStudio. Il convient de rappeler que cet environnement, entièrement gratuit, offre de nombreuses fonctionnalités adaptées au traitement des données écologiques.

### **4.4. RESULTATS**

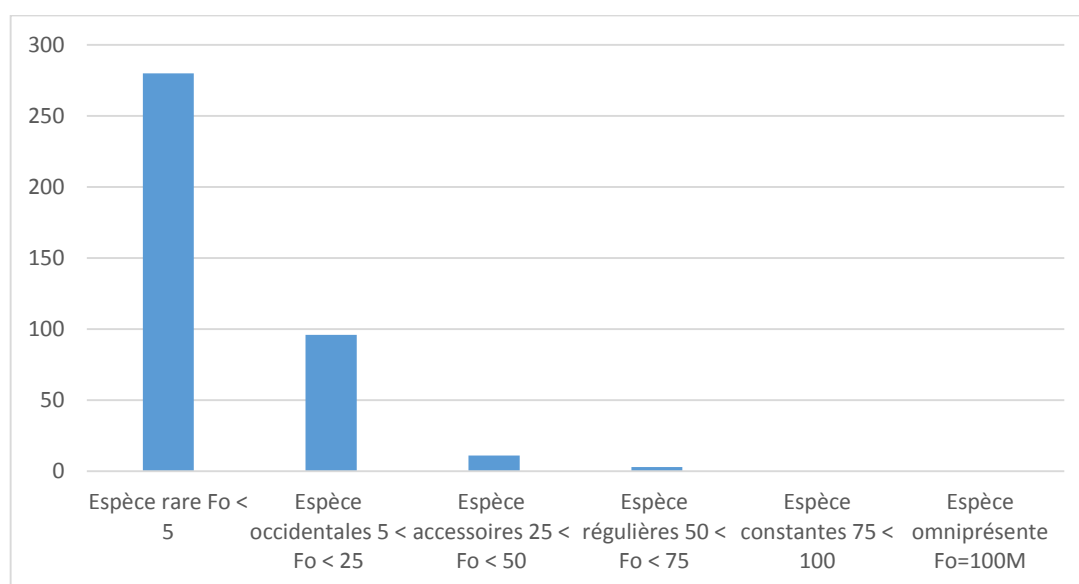
#### **4.4.1. Indice d'occurrence ou la constance (C%)**

Pour compléter l'analyse floristique, un calcul de la constance (ou indice d'occurrence) a été effectué sur l'ensemble des 80 relevés. Cet indice, exprimé en pourcentage, correspond à la fréquence d'apparition de chaque espèce dans les relevés étudiés. En fonction de leur pourcentage de présence, on distingue : les espèces rares (0–5 %), accidentelles (5–25 %), accessoires (25–50 %), régulières (50–75 %), constantes (75–95 %) et omniprésentes (95–100 %). Cette donnée est utile pour identifier les espèces

caractéristiques ou fidèles à un groupement, et d'évaluer leur importance écologique au sein des habitats étudiés.

La Figure 20 illustre la répartition des espèces selon leur occurrence. Il en ressort que 280 espèces sont considérées comme rares, 96 comme accidentelles, 11 comme accessoires, et seulement 3 comme régulières, ce qui met en évidence une forte dominance des espèces à faible fréquence dans la région étudiée.

Une grande part de la diversité floristique des pénides apparaît relativement fragile, puisqu'elle est constituée pour une bonne part d'espèces peu fréquentes ne formant pas des populations bien installées. Dans de tels cas les résultats des analyses multivariées sont difficiles à expliquer (Medjahdi, 2010).



**Figure 20:** Histogramme L'indice d'occurrence.

#### 4.4.2. Analyse factorielle des correspondances

L'AFC des 80 relevés montre, sur la carte de répartition des relevés dans le plan 1-2, un nuage de points sans discontinuité nette. Cette absence de structure marquée s'explique par l'importance des espèces peu fréquentes et très peu abondantes. Dans cette situation il devient difficile de mettre en évidence des groupes et même de dégager une signification écologique claire des axes de l'AFC. Dans ce type de cas, Jauffret (2001) recommande d'« exclure, lors des traitements statistiques, les espèces présentes une seule fois dans l'ensemble des relevés, afin de faciliter l'interprétation écologique des axes ».

Nous avons éliminé toutes les espèces présentes une seule fois dans l'ensemble des relevés. L'analyse s'appuie donc sur 80 relevés et 270 espèces.

**Tableau 14:** Résultats de l'AFC (Matrice sans les espèces rares).

Axes	1	2	3	4	5
Valeur propres	0.489	0.335	0.248	0.234	0.217
% d'inertie	6.595	4.954	4.527	3.342	3.164

Le Tableau 14 résume, pour les cinq premiers axes, les valeurs propres et le pourcentage d'explication. Les valeurs propres et les taux d'inertie, relativement élevés pour le premier axe, deviennent très faibles et pratiquement constants à partir du troisième axe. Pour l'interprétation des résultats nous nous sommes limités aux deux premiers axes factoriels. Le plan factoriel des axes 1 et 2 absorbe le maximum d'informations, près de 11,5 %. Il est d'usage d'exploiter les contributions relatives de chaque taxon pour interpréter le gradient écologique porté par les deux premiers axes, en comparant les exigences écologiques des espèces situées de part et d'autre de l'axe considéré (Fig. 21 et 22). Dans notre cas, les espèces opposées aux extrémités des deux axes n'ont pas de signification écologique marquée. Sur le premier axe factoriel, les espèces à forte contribution (CTR) s'opposent de la manière suivante :

Côté Positif de l'axe 1 Espèce	CTR	Côté négatif de l'axe 1 Espèce	CTR
<i>Astragalus sesameus</i>	0,96	<i>Cynosurus echinatus</i>	0,87
<i>Hedypnois rhagadioloides</i>	0,91	<i>Centaurium erythraea subsp. majus</i>	0,87
<i>Spergula fallax</i>	0,88	<i>Coris monspeliensis</i>	1,33
		<i>Helianthemum viscarium</i>	0,90

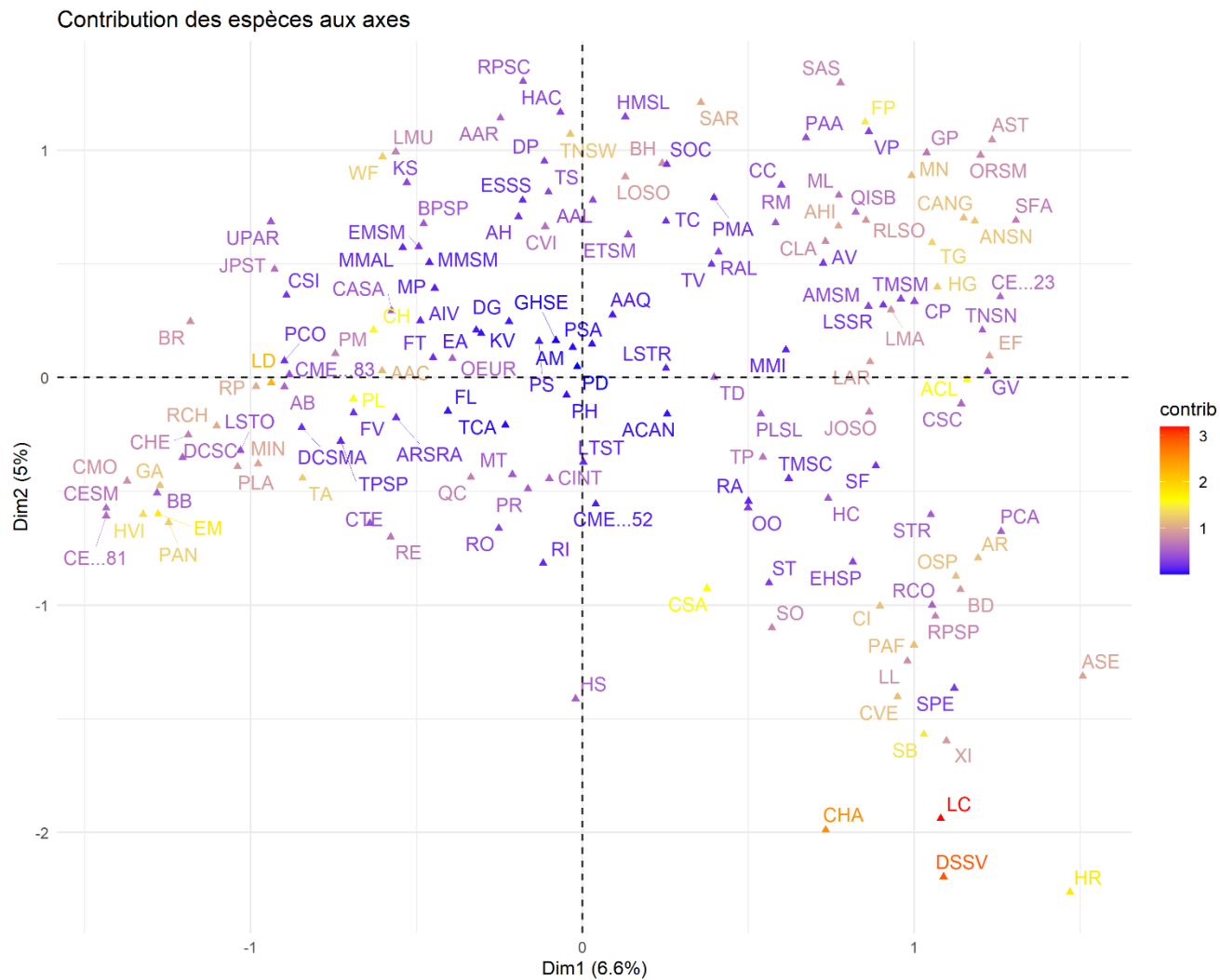
Alors que sur l'axe 2 s'opposent les espèces suivantes :

Côté négatif de l'axe 2 Espèce	CTR	Côté positif de l'axe 2 Espèce	CTR
<i>Hedypnois rhagadioloides</i>	2,89	<i>Reseda phyteuma subsp. collina</i>	1.30
<i>Diplotaxi virgata</i>	5,45	<i>Sonchus asper</i>	1.29
<i>Carex halleriana</i>	5,22	<i>Hypochaeris achyrophorus</i>	1.16
<i>Lotus creticus</i>	5,67	<i>Hordeum murinum subsp. leporinum</i>	1.14
<i>Xeranthemum inapertum</i>	1,44		

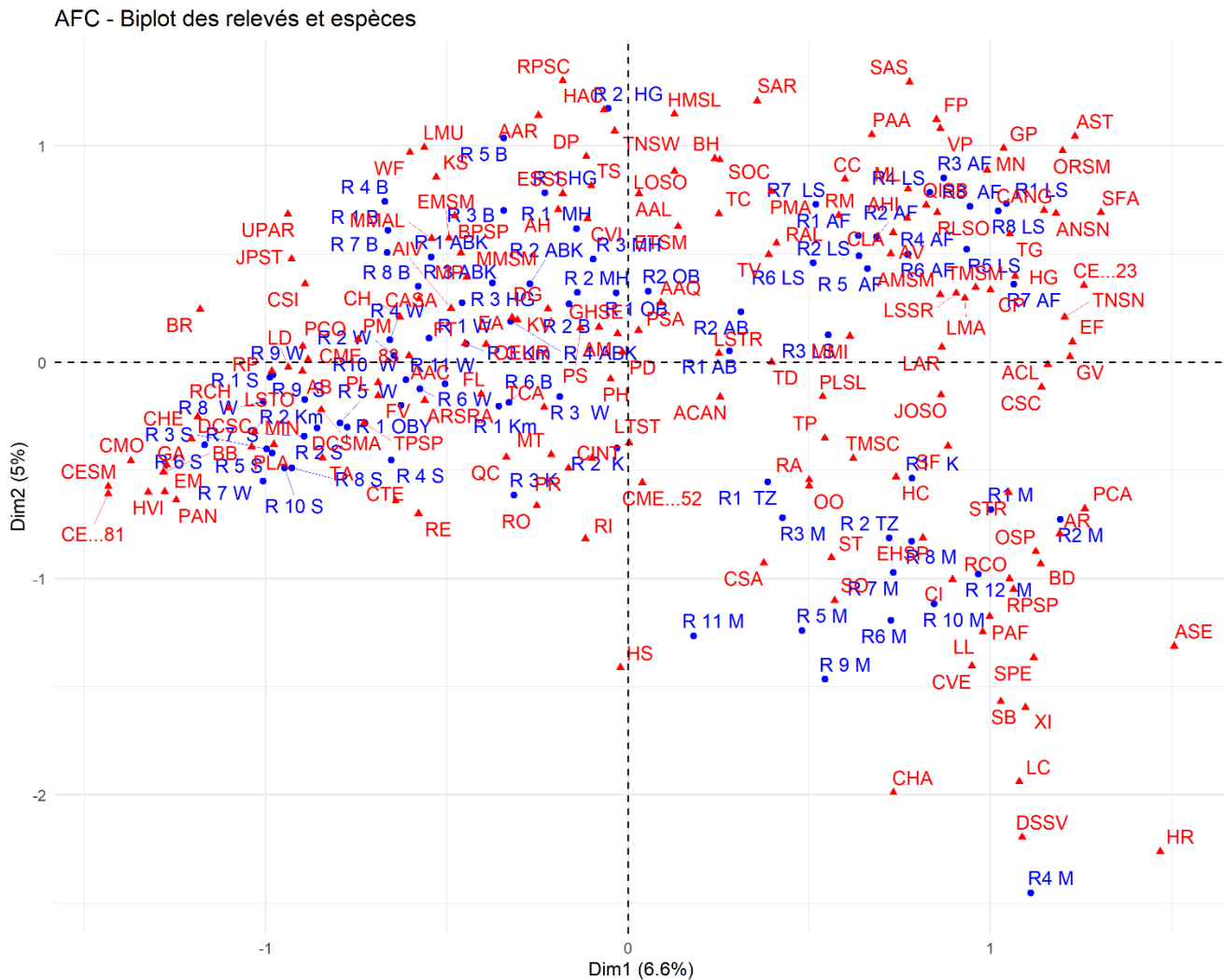
En effet, dans l'ensemble, ces espèces ne présentent pas de traits écologiques majeurs permettant de dégager de véritables gradients. Il s'agit principalement de thérophytes arvenses et rudérales, à l'exception de celles situées du côté négatif de l'axe 1. La plupart des travaux Fennane (1988) et Medjahdi (2010), précisent que l'absence d'un cortège floristique propre aux pinèdes est la cause de sa faible valeur phytosociologique au Maroc et en Oranie. Medjahdi (2010) ajoute "Au Trara l'infidélité floristique est monnaie courante dans les pinèdes pures ou mélangées".

L'infidélité floristique (ou l'absence d'un cortège d'espèces caractéristiques) observée dans les plantations de pin d'Alep s'explique par la création de communautés végétales atypiques (Acherar et al., 1984 et

Mouillot et al., 2005) Ce phénomène est fréquent dans les reboisements de résineux, toutes zones biogéographiques confondues (FOA, 2010 et Blondel & Aronson 1999).

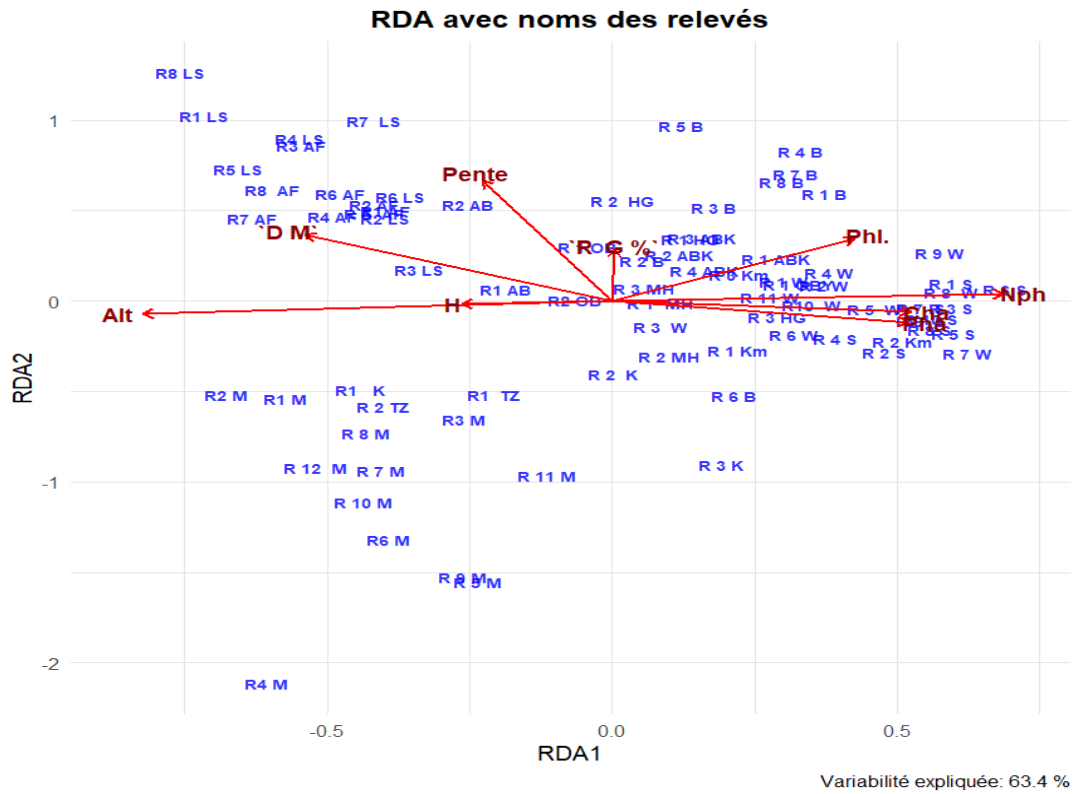


**Figure 21:** Plan factoriel des espèces selon les axes 1 & 2.

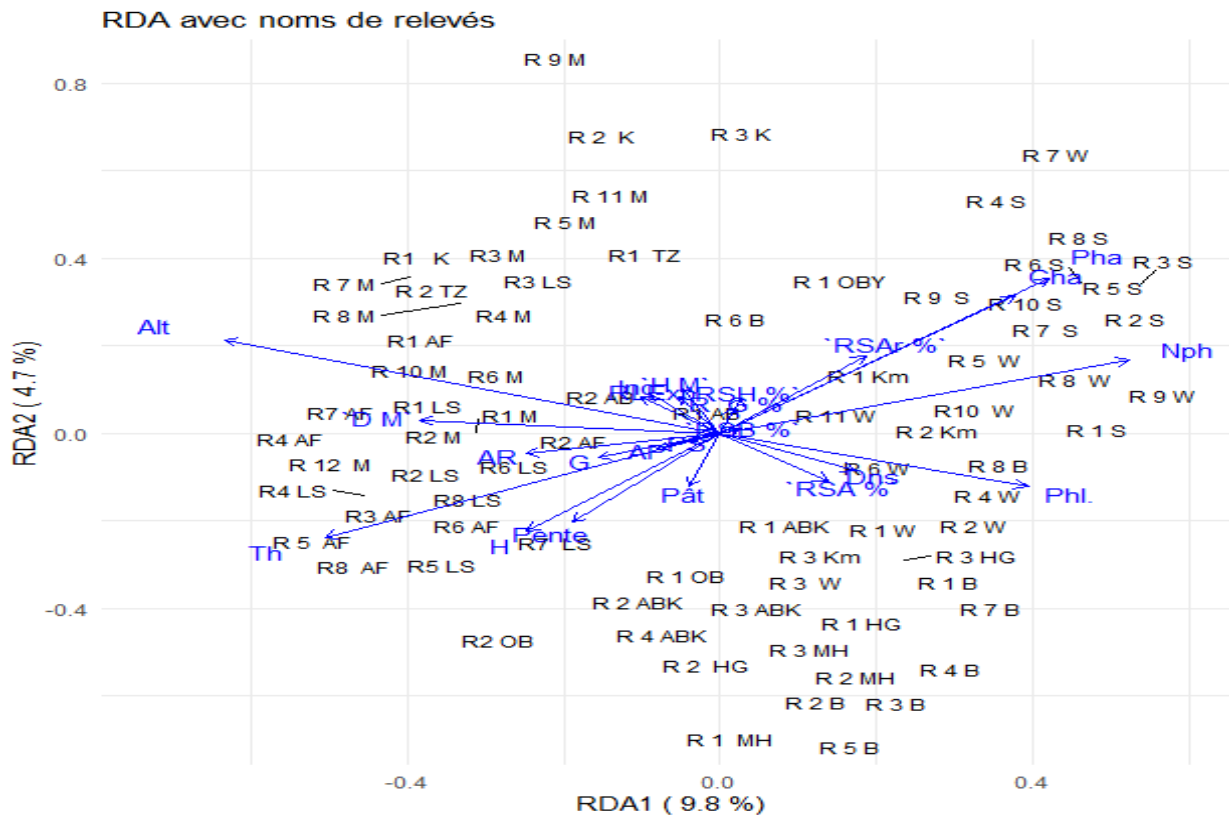


**Figure 22:** plan factoriel (espèces/relevés) selon les axes 1 et 2.

Pour résoudre cette problématique, nous avons utilisé l'analyse de redondance (RDA), une méthode permettant d'établir des liens directs entre les espèces et les variables environnementales (sol, climat, etc.). Contrairement à l'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances), la RDA intègre explicitement les paramètres environnementaux, ce qui permet d'identifier les facteurs influençant la distribution des espèces, même dans des écosystèmes anthropisés (Legendre & Legendre, 2012 ; Dray et *al.*, 2003 et Baeza et *al.*, 2007). Nous avons associé au fichier de relevés floristiques (espèces x relevés) une seconde matrice décrivant les conditions écologiques (altitude, pente, densité, recouvrement global, recouvrement de la strate arborescente, recouvrement de la strate arbustive, recouvrement de la strate herbacée, pourcentage de thérophytes, chaméphytes, etc.). L'analyse de redondance (RDA) nous a permis d'obtenir le plan factoriel présenté en (Fig. 23 et 24).



**Figure 23:** plan factoriel du RDA explicatif de l'AFC selon les axes 1 et 2.



**Figure 24:** plan factoriel de la RDA (relevés/ facteurs environnementaux) selon les axes 1 et 2.

L'analyse de redondance réalisée sur les matrices Relevés/ espèces et Relevés/ facteurs environnementaux expliquent 63.4 % de la variance total avec les contributions suivantes :

**Tableau 15:** contribution des facteurs environnementaux.

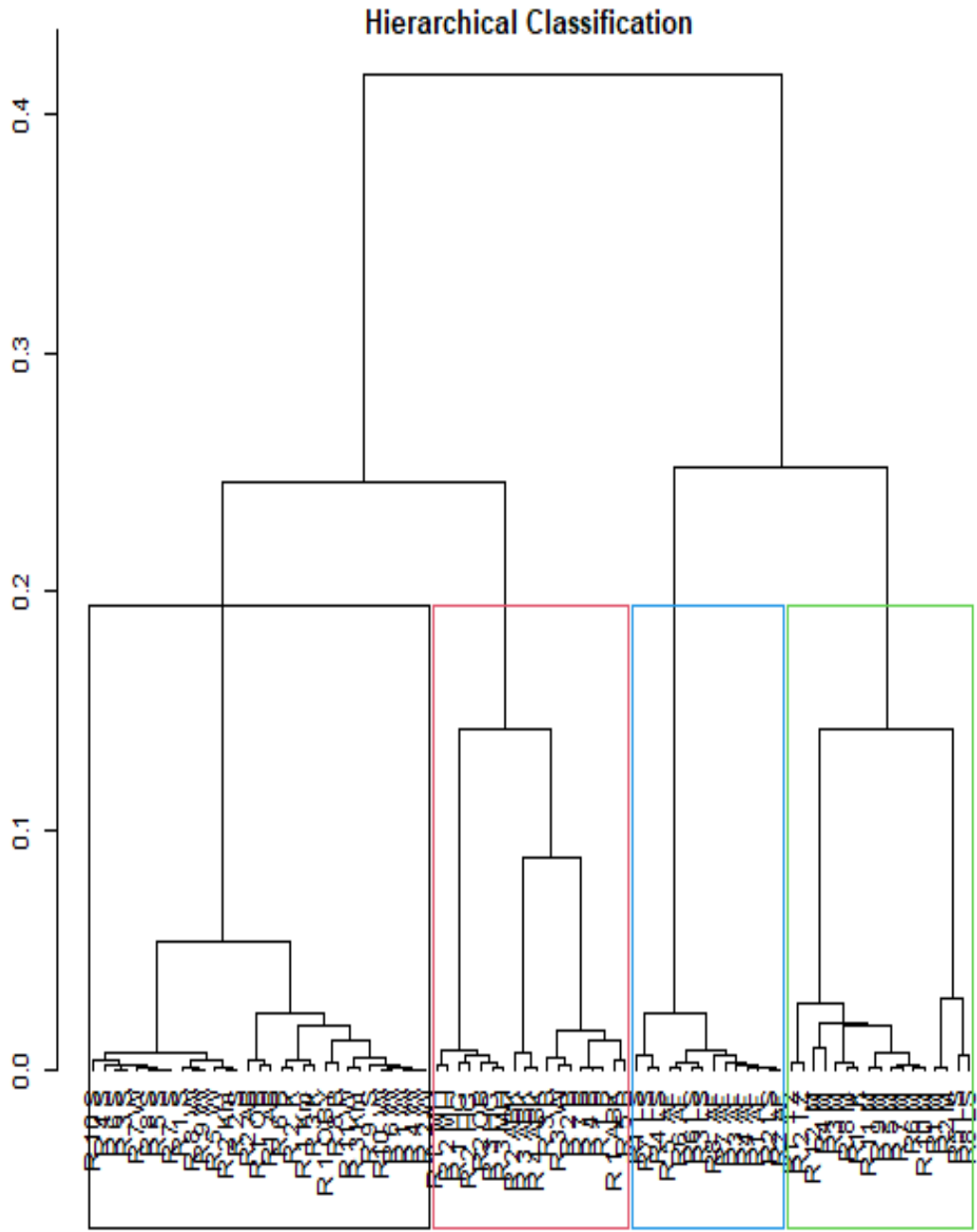
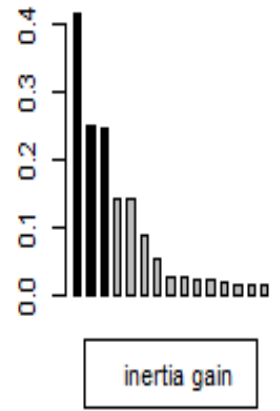
<b>Variabiles</b>	<b>Contributions</b>
Altitude	0.9181586
Pente	0.7841668
Nanophanérophyte	0.7638950
Diamètre moyen	0.7234507
Phanérophytes lianes.	0.6103400
Phanérophytes	0.5925660
Chaméphytes	0.5863570
% Recouvrement global	0.3211351
Hémicryptophytes	0.2938108

Sur les Figures 23 et 24, le facteur Altitude et le diamètre moyen s'opposent nettement aux facteurs Phanérophytes, Phanérophytes lianes, Nanophanérophytes et Chaméphytes. Cet axe met en évidence un gradient décroissant de continentalité. Les relevés situés du côté négatif de l'axe 1 correspondent à des altitudes élevées ; compte tenu de la géographie de la région, les altitudes les plus élevées sont associées aux zones les plus internes. La majorité de ces relevés provient des régions de Tlemcen et de Sidi Bel Abbès. Il convient de signaler que les reboisements de ces zones sont les plus anciens, ce qui explique l'importance du diamètre moyen. À l'inverse, les reboisements situés du côté positif de l'axe 1 correspondent aux régions littorales et sublittorales, où la plupart des plantations sont récentes, caractérisées par des diamètres plus faibles et des densités élevées.

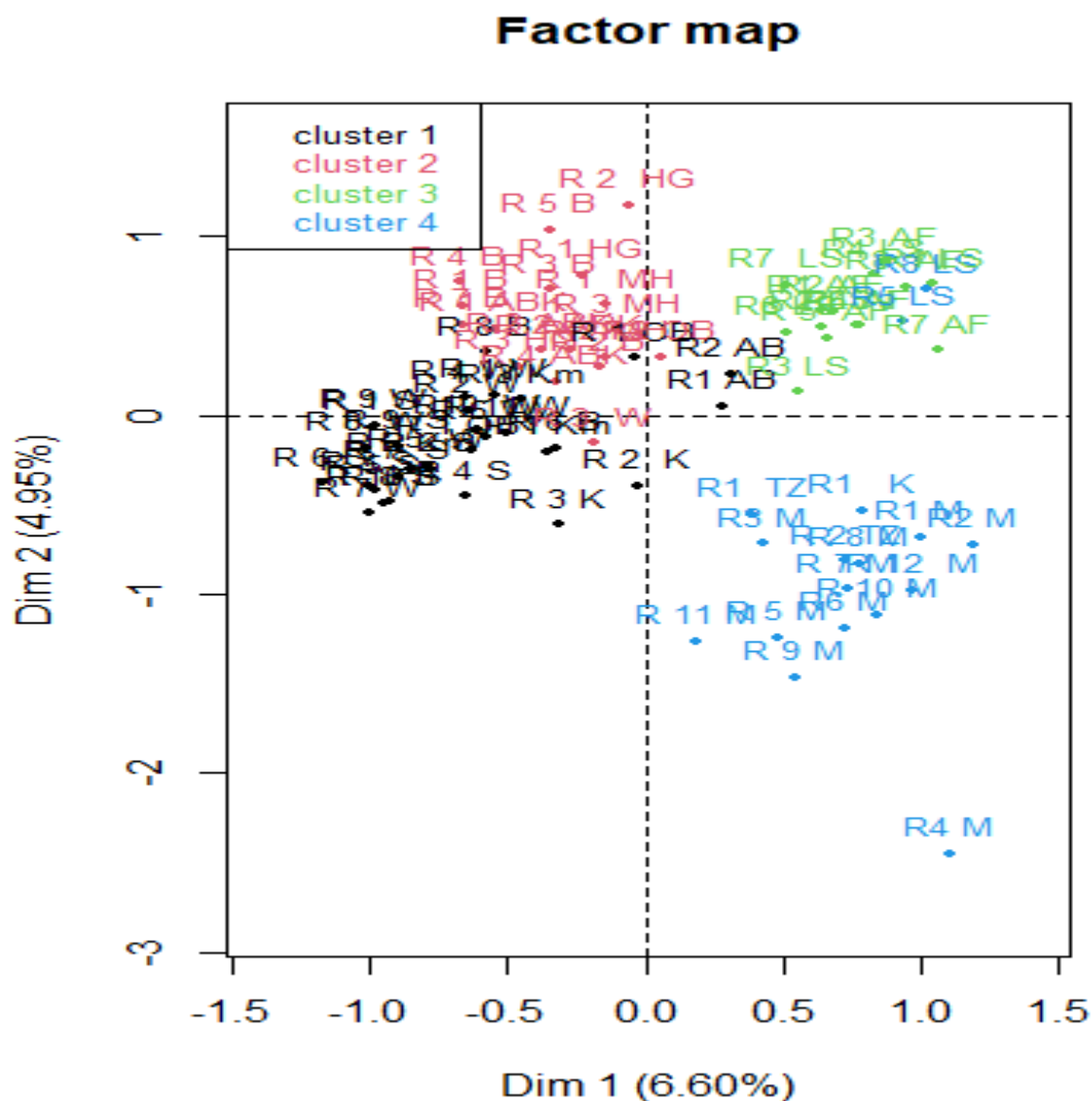
Sur l'axe 2, le recouvrement global (côté positif) s'oppose à plusieurs autres facteurs (côté négatif), tels que le pâturage et Thérophytes (importance des thérophytes). Cet axe met en évidence un gradient croissant de fermeture des milieux : plus on progresse sur cet axe, plus les reboisements sont fermés. Il faut rappeler que le côté positif du même axe est marqué aussi par l'importance des phanérophytes lianes. Ces dernières sont, pour la plupart, des espèces indicatrices des *Quercetea ilicis*, classe des formations forestières, caractérisant ainsi une ambiance typiquement forestière.

Nous allons maintenant reprendre notre AFC de départ et tenter d'interpréter la répartition des relevés sur le plan factoriel en fonction des gradients écologiques des premiers et deuxièmes axes. La réalisation d'une classification hiérarchique ascendante (CHA) sur la matrice relevés/espèces nous a permis d'obtenir les (Fig. 25 et 26).

# Hierarchical Clustering



**Figure 25:** Schémas du dendrogramme de la CAH issue de l'analyse de la matrice sans les espèces rares.



**Figure 26:** Représentation des groupes de relevés sur le plan factoriel.

L'examen des Figures 25 et 26 nous a permis de mettre en évidence 5 groupes. Le groupe de relevés en noir a été divisé en deux sous-groupes, les groupes rouge, bleu, et vert en un seul groupe. Avant d'interpréter les différents groupes de relevés, il est important de rappeler quelques faits sur la végétation de la zone d'étude. Comme partout en région méditerranéenne, la première ceinture de végétation forestière qui succède aux formations psammohalophiles du littoral ceinturant la mer est principalement occupée par le genévrier rouge, souvent associé au *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*. Ce groupement est très riche en espèces psammohalophiles ainsi qu'en espèces caractéristiques des tétraclinaies. Ces dernières dominent progressivement, marquant le passage des juniperaies aux tétraclinaies, formation forestière qui s'installe immédiatement après. Les tétraclinaies occupent d'importantes superficies en Oranie, et plusieurs auteurs y ont reconnu de nombreuses associations.

Alcaraz (1982) a décrit une dizaine d'associations, différenciées principalement par la nature du substrat, distinguant ainsi les tétraclinaies sur sols de terra rossa et celles sur sols calcaires, sous différents étages bioclimatiques (subhumide et semi-aride) avec leurs variantes thermiques (chaude, tempérée et froide). Hadjadj-Aoul (1995), de son côté, identifié une vingtaine d'associations liées à cette essence.

Chaque association a été classée, décrite et caractérisée par des espèces indicatrices. Toutefois, malgré l'importance de ces travaux, ils sont restés limités à l'étude des tétraclinaies, sans aborder la transition de celles-ci avec les autres formations. Dans un travail plus récent, Medjahdi et Letreuch-Belarouci (2017) ont décrit, dans les monts des Trara, la dynamique de la végétation depuis le littoral jusqu'aux versants sud du massif. La tétraclinée de cette partie de l'Oranie est principalement représentée par le *Calycotomo intermediae-Tetraclinetum articulatae* (Barbéro et al., 1981), subdivisé en trois sous-associations : *pinetosum halepensis* (Fennane, 1988), *oleetosum sylvestris* (Hadjadj-Aoul, 1995) et *lavanduletosum stoechadis* (Medjahdi & Letreuch, 2017). Cette formation occupe d'importantes surfaces. À l'inverse, le *Rhamno rotundifolii-Juniperetum turbinatae* (Quézel et al., 1988) est très localisé sur les substrats gréseux proches de la mer. La transition entre ces deux associations est souvent assurée par le *Rosmarino tournefortii-Tetraclinetum articulatae* (Fennane, 1988), qui s'étend largement sur les substrats marneux-calcaires littoraux. Dans les stations particulièrement marquées par un microclimat humide et un substrat acide (oueds, bas-fonds), la végétation tend à évoluer vers un climax à chêne kermès, comparable à celui du Rif. Toutefois, la fréquence des incendies empêche généralement cette évolution, d'où l'importance de l'*Erico arboreae-Myrtetum communis* (Quézel et al., 1988, ainsi que la présence du *Tetraclino articulatae-Phillyreetum latifoliae* (Hadjadj-Aoul, 1995) dans les zones épargnées par le feu. Plus à l'ouest apparaît le *Periploco laevigatae-Tetraclinetum articulatae* (Benabid, 1984), dont l'aire est le plus souvent reboisée par le pin d'Alep. La dégradation des formations précédentes conduit à des groupements tels que le *Lavandulo dentatae-Ericetum multiflorae* (Hadjadj-Aoul, 1995), le *Saturejo fontanessi-Lavanduletum dentatae* (Medjahdi et Letreuch, 2018), le *Cisto monspeliensis-Lavanduletum dentatae* (Medjahdi et Letreuch, 2018), ainsi qu'à des matorrals bas clairs à *Pistacia lentiscus* et *Arisarum vulgare*. Ailleurs en Oranie on peut observer en plus des associations précite d'autres comme : *Rho pentaphyllae-Tetraclinetum articulatae* Hadjadj-Aoul (1988) Groupement arbustif xéro-thermophile dominé par le Thuya occupant les versants sud des sahels littoraux oranais depuis Murdjadjo jusqu'à Mostaganem, en bioclimat semi-aride chaud à tempéré.

À l'intérieur du Tell, sur les piémonts, la tétraclinée assure la transition avec la yeuseraie (chêne vert) dans la région de Tlemcen, puis avec les pinèdes à pin d'Alep plus à l'est, dans les régions de Sidi Bel Abbès et Silissen. Les associations qui assurent cette transition sont caractérisées par la présence simultanée du thuya, du chêne vert et, assez souvent, du pin d'Alep. *Lavandulo dentatae-Tetraclinetum*

*articulatae* (Dahmani, 1984), cette tétraclinaie se présente sous forme de matorral élevé ou moyen, généralement clair, localisé sur des substrats variés, à l'étage thermo-méditerranéen, en bioclimat semi-aride tempéré, dans les Monts de Tlemcen (Dahmani, 1984 ; Hadjadj-Aoul, 1988). *Rhamno-oleoidis-Tetraclinetum articulatae* (Hadjadj-Aoul & Loisel, 1999), tétraclinaie d'altitude (500 à 1200 m) située à l'intérieur des terres, en bioclimat semi-aride supérieur, voire localement subhumide tempéré. *Ampelodesmo mauritanicae-Tetraclinetum* (Hadjadj-Aoul & Loisel, 1999), association répandue dans tout l'Atlas tellien oranais, depuis les Monts de Tlemcen à l'Ouest jusqu'aux Monts de Frenda. Elle occupe principalement l'étage thermo-méditerranéen, mais atteint localement l'étage mésoméditerranéen. *Quercetum cocciferae-rotundifoliae* (Hadjadj-Aoul & Loisel, 1999), chênaie mixte de l'étage thermo-méditerranéen, comprise entre 600 et 1100 m d'altitude, en ambiance semi-aride ou subhumide, dans les variantes tempérée et fraîche de l'Atlas tellien oranais.

Les principales formations à chêne vert ont d'abord été décrites par Alcaraz (1982), qui a reconnu une dizaine d'associations, puis par Dahmani & Loisel (2002). Ces derniers ont confirmé et précisé cette typologie. Le chêne vert apparaît tout d'abord en zone littorale et sub-littorale, développé au sommet du thermoméditerranéen sous forme de taillis élevés et denses constituant l'association *Pistacio lentisci-Quercetum rotundifoliae* (Dahmani, 1997), dominée par *Quercus ilex*, *Pistacia terebinthus*, *Phillyrea latifolia* et *Quercus coccifera*, notamment dans les monts du Tessala et de Tiaret. La dégradation de cette yeuseraie thermophile converge souvent vers un matorral dominé par le chêne vert, *Calicotome intermedia* et *Chamaerops humilis*, formant le *Calicotome intermediae-Quercetum rotundifoliae* (Dahmani, 1997), abondant dans les monts de Tlemcen. En altitude lui succède le *Festuco triflori-Quercetum rotundifoliae* (Dahmani, 1984), une chênaie verte mésoxérophile à *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*, *Balansaea glaberrima*, *Silene italica* subsp. *patula*, *Festuca triflora*, *Bunium alpinum*, etc. Elle domine dans les monts de Tlemcen où elle conserve un aspect forestier marqué par la présence d'espèces exigeantes telles que *Viburnum tinus* et *Ruscus aculeatus*. Par contre, elle tend à se matorraliser et ces espèces sont progressivement remplacées par *Pistacia terebinthus*, *Jasminum fruticans*, *Calicotome spinosa*, *Genista tricuspidata*, plus héliophiles et révélatrices d'une action anthropique plus intense. C'est sous cet aspect médiocre que le *Festuco-Quercetum* se retrouve de façon très localisée dans le semi-aride supérieur frais, notamment au niveau des monts de Daïa et de Saïda. Mais, le plus souvent, cette chênaie forestière a disparu, laissant place à des taillis du *Genisto-Calicotomion* dans le sub-humide frais, voire à des pelouses du *Thero-Brachypodion* (*Filago spathulatae-Plantaginatum lagopi*) (Dahmani, 1997).

Dans le semi-aride frais, la dégradation, généralement plus poussée, favorise le développement de matorrals xériques du *Genisto atlanticae-Cistion villosi* (Dahmani, 1984), mieux adaptés à des

conditions plus contraignantes d'aridité et de surpâturage. Cette alliance est représentée, dans un premier temps, par des taillis très clairs à chêne vert et genévrier oxycèdre *Centaureo tenuifoliae-Genistetum atlanticae* (Dahmani, 1984), ou par des taillis sous-futaie de pin d'Alep et chêne vert *Helianthemo racemosi-Genistetum atlanticae* (Dahmani, 1984), accompagnés d'espèces de matorrals telles que *Genista atlantica*, *Cistus villosus*, *Thymus munbyanus*, *Rosmarinus eriocalyx*, *Stipa tenacissima*. À un stade plus avancé de dégradation, ces espèces se substituent complètement aux arbres, annonçant une steppisation progressive *Helianthemo pilosi-Thymetum munbyani* (Dahmani, 1984). Le stade ultime est représenté par des pelouses xériques du *Thero-Brachypodium* (*Echinario capitatae-Euphorbietum falcatae*) (Dahmani, 1997).

Enfin dans les monts de Daya, Telagh, environ de Saïda les forêts de Pin d'Alep et de Thuya, qui se développent entre 700 et 1300 m de l'étage thermo-méditerranéen sont rattachées aux *Genisto quadriflorae-Tetraclinetum articulatae* (Hadjadj-Aoul & Loisel, 1999)

#### **4.4.3. Interprétation des groupes:**

##### 4.4.3.1. Groupe 1: (*Calycotomo intermediae-Tetraclinetum articulatae*).

Ce groupe comprend 21 relevés (R1S, R8W, R9W, R6W, R1Km, R2S, R2Km, R10W, R1W, R2W, R5W, R9S, R11W, R10S, R7W, R3S, R4S, R8S, R5S, R7S, R6S). La majorité de ces relevés ont été réalisés dans la forêt de Sassel ainsi que dans la forêt de Wzert, située un peu au-delà de celle de Sassel. Seuls deux relevés de ce groupe proviennent du reboisement d'El Amir Abd el Kader. Ces trois forêts sont toutes situées à proximité du littoral. L'examen du Tableau 16 nous a permis de rattacher ce groupe de relevés à l'association *Calycotomo intermediae-Tetraclinetum articulatae* Barbéro, Quézel & Rivas-Martinez 1981. Cette dernière regroupe des pinèdes bienvenues

Pour rappel, cette association, décrite par Barbéro et al., (1981) dans le Rif, avait été initialement rattachée à l'alliance des *Asparago-Rhamnion* des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*. Benabid (1982) l'a ensuite rattachée à l'*Oleo sylvestri-Quercion rotundifolio-Suberis* Barbéro, Quézel et Rivas-Martinez, 1981, et donc aux *Quercetalia ilicis*, afin de souligner le caractère sylvatique des relevés qu'il avait réalisés, pour la plupart, dans des zones maraboutiques. En effet, dans la plupart des relevés de cet auteur, on remarque une bonne représentation des espèces des *Quercetalia ilicis*, associées à celles des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*. Alors que, les relevés réalisés par Fennane en 1988, en complément du travail précédent, ne présentent presque aucune caractéristique de l'*Oleo-Quercion*. C'est pourquoi il a paru plus judicieux de maintenir cette association dans l'ordre des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*. Les structures bien protégées décrites par Benabid (1982) pourraient toutefois constituer une autre unité intégrable aux *Quercetalia ilicis*, représentant ainsi une association particulière.

Le *Calycotomo intermediae-Tetraclinetum articulatae*, dont les principales caractéristiques sont la présence de *Tetraclinis articulata*, *Calycotome intermedia*, *Quercus coccifera* et *Quercus rotundifolia*, a été subdivisé en plusieurs sous-associations. Ainsi, Fennane (1982) a mis en évidence deux sous-associations au sein de cette unité :

- La sous-association *tetraclinetosum articulatae*, qui se présente sous forme de matorral arboré assez dense en raison de l'importance des essences secondaires. *Ceratonia siliqua* et *Chamaerops humilis* en constituent les principales différentielles. Les espèces des *Pistacio-Rhamnetalia* (telles que *Pistacia lentiscus*, *Osyris quadripartita*, *Rhamnus lycioides*...) et celles des *Quercetalia ilicis* (*Olea europaea* var. *oleaster*, *Phillyrea media*, *Arisarum vulgare*, *Smilax aspera*...) y sont très bien représentées. Parfois, les espèces des *Quercetalia ilicis* dominent très nettement, notamment dans les stations les plus protégées
- La sous-association *pinetosum halepensis* est représentée par les forêts où le Pin d'Alep domine nettement le paysage. Cette présence importante du Pin d'Alep semble être liée en grande partie à des conditions écologiques particulières, plutôt qu'à une simple dégradation d'autres formations. La sous-association *pinetosum* est très pauvre en espèces caractéristiques de l'ordre et de la classe, mais elle est en revanche riche en espèces de dégradation : *Globularia alypum*, *Anthyllis cytisoides* et *Cistus villosus* peuvent être retenues comme différentielles.

En 1988, Fennane rattache une partie des peuplements (notamment les peuplements mixtes des régions d'Aknoul) de cette sous-association à une nouvelle association : le *Tetraclino-Pinetum*. Cependant, pour les autres formations, également mixtes mais situées sur les versants méditerranéens, il les considère comme appartenant encore au *Calycotomo-Tetraclinetum*, et qu'il subdivise alors en trois sous-associations :

- *tetraclinetosum*, qui constitue la sous-unité type, de loin la plus importante ;
- *pinetosum*, développée sur terrains marno-calcaires et colluvionnés ;
- *calycotometosum villosae*.

Quant à Hadjadj- Aoul (1995), il distingue également trois sous-associations :

- La sous-association *ericoetosum arboreae*, caractérisée par un cortège floristique à dominante calcifuge, avec notamment *Erica arborea* et *Arbutus unedo*.
- La sous-association *daphnetosum gnidii*, individualisée par la présence de *Daphne gnidium* et *Arisarum vulgare*, ainsi que la quasi-constance de *Brachypodium ramosum*.

- La sous-association *oleetosum sylvestris*, dont le cortège floristique est assez proche de celui des deux sous-associations précédentes, mais où *Olea europaea* var. *sylvestris* est nettement plus fréquent. *Brachypodium ramosum* y est également quasi constant.

À la suite de la synthèse des travaux de Fennane (1984, 1988) et de Hadjadj-Aoul (1995), Medjahdi (2010) a proposé une nouvelle subdivision de ladite association :

- La sous-association *pinetosum halepensis* (Fennane, 1988)
- La sous-association *oleetosum sylvestris* (Hadjadj-Aoul, 1995)
- La sous-association *lavandulosum stoechadis* (Medjahdi, 2010) (= *eriocetosum arboreae*) (Hadjadj-Aoul, 1995)

L'examen du Tableau 16 nous a permis de distinguer trois ensembles de relevés se rattachant à cette association. Ces groupes sont particulièrement marqués par la constance du Pin d'Alep et, dans une moindre mesure, du Thuya (*Tetraclinis articulata*) et du Calycotome (*Calycotome intermedia*), auxquels s'ajoutent les espèces caractéristiques des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* et des *Quercetea ilicis*. Les espèces des *Cisto-Rosmarinetea* sont également bien représentées, notamment *Lavandula dentata*, présente dans la quasi-totalité des relevés. Si le rattachement global de ces relevés à l'association ne fait aucun doute, la distinction des sous-associations demeure plus délicate, car elle suppose de choisir entre les différentes classifications proposées dans la littérature.

Dans un premier temps, il semblait évident que nos relevés se rattachent à la sous-association *pinetosum halepensis*, en raison de l'importance, voire de la dominance du Pin d'Alep dans la strate arborescente. Toutefois, les autres caractéristiques de cette sous-association apparaissent beaucoup moins marquées. En effet, l'analyse des relevés met en évidence une nette dominance des espèces des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* et des *Quercetalia ilicis*, telles que *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea*, *Phillyrea* sp., *Arisarum vulgare*, *Smilax aspera*. Or, la sous-association *pinetosum halepensis* devrait normalement être dominée par des espèces des *Cisto-Rosmarinetea*.

Il paraît donc plus pertinent d'adopter la classification de (Fennane, 1988), selon laquelle nos relevés se scindent en deux ensembles :

- un premier, où le Thuya est bien représenté ;
- un second, où le Thuya est presque absent et où la strate arbustive est dominée uniquement par le Pin d'Alep.

Ces ensembles correspondent respectivement aux sous-associations *tetraclinetosum articulatae* et *pinetosum halepensis*.

La sous-association *tetraclinetosum articulatae* est représentée par des matorrals arborés dominés par le Thuya, et souvent accompagnée d'un cortège assez riche d'espèces secondaires caractéristiques des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* (*Pistacia lentiscus*, *Ampelodesma mauritanica*...), des *Quercetalia ilicis* (*Olea europaea*, *Phillyrea sp*, *Smilax aspera*), ainsi que des *Cisto-Rosmarinetea* (*Lavandula dentata*, *Cistus monspeliensis*...). Comme au Maroc, *Chamaerops humilis* y constitue une espèce caractéristique notable, alors que *Ceratonia siliqua* y fait défaut. Par la constance de *Lavandula dentata*, ce groupe de relevés présente de grandes similitudes avec la sous-association *tetraclinetosum articulatae*, variante à *Lavandula dentata*, décrite dans le Rif par (Quèzel et al., 1988).

La sous-association *pinetosum halepensis* est représentée par des formations où le Pin d'Alep domine largement la strate arborescente, conférant au paysage un faciès forestier clairsemé. Elle se caractérise par une relative pauvreté en espèces de l'ordre et de la classe, et par un cortège de dégradation comprenant notamment *Globularia alypum* et beaucoup de thérophytes. Les espèces des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* et des *Quercetea ilicis* y restent néanmoins bien représentées ; dans les stations les plus favorables, elles peuvent dominer la strate arbustive. Ce faciès rappelle les peuplements mixtes décrits par (Fennane, 1988), parfois rattachés au *Tetraclino-Pinetum*, mais qui, dans notre cas, s'intègrent plus logiquement au sein du *Calycotomo-Tetraclinetum articulatae* sous sa variante *pinetosum halepensis*.

Enfin, un troisième ensemble de relevés (R1S, R9W et R2Km) semble se rattacher au *Rhamno rotundifolii-Juniperetum turbinatae* Quèzel, Barbéro, Benabid, Loisel & Rivas-Martínez 1988, plus précisément à la sous-association *quercetosum cocciferae*, définie par Amié (1991). Celle-ci assure la transition avec le groupement à thuya (*Calycotomo intermediae-Tetraclinetum articulatae*), dont elle partage la plupart des caractéristiques.

**Tableau 16:** Groupe 1 (Calycotomo intermediae-Tetraclinnetum articulatae).

RELEVÉ	R 1	R 8	R 9	R 1	R 2	R 2	R 6	R10	R 1	R 2	R 5	R 9	R11	R 10	R 7	R 3	R 6	R 4	R 8	R 5	R 7
Altitude	S	W	W	Km	S	Km	W	W	W	W	W	S	W	S	W	S	S	S	S	S	S
Exposition	55	160	156	175	45	165	200	170	181	194	188	90	196	109	162	58	83	82	43	50	100
	15	15	15	3	13	15	10	1	15	1	3	6	1	17	1	16	17	1	17	13	13
<b>Espèces caractéristiques de l'association et l'alliance</b>																					
<i>Pinus halepensis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
<i>Pistacia lentiscus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	20
<i>Chamaerops humilis.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19
<i>Calicotome intermedia</i>	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	15
<i>Quercus coccifera</i>	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	13
<i>Tetraclinis articulata.</i>	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	12
<b>Espèces des Pistacio-Rhamnetalia alaterni</b>																					
<i>Asparagus acutifolius.</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	18
<i>Olea europea</i>	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	15
<i>Phillyrea angustifolia</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	8
<i>Phillyrea latifolia</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	8
<i>Rubia peregrina.</i>	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	9
<i>Juniperus oxycedrus subsp.</i>																					
<i>Macrocarpa</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Juniperus phoenicea subsp.</i>																					
<i>Turbinata</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
<i>Aristolochia baetica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	4
<i>Carex halleriana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lonicera biflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Smilax aspera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Osiris alba</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Osyris lanceolata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cytisus fontanesii subsp.</i>																					
<i>fontanesii.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Espèces des cisto-Rosmarinea</b>																					
<i>Lavandula dentata</i>	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
<i>Macrochloa tenacissima</i>	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	11
<i>Erica multiflora</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	10
<i>Helianthemum viscarium</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	8
<i>Micromeria inodora</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	9
<i>Globularia alypum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	6
<i>Genista tricuspidata</i>	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	8
<i>Cistus heterophyllus</i>	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
<i>Rosmarinus eriocalyx</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	4
<i>Fumana thymifolia</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	5
<i>Cistus monspeliensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	4
<i>Teucrium pseudochamaepytis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	4
<i>Lavandula stoechas</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Cistus salviifolius</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3
<i>Thymus vulgaris</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Genista hirsuta subsp. erioclada</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Fumana laevipes</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Teucrium capitatum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Retama raetam subsp. Bovei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Cistus halimifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Autres</b>																					
<i>Ruta chalepensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	7
<i>Pallenis maritima</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	8
<i>Phagnalon rupestre subsp. rupestre.</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	7

<i>Phagnalon saxatile</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
<i>Trachynia distachya</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Linum strictum</i>	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Daucus carota subsp. carota.</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
<i>Asteriscus aquaticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
<i>Pallenis spinosa</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
<i>Coris monspeliensis</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4
<i>Centaurium tenuiflorum</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
<i>Daphne gnidium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Brachypodium retusum</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
<i>Centaurium erythraea subsp. majus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3
<i>Casuarina equisetifolia</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
<i>Convolvulus althaeoides subsp. Althaeoides.</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Bupleurum balansae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
<i>Ephedra altissima</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Asphodelus ramosus subsp. Ramosus.</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
<i>Plantago amplexicaulis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Plantago lagopus subsp. lagopus.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Asparagus horridus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lagurus ovatus subsp. ovatus.</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Daucus carota subsp. maximus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Foeniculum vulgare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Blackstonia perfoliata</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Ajuga iva</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Linum suffruticosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Linum tenue subsp. tenue.</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Reichardia intermedia</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Asparagus albus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Aegilops triuncialis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Anisantha tectorum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Avena barbata subsp. barbata.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Koeleria vallesiana</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Piptatherum coeruleascens</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rostraria balansae</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Andryala laxiflora</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Atractylis cancellata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Centaurea melitensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Maurantheum decipiens</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Maurantheum paludosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Diplotaxi tenuisiliqua</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Campanula rapunculus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Arenaria emarginata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Paronychia arabica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Erodium malachoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Viola arborescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rhamnus alteranus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Polygala rupestris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Plantago bellardii</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Linum trigynum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

*Medicago truncatula, Medicago minima, Helianthemum virgatum, Acacia saligna, Knautia mauritanica et Helianthemum virgatum en R11 W Hippocrepis biflora en R 1 W Helianthemum syriacum en R 10 S Helianthemum origanifolium subsp. africanum en R 8 S Helianthemum cinereum R 4 S Sedum sediforme R 7 W Teucrium polium subsp. polium et Linum usitatissimum en R 6 W Thymus saturojoides subsp. cmmutatus en R 9 S Centaurium erythraea subsp. suffruticosum en RIS*

Nous avons gardé ces trois relevés dans cette association malgré la présence d'espèces caractéristiques des junipérais (*Juniperus phoenicea subsp. turbinata* et *Juniperus oxycedrus subsp. macrocarpa*), car ces formations sont dominées par des pins bienvenants, contrairement à celles situées à proximité du littoral, sur des sols nettement sableux, où les pins, fortement morphosés par le vent, ont été écartés de notre inventaire puisqu'ils ne présentent aucun intérêt économique. Ils jouent cependant un rôle essentiellement écologique en protégeant les façades maritimes.

Deux relevés de ce groupe ont été supprimés : R1K et R2K (issus de la forêt de Melkine, culminant à près de 900 mètres d'altitude). Ils se distinguent par la présence de *Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus* et assurent la transition entre la pinède en mélangés au thuya et le chêne vert. Une étude phytosociologique spécifique devrait être consacrée à ces peuplements et à cette zone dans le futur.

#### 4.4.3.2. Groupe 2 : Groupement des reboisements mixtes

Ce groupe comprend 7 relevés (R2OB, R3HG, R1HG, R3MH, R2HG, R1MH, R2MH). Ces relevés proviennent de petits reboisements où le pin d'Alep a souvent été associé à d'autres essences forestières telles que les eucalyptus et les cyprès. Si la strate arborescente est bien présente, ces formations ne montrent cependant aucune affinité phytosociologique avec les formations forestières des deux classes des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* et des *Quercetea ilicis*. En effet, les espèces caractéristiques de ces deux classes sont à peine représentées : seuls quelques buissons ou arbustes rabougris subsistent çà et là. Même les espèces des *Cisto-Rosmarinetea* sont peu abondantes, voire quasiment absentes ; seules quelques thérophytes éparses rappellent la végétation des bad-lands.

Il convient de rappeler que ces reboisements ont été installés sur des sols vertiques, comme c'est le cas de la forêt d'Aïcha Tuila (El Maleh), ou sur des sols sableux pauvres. Outre la pauvreté édaphique, ces peuplements subissent une forte pression anthropique. Tous ces reboisements sont situés à proximité de zones urbaines, ce qui accentue le pacage, à l'origine de la pauvreté floristique. Il faut signaler le pourcentage élevé d'espèces épineuses et toxiques, directement liées au surpâturage.

Nous n'avons pu rattacher ce groupe de relevés à aucune entité phytosociologique, puisqu'il ne comporte pas d'espèces caractéristiques.

**Tableau 17:** Groupe 2 (Groupement des reboisements mixtes).

Relevés	R2	R	R	R	R	R	R	
Altitude	416	169	194	95	182	71	93	
Exposition	4	1	12	17	1	17	17	
<b>Espèces arborescentes et arbustives</b>								
<i>Pinus halepensis</i>	1	1	1	1	1	1	1	7
<i>Olea europea</i>	0	1	1	1	1	1	1	6
<i>Chamaerops humilis</i>	0	1	1	1	1	0	1	5
<i>Calicotome intermedia</i>	0	1	1	0	1	0	1	4
<i>Pistacia lentiscus</i>	0	0	0	1	0	1	1	3
<i>Asparagus acutifolius</i>	0	0	0	1	0	1	1	3
<i>Eucalyptus gomphocephala</i>	0	0	0	1	0	1	0	2
<i>Cupressus arizonica</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Cupressus macrocarpa</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Juniperus oxycedrus subsp. macrocarpa</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
<b>Espèces buissonnantes</b>								
<i>Ephedra altissima</i>	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Daphne gnidium</i>	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Lavandula dentata</i>	0	1	1	1	0	0	0	3
<i>Lavandula multifida</i>	0	0	1	0	0	1	0	2
<i>Cistus monspeliensis</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Genista tricuspidata</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<b>Autres</b>								
<i>Torilis nodosa subsp. webbii</i>	1	0	1	1	1	1	1	6
<i>Trifolium stellatum</i>	0	1	1	1	0	1	1	5
<i>Linum tenue subsp. tenue.</i>	1	1	0	1	0	1	1	5
<i>Pallenis spinosa</i>	1	0	0	1	0	1	1	4
<i>Lagurus ovatus subsp. ovatus.</i>	0	0	1	0	1	1	1	4
<i>Andryala arenaria</i>	0	0	1	1	1	0	1	4
<i>Asparagus albus</i>	0	1	0	0	1	1	1	4
<i>Asparagus horridus</i>	1	0	0	0	1	0	0	2
<i>Asphodelus ramosus subsp. Ramosus.</i>	0	1	1	0	0	0	0	2
<i>Hordeum murinum subsp. leporinum</i>	0	0	1	0	1	0	0	2
<i>Trachynia distachya</i>	1	0	0	1	0	1	0	3
<i>Atractylis cancellata</i>	0	0	0	1	0	1	1	3
<i>Hypochaeris achyrophorus</i>	1	0	0	0	1	1	0	3
<i>Phagnalon rupestre subsp. rupestre.</i>	0	0	0	1	0	1	1	3
<i>Convolvulus althaeoides subsp.</i>								
<i>Althaeoides.</i>	1	1	0	1	0	0	0	3
<i>Blackstonia perfoliata subsp. perfoliata.</i>	1	0	1	0	0	0	1	3
<i>Erodium malachoides subsp. malacoides.</i>	0	0	1	0	0	1	1	3
<i>Withania frutescens</i>	0	1	0	0	1	1	0	3
<i>Echinops spinosissimus subsp. spinosus</i>	0	0	0	1	0	1	1	3
<i>Carlina lanata</i>	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Filago pyramidata</i>	0	0	1	0	1	0	0	2
<i>Centaurium pulchellum subsp. pulchellum.</i>	1	0	1	0	0	0	0	2
<i>Plantago lagopus subsp. lagopus.</i>	1	0	0	1	0	0	0	2
<i>Asperula hirsuta</i>	0	0	0	1	0	1	0	2
<i>Sherardia arvensis</i>	0	0	1	0	1	0	0	2
<i>Ruta chalepensis</i>	0	1	1	0	0	0	0	2
<i>Daphne gnidium</i>	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Ononis ornithopodioides</i>	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Bupleurum semicompositum</i>	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Aegilops geniculata subsp. africana</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Anisantha madritensis subsp. madritensis.</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Hordeum marinum subsp. eu-maritimum</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Rostraria cristata</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Stipa capensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Vulpia ciliata</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Anacyclus radiatus subsp. radiatus</i>	0	0	0	1	0	0	0	1

<i>Bellis annua</i> subsp. <i>microcephala</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Carduus pycnocephalus</i> L. subsp. <i>pycnocephalus</i> .	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Carlina involucrata</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Centaurea infestans</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Centaurea melitensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Galactites duriaei</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Hypochaeris salzmanniana</i> subsp. <i>maroccana</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Leontodon saxatilis</i> subsp. <i>rothii</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Pallenis maritima</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Phagnalon saxatile</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Urospermum picroides</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Echium humile</i> subsp. <i>pycnanthum</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Sisymbrium erysimoides</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Minuartia hybrida</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Paronychia argentea</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Vaccaria hispanica</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Convolvulus siculus</i> subsp. <i>Elongatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Convolvulus siculus</i> subsp. <i>siculus</i> .	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Astragalus epiglottis</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Medicago laciniata</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Scorpiurus muricatus</i> subsp. <i>sulcatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Trifolium angustifolium</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Trifolium campestre</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Geranium molle</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Calamintha candidissima</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Marrubium vulgare</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Stachys ocymastrum</i>	0	0	0	0	0	1	0	1

Saxifraga globulifera et Galium murale en R 2HG Lysimachia arvensis et Plantago amplexicaulis en R 1HG Plantago cupanii, Bartsia trixago, Linum tenue subsp. munbyanum et Linum strictum en R2 OB

#### 4.4.3.3. Groupe 3 : *Rhus pentaphyllae* -*Tetraclinetum articulatae* (Hadjadj-Aoul, 1991)

Ce groupe comprend 15 relevés (R2 ABK, R3 ABK, R4 ABK, R8 B, R1 OBY, R2 AB, R1 OB, R3 Km, R5 B, R1 ABK, R7 B, R1 B, R4 B, R3 B, R3 W et R2 B). Ces relevés proviennent pour la plupart des forêts de Beni Saf et d'Amir Abd El Kader. Il s'agit de pinèdes sublittorales situées en exposition abritée par rapport à la mer.

L'examen du Tableau floristique n'a pas permis, dans un premier temps, de rattacher ce groupe de relevés à une association végétale précise. Ces pinèdes sont largement dominées par *Chamaerops humilis*, *Asparagus acutifolius*, *Olea europaea*, *Pistacia lentiscus* et *Lavandula dentata*, espèces généralement indicatrices de la tétraclinaie, alors que le thuya en est absent.

Un examen approfondi du Tableau 18 montre toutefois une certaine abondance de *Withania frutescens*. La revue de la bibliographie phytosociologique de l'Oranie, et en particulier des travaux portant sur le thuya, conduit à rattacher ce groupe de relevés à l'association *Rhus pentaphyllae*-*Tetraclinetum articulatae* (Hadjadj-Aoul, 1991).

**Tableau 18:** Groupe 3 (*Rhus pentaphyllae* -Tetraclinnetum articulatae Hadjadj-Aoul 1991).

	R2	R 3	R 4		R 1					R1							
RELEVÉ	AB	AB	AB	R8	OB	R2	R1	R3	R5	AB	R7	R1	R4	R3	R3	R2	
Altitude	109	70	57	73	274	530	387	159	90	114	99	51	61	105	190	47	
Exposition	15	15	15	16	4	6	5	17	17	3	17	17	1	1	1	1	
<b>Caractéristiques de l'association</b>																	
<i>Pinus halepensis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
<i>Withania frutescens</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	9
<i>Rhus pentaphylla</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Tetraclinis articulata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Caractéristiques des Pistacio-Rhamnetalia</b>																	
<i>Chamaerops humilis</i>	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
<i>Calicotome intermedia</i>	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	8
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	6
<i>Juniperus phoenicea subsp. turbinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	4
<i>Cerantonia siliqua</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
<i>Ephedra altissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
<i>Prasium majus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Caractéristiques des Quercetea ilicis</b>																	
<i>Asparagus acutifolius</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	11
<i>Olea europea</i>	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	9
<i>Pistacia lentiscus</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	8
<i>Aristolochia baetica</i>	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
<i>Quercus coccifera</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Rubia peregrina</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3
<i>Quercus ilex subsp. Ballota</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rhamnus lycioides subsp. oleoides</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Clematis cirrhosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Chrysojasminum fruticans</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Arisarum simorrhinum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Arisarum vulgare</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Asparagus horridus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Asparagus officinalis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Dioscorea communis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Espèces des Cisto-Rosmarinea</b>																	
<i>Lavandula dentata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	8
<i>Eryngium tricuspdatum subsp. mauritanicum</i>	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	7
<i>Lavandula multifida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	5
<i>Ulex parviflorus subsp. africanus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	4
<i>Fumana thymifolia</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
<i>Macrochloa tenacissima</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Calicotome intermedia</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Globularia alypum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Cistus salviifolius</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Rosmarinus eriocalyx</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Teucrium bracteatum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Lygeum spartum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cistus clusii</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cistus heterophyllus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cistus umbellatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Helianthemum cinereum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lavandula stoechas</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Micromeria inodora</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Erica multiflora</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Genista hirsuta subsp. erioclada</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Genista quadriflora</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Genista tricuspdatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Teucrium polium subsp. polium.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

<i>Teucrium</i>																
<i>pseudochamaeopythis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Thymus munbyanu</i>																
<i>ssubsp. coloratus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Autres</b>																
<i>Pallenis spinosa</i>	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	7
<i>Ballota hirsuta</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	6
<i>Linum strictum</i>	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6
<i>Phagnalon saxatile</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	6
<i>Convolvulus althaeoides</i>																
<i>subsp. Althaeoides.</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	5
<i>Pallenis maritima</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	5
<i>Trachynia distachya</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	5
<i>Brachypodium retusum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	4
<i>Ajuga iva</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4
<i>Kundmannia sicula</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4
<i>Phagnalon rupestre</i>																
<i>subsp. rupestre.</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
<i>Torilis nodosa subsp.</i>																
<i>webbii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	4
<i>Malope malacoides</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
<i>Blackstonia perfoliata</i>																
<i>subsp. Perfoliata.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3
<i>Malope malacoides</i>																
<i>subsp. Malachoides.</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Plantago lagopus subsp.</i>																
<i>lagopus.</i>	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Foeniculum vulgare</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3
<i>Mauranthemum</i>																
<i>paludosum</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
<i>Drimis pancration</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	3
<i>Lagurus ovatus subsp.</i>																
<i>ovatus.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3
<i>Koeleria vallesiana</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Daucus carota subsp.</i>																
<i>maritimus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Centaurea phaeocephala</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
<i>Echinops strigosus</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Galactites duriaeiSpach</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
<i>Pulicaria dysenterica</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Linum tenue subsp. tenue.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Lysimachia arvensis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Sherardia arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
<i>Reseda phyteuma subsp.</i>																
<i>collina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
<i>Trifolium campestre</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Sonchus oleraceus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Piptatherum coerulescens</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Cupressus arizonica</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Bupleurum balansae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Aira cupaniana</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Dactylis glomerata subsp.</i>																
<i>hackelii</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Drimis maritima</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Thapsia garganica</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Daucus carota subsp.</i>																
<i>maximus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eryngium dichotomum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eryngium ilicifolium</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Andryala arenaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Andryala laxiflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Asteriscus aquaticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Bellis sylvestris</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Allium roseum subsp.</i>																
<i>roseum.</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Bombycilaena discolor</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Carduus tenuiflorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Carlina lanata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Catananche caerulea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Centaurea pullata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Cirsium echinatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Crepis vesicaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Galactites tomentosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Helminthotheca aculeata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

<i>Leontodon maroccanus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rhagadiolus stellatus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sonchus asper</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sonchus mauritanicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sonchus maritimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sonchus tenerrimus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tolpis barbata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>																
<i>subsp. heterocarpum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sinapis flexuosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Silene secundiflora subsp.</i>																
<i>secundiflora.</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Convolvulus siculus</i>																
<i>subsp. siculus.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Ebenus pinnata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hedysarum pallidum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hedysarum spinosissimu</i>																
<i>m</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Lotus edulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Lotus ornithopodioides</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Medicago arabica</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Medicago laciniata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Ononis euphrasiifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ononis ornithopodioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Scorpiurus muricatus</i>																
<i>subsp. sulcatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Tripodion tetraphyllum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Blackstonia perfoliata</i>																
<i>subsp. grandiflora</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Centaureum tenuiflorum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Erodium malachoides</i>																
<i>subsp. malacoides.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Geranium purpureum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Phlomis crinite subsp.</i>																
<i>mauritanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Pseudodictamnus hirsutus</i>																
<i>subsp. intermedius</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Salvia verbenaca subsp</i>																
<i>verbenaca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Stachys ocymastrum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Linum tenue subsp.</i>																
<i>munbyanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Malva arborea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Malva hispanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Ficus carica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Odontites purpureus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Coris monspeliensis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ziziphus lotus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sanguisorba minor subsp.</i>																
<i>balearica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Ruta chalepensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ruta montana</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Misopate soranense</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Daphne gnidium</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Viola arborescens</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Fagonia cretica</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Reseda alba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Reseda phyteuma subsp.</i>																
<i>phyteuma.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Fedia cornucopiae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Centranthus calcitrapae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Plantago lanceolata</i>																
<i>subsp. lanceolata.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Oxalis pes-caprae</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Plantago afra</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Plantago cupanii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Ces pinèdes sont dominées par des espèces relevant des *Quercetea ilicis*, tandis que la présence de *Withania frutescens* traduit souvent une anthropisation plus marquée de ces milieux.

La comparaison de notre tableau avec celui proposé pour cette association par Hadjadj-Aoul (1991) met en évidence une forte similitude, notamment par la présence de la quasi-totalité des espèces des *Asparago-Rhamnion* et des *Pistacio-Rhamnetalia*. Cependant, dans l'association-type, *Rhus pentaphylla* est nettement plus abondant que dans nos relevés, et *Tetraclinis articulata* y est remplacé par *Pinus halepensis* Mill. Pour rappel, les espèces caractéristiques de cette association sont *Tetraclinis articulata*, *Rhus pentaphylla* et *Withania frutescens*.

Nous relevons également de nombreuses similitudes entre le Tableau 18 et le groupe écologique « TH2 » à *Rhus pentaphylla* et *Tetraclinis articulata* défini par Alcaraz (1982) pour la même région, mais que cet auteur n'a pas rattaché à une unité syntaxonomique. Il y indique comme espèces caractéristiques ou préférentielles des groupements à thuya sur terra rossa, en sous-étage semi-aride supérieur chaud : *Rhus pentaphylla*, *Lavandula multifida* et *Teucrium mauritanicum*. Si *Teucrium mauritanicum* est absent de nos relevés, *Lavandula multifida* y est en revanche bien représentée.

Malgré ces contraintes, nous avons rattaché le groupe de relevés du Tableau 18 à l'association *Rhus pentaphyllae-Tetraclinetum articulatae* (Hadjadj-Aoul, 1991). La raréfaction du thuya a d'ailleurs déjà été signalée par Alcaraz (1982) : « À Cap Figalo et Sassel, l'action anthropique a provoqué la raréfaction du thuya au profit du pin d'Alep artificiel ou subsponané ». Il semble donc que le thuya et *Rhus pentaphylla* (actuellement nommé *Searsia pentaphylla* (Jacq.) F.A. Barkley ex Moffett, mais nous conservons l'ancien nom afin de respecter la syntaxonomie de l'association) connaissent une dynamique particulière liée aux pressions anthropiques.

Loin des reboisements de pin, ce groupement se présente sous la forme d'une tétraclinaie arbustive dominée par de grands buissons de *Pistacia lentiscus*, *Withania frutescens* et *Rhus pentaphylla*, tandis que *Tetraclinis articulata* constitue le seul arbre, formant des bouquets plus ou moins dispersés. Cette tétraclinaie est assez ouverte, ce qui permet le développement de plusieurs espèces des *Ononido-Rosmarinetea*, ainsi qu'un nombre inhabituellement élevé d'espèces de pelouses. Alcaraz (1982) décrit ces formations comme suit : « ces groupements (...) présentent un maximum de vides, propices à l'installation des pelouses. Ces dernières pouvant constituer des tapis très denses ».

Ce groupement semble assurer la transition entre les matorrals arborés situés au-delà de 250–300 m d'altitude et ceux de la série à *Ziziphus lotus*, qui occupent les bas de versants et les plaines sublittorales. Hadjadj-Aoul (1991) précise que ce groupement s'étend principalement sur les versants sud des Sahels littoraux oranais, depuis les Traras à l'ouest jusqu'aux environs

de Mostaganem, de façon presque continue (zone où nous avons effectué nos relevés). Cette association fait partie des groupements à thuya les plus xérophiiles. Elle se développe sur des substrats relativement chauds, qu'ils soient carbonatés ou basaltiques.

Il convient également de souligner que le *Rhus pentaphylla* est particulièrement abondant dans la région d'Oran et devient plus rare vers l'est, à partir de Merdjadjo

#### 4.4.3.4. Groupe 4 : *Bupleuro gibraltari-ci-Pinetum halepensis* (Tregubov, 1963)

Ce groupe comprend 12 relevés (R4M, R12M, R3M, R1K, R1TZ, R9M, R11M, R5M, R6M, R7M), dont la majorité appartient à la forêt de Malkine, à l'exception de deux relevés (R1TZ et R1K) qui appartiennent aux forêts de Tenira (Tanzara) et Khotaida. Par l'altitude où ils ont été réalisés et par leur composition floristique, ces relevés constituent une formation de transition entre la tétraclinaie et la yeuseraie.

La comparaison floristique des relevés du Tableau 19 permet de rattacher ce groupe à l'association *Bupleuro gibraltari-ci-Pinetum halepensis* (Tregubov, 1963). En effet, les peuplements de pin d'Alep observés dans la forêt de Malkine et dans les deux autres forêts présentent de grandes affinités avec les descriptions de (Tregubov, 1963) au Maroc oriental. Comme chez ce dernier, il s'agit de pinèdes relativement bien individualisées, paraclimaciques, jouant souvent un rôle de transition entre la tétraclinaie (*Tetraclinis articulata*) et la yeuseraie (*Quercus ilex*).

Ces pinèdes se développent préférentiellement sur des versants à expositions fraîches, généralement en altitude moyenne (800–1200 m), mais peuvent aussi occuper des vallées intérieures ou des replats protégés. Le substrat est variable : calcaire marneux, parfois siliceux, ce qui induit quelques différences floristiques selon les situations.

Sur le plan physiologique, ces pinèdes se présentent comme des peuplements plus ou moins denses, parfois discontinus, où l'on observe la coexistence d'arbres adultes et de jeunes régénérations. Leur structure est souvent jardinée : de vieux pins de grande taille dominant, entourés de bouquets de jeunes sujets, traduisant une dynamique continue de régénération.

Sur le plan phytosociologique, ces peuplements se rattachent à l'alliance Rosmarino-Ericion (Br.-Bl.), en relation étroite avec le *Rosmarino tournefortii-Tetraclinetum articulatae* Fennane 1988. Ils accueillent un cortège d'espèces caractéristiques proches de ceux décrits au Maroc : *Helianthemum racemosum*, *Genista retamoides*, *Cytisus arboreus*, *Teucrium fruticans*, *Linum suffruticosum*, *Helichrysum stoechas*, etc. Dans certaines situations, ils prennent un faciès de

transition marqué avec la yeuseraie, traduisant leur rôle écologique dans la dynamique de la végétation forestière régionale.

Nos relevés présentent certaines affinités avec l'association *Genisto quadriflorae–Tetraclinetum articulatae* (Hadjadj-Aoul & Loisel, 1999), décrite dans les monts de Daya à Telagh, aux environs de Saïda. Toutefois, cette similitude floristique, marquée notamment par la présence d'espèces caractéristiques des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* et des *Quercetea ilicis*, se distingue nettement par l'absence de *Genista quadriflora*, dont la présence constitue l'élément caractéristique majeur de cette association.

**Tableau 19:** Groupe 4 (Bupleuro gibraltarici-Pinetum halepensis Tregubov 1963).

RELEVÉ	R4 M	R 12 M	R3 M	R 8 M	R1 K	R1 TZ	R 2 TZ	R 9 M	R 11 M	R 5 M	R6 M	R 7 M	
Altitude	806	797	800	787	950	818	795	812	796	803	815	808	
Exposition	17	2	4	17	1	4	1	2	17	17	17	17	
<b>Espèces caractéristiques et différentielles de l'association</b>													
<i>Pinus halepensis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
<i>Quercus coccifera</i>	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	6
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3
<i>Bupleurum gibraltarium</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<b>Espèces des Pistacio-Rhamnetalia et Quercetea ilicis</b>													
<i>Calicotome intermedia</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	8
<i>Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	4
<i>Carex halleriana</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	6
<i>Olea europea</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	3
<i>Pistacia lentiscus</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Tetraclinis articulata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Eryngium tricuspdatum subsp. mauritanicum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Lonicera implexa</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Cytisus fontanesii subsp. fontanesii.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Asparagus acutifolius</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Espèces des Cisto-Rosmarinea</b>													
<i>Cistus salvifolius</i>	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	8
<i>Teucrium pseudochamaeopythis</i>	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	7
<i>Macrochloa tenacissima</i>	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	4
<i>Stipa balansae</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	4
<i>Helianthemum cinereum</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Helianthemum syriacum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
<i>Rosmarinus eriocalyx</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
<i>Lavandula dentata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Thymus munbyanus subsp. coloratus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Thymus munbyanus subsp. munbyanus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cistus creticus subsp. eriocephalus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Fumana fontanesii</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<b>Autres</b>													
<i>Trachynia distachya</i>	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	8
<i>Phagnalon rupestre subsp. rupestre.</i>	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	6
<i>Carlina involucrata</i>	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	5
<i>Lotus creticus</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	5
<i>Diplotaxi svirgata subsp. virgata.</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	5
<i>Ophrys speculum</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	4
<i>Linum strictum</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	4
<i>Plantago lagopus subsp. lagopus.</i>	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	4
<i>Lysimachia arvensis</i>	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	4
<i>Sonchus oleraceus</i>	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	4
<i>Anacyclus clavatus</i>	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	4
<i>Bombycilaena discolor</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3
<i>Crepis vesicaria</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3
<i>Phagnalon saxatile</i>	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Lobularia maritima</i>	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3
<i>Silene tridentata</i>	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	3
<i>Linum tenue subsp. tenue.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	3
<i>Plantago afra</i>	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
<i>Lysimachia linum-stellatum</i>	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3
<i>Atractylis cancellata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Centaurea melitensis</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2

<i>Sonchus tenerrimus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
<i>Hedynois rhagadioloides</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Hypochaeris glabra</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Pallenis spinosa</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Xeranthemum inapertum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
<i>Paronychia capitata subsp. capitata.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Ononis ormithopodioides</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Reseda alba</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Reseda decursiva</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Reseda luteola</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Linaria bordiana</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
<i>Euphorbia falcata</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Anisantha rubens</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Allium subhirsutum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Asphodelus ramosus subsp. ramosus.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ophrys tenthredinifera</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Aegilops neglecta subsp. neglecta.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Aegilops geniculata subsp. africana</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Catapodium rigidum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Cynosurus echinatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Gastridium ventricosum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Daucus aureus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Eryngium pusillum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Stipa lagascae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Scandix pecten-veneris</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Centaura eriophora</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Filago gallica</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Filago germanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Glossopappus macrotus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Reichardia intermedia</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rhaphiticum coniferum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Staehelina dubia</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lithospermum arvense</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Brassica maurorum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Erophila verna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Guenthera amplexicaulis subsp. Souliei</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sisymbrium austriacum subsp. hispanicum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Arenaria leptoclados</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Minuartia montana</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Astragalus sesameus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Coronilla scorpioides</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ebenus pinnata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Scorpiurus vermiculatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Medicago marina</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Medicago minima</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Melilotus indicus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Centaurium erythraea subsp. suffruticosum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Centaurium tenuiflorum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Erodium aethiopicum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Boulardia latisquama</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Phelipanche schultzii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Reseda alba subsp. alba.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Reseda phyteuma subsp. phyteuma.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Asperula hirsuta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Crucianella angustifolia</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Galium parisiense</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Galium verrucosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Centranthus calcitrapae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

Ainsi, ces pinèdes apparaissent comme la continuité naturelle des grands massifs de pin d'Alep des monts de Saïda et de Telagh, s'intégrant pleinement dans le contexte phytogéographique de l'Ouest algérien. Elles se distinguent nettement des pinèdes de l'Ouest marocain décrites par Tregubov, mais aussi de celles du Centre et de l'Est algérien, tant par leur composition floristique que par leur rôle écologique, confirmant leur caractère original et leur importance dans la dynamique forestière régionale.

#### 4.4.3.5. Groupe 5 (*Calicotomo intermediae–Quercetum rotundifoliae* Dahmani 1997)

Ce groupe comprend 15 relevés provenant essentiellement des pinèdes de Lalla Sitti et d'Ain Fezza, à l'exception d'un relevé (R1AB) issu de la forêt d'Ain El Berd. Il se rattache à

l'association *Calicotomo intermediae-Quercetum rotundifoliae* (Dahmani, 1997), caractérisée par des forêts claires de chêne vert (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), ou par des matorrals hauts à bas, dominés par le calicotome. Cette association appartient à l'alliance *Calicotomo intermediae-Quercion cocciferae* et occupe des zones d'altitude comprises entre 700 et 1 100 m, correspondant à l'étage mésoméditerranéen, avec un débordement vers les limites supérieures du thermoméditerranéen.

**Tableau 20:** Groupe 5 (*Quercetum cocciferae-rotundifoliae* Hadjadj-Aoul et Loisel, 1999).

RELEVÉ	R1 LS	R4 LS	R7 LS	R1 AB	R3 LS	R7 LS	R 5 AF	R6 AF	R8 AF	R7 AF	R3 AF	R4 AF	R1 AF	R2 AF	R2 LS
Altitude	110	116	110		108	110					100	100			111
Exposition	5	0	5	532	0	5	921	925	888	893	2	4	925	945	1
	4	2	15	12	15	15	12	4	11	3	15	6	6	2	15
<b>Espèces caractéristiques de l'Association et de l'alliance</b>															
<i>Pinus halepensis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	14
<i>Rhamnus lycioides</i> subsp. <i>oleoides</i>	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	8
<i>Calicotome intermedia</i>	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	8
<i>Chamaerops humilis</i>	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	6
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	5
<i>Quercus coccifera</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4
<i>Pistacia lentiscus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3
<b>Espèces des Pistacio-Rhamnetales et Quercetea ilicis</b>															
<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>oxycedrus</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	6
<i>Teucrium pseudo-chamae-pythis</i>	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	7
<i>Olea europea</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	5
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Arisarum vulgare</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
<i>Asparagus acutifolius</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3
<i>Clematis flammula</i>	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Rhamnus alteranus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Prasium majus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
<i>Teucrium fruticans</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Tetraclinis articulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Phillyrea latifolia</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lonicera implexa</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Daphne gnidium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Phillyrea latifolia</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Espèces des Cisto-Rosmarinea</b>															
<i>Thymus vulgaris</i>	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Eryngium tricuspdatum</i> subsp. <i>mauritanicum</i>	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Cistus salviifolius</i>	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
<i>Fumana thymifolia</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
<i>Macrochloa tenacissima</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
<i>Thymus munbyanus</i> subsp. <i>munbyanus</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Bupleurum rigidum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Fumana laevipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Helianthemum cinereum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Helianthemum origanifolium</i> subsp. <i>africanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Helianthemum virgatum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Genista hirsuta</i> subsp. <i>eriodclada</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>Autres</b>															
<i>Trachynia distachya</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	11
<i>Linum strictum</i>	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	10
<i>Hypochaeris glabra</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	9
<i>Asperula hirsuta</i>	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	8
<i>Thapsia garganica</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	7
<i>Anacyclus clavatus</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	7
<i>Filago pyramidata</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	7
<i>Lobularia maritima</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	7
<i>Crucianella angustifolia</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	7
<i>Muscari neglectum</i>	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	7
<i>Lysimachia arvensis</i>	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	6

<i>Phagnalon saxatile</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	6
<i>Asteriscus aquaticus</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	5
<i>Carlina lanata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5
<i>Euphorbia falcata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	5
<i>Plantago lagopus subsp. lagopus.</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	5
<i>Aegilops neglecta subsp. neglecta.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	5
<i>Lagurus ovatus subsp. ovatus.</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	5
<i>Ruta montana</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5
<i>Sherardia arvensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	4
<i>Anisantha sterilis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	4
<i>Geranium purpureum</i>	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Torilis nodosa subsp. webbii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	3
<i>Catananche caerulea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	3
<i>Sonchus asper</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
<i>Spergula fallax</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
<i>Coronilla scorpioides</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3
<i>Ononis reclinata subsp. mollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	3
<i>Vicia peregrina</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
<i>Cynosurus echinatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3
<i>Anisantha madritensis subsp. madritensis.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	3
<i>Anisantha rubens</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3
<i>Medicago laciniata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	3
<i>Nepeta tuberosa subsp. reticulata</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Ballota hirsuta</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Torilis nodosa subsp. nodosa.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Pallenis spinosa</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Anthyllis vulneraria subsp. maura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Hippocrepis ciliate</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Medicago minima</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Gastridium ventricosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Ophrys speculum</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Asparagus albus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
<i>Asparagus officinalis</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Trifolium campestre</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Paronychia argentea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
<i>Daucus durieua</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Andryala integrifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Atractylis cancellata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Carlina involucrata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cirsium vulgare</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Galactites tomentosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Hyoseris radicata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Phagnalon rupestre subsp. rupestre.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pallenis maritima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Pulicaria dysenterica</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rhaponticum coniferum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Nonea micrantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Guenthera amplexicaulis subsp. Souliei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Sinapis pubescens subsp. pubescens.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Campanula dichotoma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Dianthus sylvestris subsp. boissieri</i>	0	0	0	0	boissieri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Paronychia capitata subsp. capitata.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Silene colorata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Silene nocturna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Silene tridentata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Spergula arvensis subsp. chieusseana</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Convolvulus althaeoides subsp. tenuissimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Umbilicus gaditanus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Umbilicus patens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lomelosia stellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Euphorbia helioscopia subsp. helioscopia</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euphorbia pterococca</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hippocrepis biflora</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Trifolium glomeratum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Trifolium squarrosum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Trifolium stellatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Tripodion tetraphyllum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Stachys ocymastrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sideritis incana subsp. incana.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Teucrium capitatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Orobancha minor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Phelipanche mutelii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Papaver rhoeas</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

<i>Plantago bellardii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Ranunculus paludosus</i> subsp. <i>flabellatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Reseda phyteuma</i> subsp. <i>collina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Patzkea coerulescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Vulpia geniculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Vulpiella stipoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Allium roseum</i> subsp. <i>roseum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Allium subhirsutum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Agave americana</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Asparagus horridus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Drimys pancha</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Oncostema elongata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Ornithogalum sessiliflorum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Ornithogalum narbonense</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Prospero obtusifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Scilla peruviana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Gladiolus dubius</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Galium aparine</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Galium parisiense</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Bromus lanceolatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Catapodium rigidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Echinaria capitata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>leporinum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Koeleria vallesiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

Elle est principalement caractérisée par *Calicotome intermedia*, *Quercus ilex* subsp. *ballota*, *Quercus coccifera* et *Chamaerops humilis*. Parmi les espèces différentielles, on retrouve *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus lycioides*, *Rosmarinus officinalis* et *Cistus villosus*. Sur le plan climatique, l'association se développe en bioclimat semi-aride à subhumide, entre étage mésoméditerranéen et thermoméditerranéen. D'un point de vue édaphique, elle occupe préférentiellement les sols calcaires, marneux ou peu évolués (lithosols).

Cette association est souvent dégradée par ouverture, laissant place localement à l'alfa (*Stipa tenacissima*). Dans ce cas, elle se différencie sous la forme de la sous-association *stipetosum tenacissimae*, correspondant à des stations plus xériques à pelouses arbustives ouvertes.

Typique de l'Algérie occidentale, cette chênaie verte calcicole joue un rôle de stade de transition entre les forêts climaciques de chêne vert et les matorrals de dégradation. Elle présente une bonne résilience face au pâturage et aux incendies. Les reboisements de Lalla Sitti et d'Ain Fezza ont d'ailleurs été réalisés sur les vestiges de cette association.

#### 4.5. CONCLUSION PHYTOSOCIOLOGIQUE

De manière générale, et contrairement à ce que on pensait auparavant, que les reboisements de pin d'Alep n'arrivent pas toujours à s'intégrer dans l'organisation phytosociologique de la région. Toutefois, à quelques exceptions près, le pin d'Alep apparaît comme un élément pleinement intégré dans la dynamique végétale locale. Même si certains auteurs (Quézel & Médail, 2003 ; Barbero et al., 1990) soulignent les limites de l'intégration du pin d'Alep dans les reboisements artificiels, d'autres (Le Houérou, 1980 ; Quézel, 2000) montrent au contraire

sa capacité à s'insérer progressivement dans les dynamiques végétales locales, ce qui conforte nos observations. En effet, nos relevés qu'à quelques exceptions près, cette essence apparaît comme un élément pleinement intégré dans la dynamique végétale locale. Cette intégration est particulièrement soulignée par la présence et l'abondance d'espèces caractéristiques des classes supérieures de la phytosociologie méditerranéenne, notamment du *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* et du *Quercetalia ilicis* (Barbero *et al.*, 1976 ; Quézel & Médail, 2003). La fréquence de ces espèces traduit le caractère sylvatique de ces peuplements et confirme leur rapprochement avec les séries naturelles de la région.

Ainsi, dans notre zone d'étude, le pin d'Alep participe à l'association *Tetraclino articulatae-Calicotometum intermediae*, où il caractérise même la sous-association *pinetosum halepensis*. Il est également très présent dans l'association *Rosmarino officinalis-Tetraclinetum articulatae*. Naturellement, comme l'a précisé Alcaraz (1982), le pin d'Alep fuit les façades maritimes : dans ces situations, il n'existe que planté, sans constituer de peuplements équilibrés avec une flore compagne, et se montre souvent malvenant.

Dans l'association *Rhus pentaphyllae -Tetraclinetum articulatae*, observée notamment dans la forêt de Beni Saf, le pin d'Alep a totalement dominé la strate arbustive, excluant le thuya et le *Rhus pentaphylla*. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette situation : soit le reboisement a été réalisé sur un terrain fortement dégradé où les espèces climaciques avaient disparu et peinent à revenir, soit le pin d'Alep, planté à forte densité, a imposé sa domination, soit encore il s'agit d'une composition atypique, pouvant correspondre à une association nouvelle qui mériterait d'être réexaminée.

Dans les zones internes de la région de Sidi Bel Abbès, le pin d'Alep parvient à s'installer dans des situations où il constitue des stades paraclimaciques, formant parfois de belles futaies jardinées. Cependant, ces forêts sont en grande partie dégradées et soumises à un surpâturage intense ; seuls quelques lambeaux demeurent en bon état.

Dans la région de Tlemcen, à Lalla Sitti et à Ain Fezza, le pin d'Alep a été introduit dans les anciennes zones de chênaie verte. D'après les archives coloniales, ces stations étaient occupées par des formations basses de chêne vert très dégradées, incapables de fixer des sols ravinés et fortement érodés, constituant une menace pour la ville de Tlemcen en cas de crues (Letreuch-Belarouci, 2000). C'est pourquoi elles furent plantées en 1889 en pin d'Alep. Aujourd'hui, malgré un déficit de régénération, ces peuplements présentent une bonne richesse floristique, avec la présence d'espèces caractéristiques des *Quercetea ilicis*.

Il convient enfin de souligner que, sur les 80 relevés étudiés, seuls 7 (correspondant aux reboisements mixtes) présentent une situation particulière : sous la strate arborée, les strates buissonnante et herbacée se réduisent à un couvert très maigre, composé presque exclusivement d'espèces épineuses, toxiques et généralement ubiquistes. Cette situation n'est pas directement liée au reboisement, mais plutôt à la pression de pâturage excessive qui s'exerce dans ces zones. Il faut également admettre que, dans certains relevés, la densité des peuplements du pin est si élevée qu'elle ne permet pas le développement d'autres espèces dans le sous-bois.

---

*Chapitre 5 :*  
*Étude*  
*Dendrométrie*  
*des Pinèdes en*  
*Oranais.*

---

---

## **5.1. INTRODUCTION**

L'analyse dendrométrique constitue un outil essentiel pour décrire l'organisation spatiale et le fonctionnement des peuplements forestiers. Chaque forêt se distingue par des variables quantitatives telles que la densité, la hauteur, le diamètre, la circonférence, l'âge ou le volume, qui déterminent en grande partie son organisation.

Si la composition floristique traduit à la fois l'influence des facteurs abiotiques et biotiques, les caractéristiques dendrométriques exercent un rôle déterminant dans la répartition des strates arbustives, buissonnantes et herbacées, en relation directe avec la densité et les dimensions des arbres.

Dans ce contexte, notre étude s'attache à inventorier et analyser ces paramètres afin d'évaluer leur impact sur la végétation associée. La majorité des relevés ont été réalisés dans des forêts issues de reboisements d'âges variés. Selon Boudy (1952), le reboisement désigne les travaux visant soit à reconstituer une forêt plus ou moins disparue, soit à en créer une nouvelle sur terrain nu. Un reboisement débute généralement avec des densités bien déterminées, mais celles-ci évoluent au cours du temps. Cette évolution résulte de divers facteurs : attaques parasitaires, conditions climatiques défavorables (vents forts, sécheresse), interventions humaines liées aux opérations sylvicoles (éclaircies, coupes, etc.), pressions anthropiques, notamment le surpâturage, ou encore les incendies de forêts. Ce changement de densité s'accompagne d'une variation progressive des dimensions des sujets initialement plantés.

De ce fait, une attention particulière est accordée à la densité, considérée comme un indicateur majeur de la dynamique et du potentiel de production des forêts de Pin d'Alep issues de reboisements.

## **5.2. MATERIELS ET METHODES**

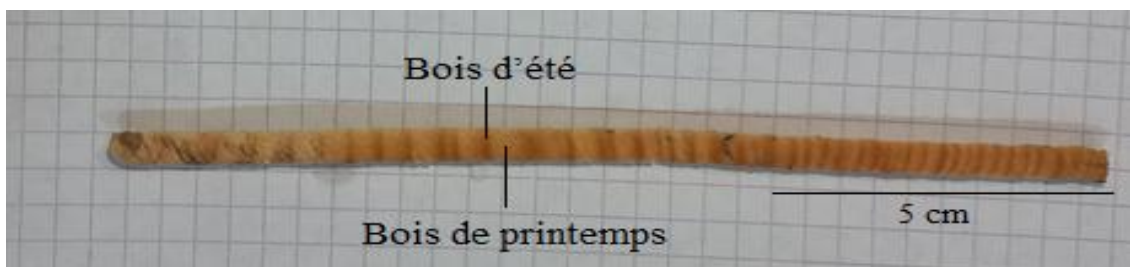
Dans cette partie, nous entamons l'étude dendrométrique. Comme nous l'avons précisé auparavant, les mesures dendrométriques ont été réalisées sur les mêmes placettes que celles des relevés phytosociologiques. Le protocole expérimental reste donc identique. Les mesures ont été effectuées dans des placettes de 400 m<sup>2</sup>, de forme circulaire, installées à l'aide de la mire de Pardé. Dans chaque placette, nous avons mesuré, pour chaque arbre, le diamètre à 1,30 m (DAP) aussi la hauteur totale. Ainsi, pour chaque relevé, nous disposons des paramètres suivants : densité (nombre d'arbres par hectare), hauteur moyenne (H m), hauteur maximale (H

max), hauteur (H min) minimale, diamètre moyen (D m), diamètre minimal (D min) et diamètre maximal (D. Max), écart type diamètre, et écart type hauteur.

Il faut noter au passage que la détermination de l'âge des différentes stations a été réalisée en deux étapes complémentaires. Dans un premier temps, une recherche documentaire a été menée auprès de l'administration des forêts afin d'identifier l'année de plantation, compte tenu du fait qu'il s'agit principalement de peuplements issus de reboisement. Cette démarche a permis d'obtenir des informations précises pour plusieurs stations, notamment celles de Lalla sitti, Ain Fezza, Oued El Besbess, Émir Abdelkader et Beni Saf.

Pour les stations dont les données historiques n'étaient pas disponibles, une approche dendrochronologique a été adoptée. Des carottes de bois ont été prélevées à l'aide d'une tarière de Pressler sur les arbres dominants de chaque placette. L'analyse des échantillons a consisté en un comptage des cernes de croissance, en considérant qu'une année correspond à deux cernes (bois de printemps et bois d'été), ce qui a permis d'estimer de manière approximative l'âge des peuplements étudiés.

Il est important de souligner que, dans l'ensemble des prélèvements réalisés dans les différentes stations, les cernes de croissance apparaissent de plus en plus étroits, atteignant parfois 2 mm pour le bois de printemps et jusqu'à 1 mm pour le bois d'été. Ce rétrécissement est probablement lié à la sécheresse marquée observée au cours des dernières années (Fig. 27 et 28).



**Figure 27:** Une carotte en bois montrant le bois de printemps et d'été.



**Figure 28:** Quelques carottage effectué sur terrain.

Pour la densité des arbres, un dénombrement des sujets a été effectué dans chaque placette. Elle a ensuite été calculée sur la base du nombre d'arbres par unité de surface.

$$D = N_p / S_p$$

D : Densité ou nombre d'arbres par hectare.

$N_p$  : Nombre d'arbres par station d'observation.

$S_p$  : Superficie de la station en hectare.

Nous avons calculé la surface terrière moyenne par arbre pour chaque relevé à l'aide de la formule :

$$G_{\text{arbre}} = (\pi \times D^2) / (4 \times 10\,000) \text{ (où } D \text{ est exprimé en cm et } G \text{ en m}^2\text{),}$$

Puis la surface terrière totale par hectare avec la formule :

$$1. \quad G_{\text{ha}} = G_{\text{arbre}} \times \text{densité.}$$

Ces données nous permettent de comparer la quantité de bois sur pied entre les différents relevés.

Le volume a été estimé à l'aide d'un modèle simplifié, selon la formule :

$$2. \quad V_{\text{arbre}} = (\pi \times D^2 / 4) \times H \times f,$$

Où  $f$  est un coefficient de forme (compris entre 0,4 et 0,6 selon l'essence, généralement autour de 0,45 pour les résineux comme le Pin d'Alep).

Le volume total par hectare a ensuite été obtenu par la formule :

### 3. $V_{ha} = V_{arbre} \times \text{densité}$ .

Pour chaque forêt, nous avons obtenu un tableau de données dendrométriques représentant les relevés en colonnes, et les variables suivantes en lignes : hauteur moyenne (H moy), hauteur maximale (H max), hauteur minimale (H min), diamètre moyen (D moy), diamètre minimal (D min), diamètre maximal (D max), écart type du diamètre, écart type de la hauteur, surface terrière par hectare (G ha) et volume de bois par hectare (V ha).

## 5.3. PARAMETRE STATISTIQUE

### 5.3.1. Ecart-type & coefficient de variation

Afin de caractériser la diversité des diamètres dans un peuplement, certains auteurs privilégient l'utilisation d'indices tels que l'écart-type ou le coefficient de variation des diamètres (Varga et al., 2005). Selon Jayaraman (1999), le degré auquel les données numériques tendent à s'écarter d'une valeur moyenne est appelé *variation* ou *dispersion* des données. Parmi les mesures disponibles, l'écart-type est la plus couramment utilisée.

L'écart-type correspond à la racine carrée de la moyenne des carrés des écarts entre les valeurs individuelles et leur moyenne. Il se calcule généralement à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Ecart - type} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (x_j - \bar{x})^2}{N}}$$

Avec :

$x_j$  : chaque valeur observée (ex : diamètre de chaque arbre)

$\bar{x}$  : moyenne de l'échantillon

N : nombre de données

x désigne la moyenne arithmétique.

L'écart-type, pris isolément, ne permet pas de juger directement l'homogénéité ou l'hétérogénéité d'un peuplement ou d'une station. En le rapportant à la moyenne, on obtient le coefficient de variation, exprimé en pourcentage et traduit la dispersion relative et constitue un indicateur plus fiable de la structure du peuplement.

Du fait de son caractère adimensionnel, le coefficient de variation constitue un outil précieux pour comparer les variations de deux ou plusieurs populations ou ensembles d'observations

(Jayaraman, 1999). Un coefficient de variation  $\leq 20\%$  traduit un peuplement homogène, tandis qu'un coefficient de variation  $\geq 20\%$  indique un peuplement hétérogène.

### **5.3.2. Analyses en composantes principales**

Les données dendrométriques (diamètre, hauteur, âge, etc.), de nature quantitative continue, ont été analysées par une Analyse en composantes principales (ACP). Cette méthode de réduction des données permet de résumer l'information contenue dans un grand nombre de variables en un nombre restreint de composantes, facilitant ainsi leur interprétation et leur représentation graphique. Elle offre également la possibilité de générer de nouveaux scores utilisables dans d'autres analyses statistiques (Velicer & Fava, 1998 ; Loehlin, 2004, cité par Jean-Louis, 2021).

## **5.4. RÉSULTATS ET INTREPRETATION**

Pour chaque forêt, nous avons obtenu un tableau de données dendrométriques représentant les relevés en colonnes, et les variables suivantes en lignes : hauteur moyenne (H moy), hauteur maximale (H max), hauteur minimale (H min), diamètre moyen (D moy), diamètre minimal (D min), diamètre maximal (D max), écart type du diamètre, écart type de la hauteur, surface terrière par hectare (G ha) et volume de bois par hectare (V ha).

Pour une meilleure exploitation des données dendrométriques recueillies, nous avons procédé à une double lecture des résultats. Dans un premier temps, une analyse détaillée est réalisée pour chaque forêt, en s'appuyant sur les principaux paramètres mesurés. Cette analyse permettra de caractériser la structure de chaque peuplement, d'identifier ses spécificités et de relever les éventuelles anomalies ou contrastes internes.

Dans un second temps, une lecture transversale des résultats est proposée sous forme de synthèse. Celle-ci vise à comparer les différentes forêts entre elles selon les principaux indicateurs dendrométriques. L'objectif est de dégager des tendances générales, de mettre en évidence les effets de la densité des peuplements sur la végétation associée, et de réfléchir aux implications en matière de gestion forestière.

### **5.4.1. Forêt de Melkine, Tenira (Tanzara) et Khotaida**

La Figure 29 et le Tableau 21, illustre les différentes variables dendrométriques relevées dans les forêts de Melkine (M), de Ténira (TZ) et de Khotaida (K). La hauteur maximale (H max) a été enregistrée au relevé 1 de Khotaida avec 16,5 m, tandis que la plus faible hauteur minimale (H min) a été observée au relevé 3 de Melkine avec 3 m. La hauteur moyenne (H m) la plus

élevée atteint 11,8 m au relevé 1 de Khotāida, contre une valeur minimale de 7,5 m au relevé 3 de Melkine.

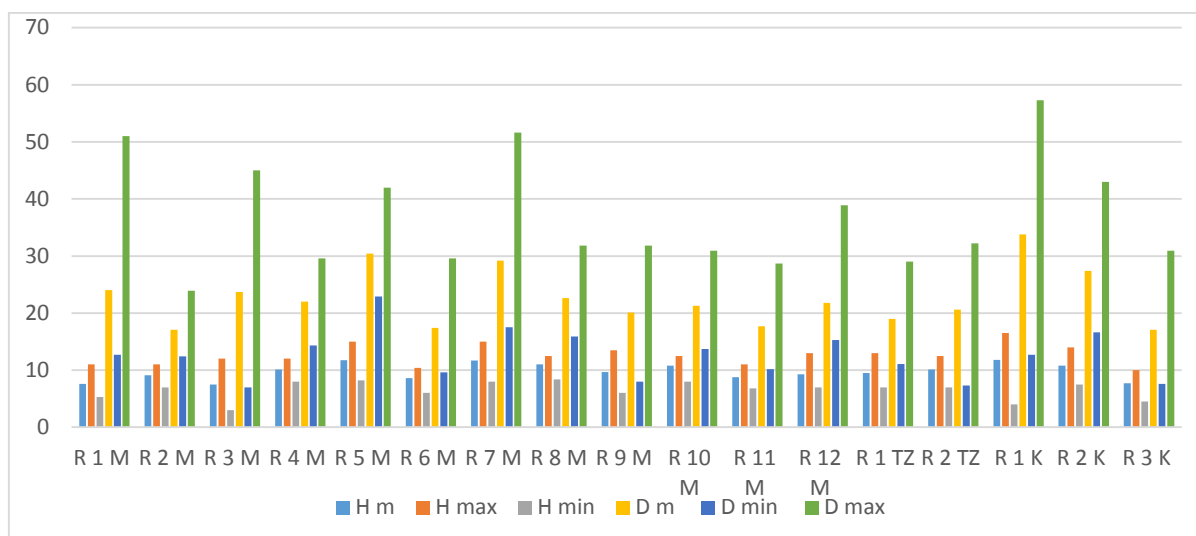
**Tableau 21:** Variables dendrométrique des relèves des forêts de Melkinen Tanzara et Khotaida.

Relevé	R1M	R2M	R3M	R 4M	R5 M	R6M	R7M	R8M	R9 M	R10M	R11M	R12M	R1TZ	R2 TZ	R1K	R2K	R K
H m	7,6	9,1	7,5	10,1	11,8	8,6	11,7	11	9,7	10,8	8,8	9,3	9,5	10,1	11,8	10,8	7,7
H max	11	11	12	12	15	10	15	13	13,5	12,5	11	13	13	12,5	16,5	14	10
H min	5,3	7	3	8	8,2	6	8	8,4	6	8	6,8	7	7	7	4	7,5	4,5
D m	24	17	24	22	30,4	17	29,2	23	20,1	21,3	17,7	21,8	19	20,6	33,8	27,4	17,1
D min	12,7	12	7	14,3	22,9	9,6	17,5	16	8	13,7	10,2	15,3	11,1	7,3	12,7	16,6	7,6
D max	51	24	45	29,6	42	30	51,6	32	31,8	30,9	28,7	38,9	29	32,2	57,3	43	30,9
E-T D	9,6	3,5	11	4,4	5,2	5,6	11,5	4,4	6,3	5	4,5	6,4	5,1	7,4	12,4	6,5	6,5
E-T H	1,9	1,1	3	1,3	2,1	1,5	2,1	1,4	2,3	1,4	1,2	1,7	1,8	2,4	3,7	1,8	1,4
CVD	40	20	46	20	17	32	39	19	31	23	25	29	27	36	37	24	38
CVH	25	12	40	13	18	17	18	13	24	13	14	18	19	24	31	17	18
Densité	289	553	530	457	241	843	289	457	409	506	506	554	337	265	361	409	482
Âge	74	35	64	45	60	46	74	45	45	45	45	56	45	45	72	54	40
G ha	13,1	12,7	23,4	17,4	17,5	20,1	19,4	18,4	13,0	18,1	12,5	20,6	9,5	8,9	32,0	24,1	11,1
V ha	44,6	52,1	78,8	79,0	92,6	77,7	102,1	90,8	56,5	87,0	49,5	86,1	40,7	41,4	171,9	117,1	38,4

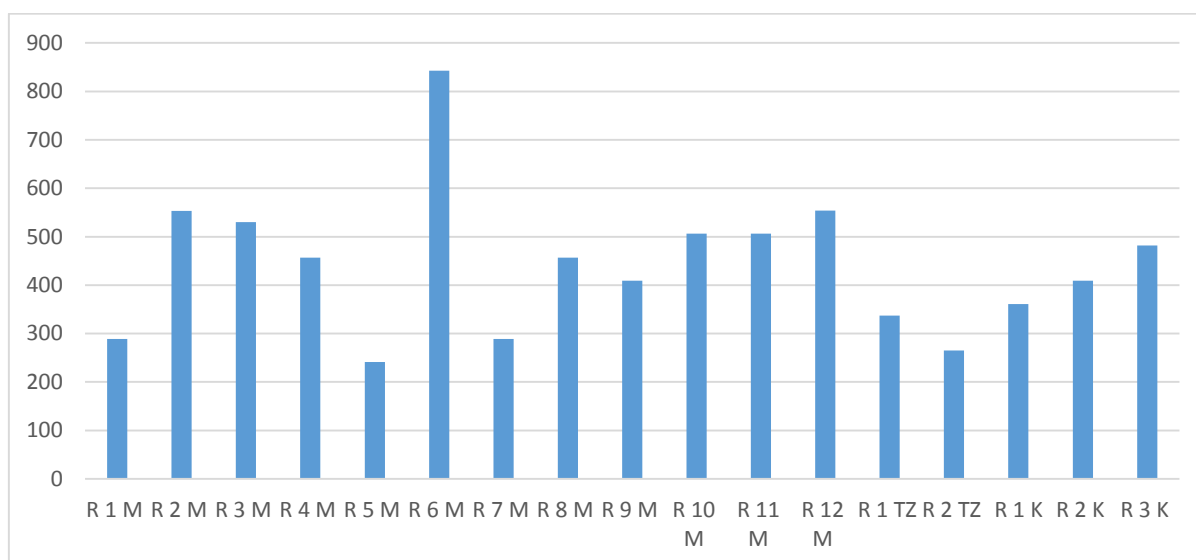
Hm : Hauteur moyenne ; H max : Hauteur maximale ; H min : Hauteur minimal ; D m : Diamètre moyen ; D max : Diamètre maximum ; D min : Diamètre minimale ; E-T D : Ecart-type Diamètre ; E-T H : Ecart-type Hauteur ; CVD : Coefficient de variation diamètre ; CVH : Coefficient de variation Hauteur ; G ha : Surface terrière par hectare ; V ha : Volume par hectare.

Concernant le diamètre, la valeur minimale (D min) est de 7 cm (relevé 3 de Melkine), alors que le diamètre maximal (D max) atteint 57,3 cm au relevé 1 de Khotāida. Le diamètre moyen (D m) le plus élevé est également enregistré à Khotāida avec 57,3 cm, contre une valeur minimale de 7 cm à Melkine (relevé 3).

Le diamètre moyen (D m) est de 22,27 cm à Melkine, avec une répartition en petits bois (PB : 82 %), bois moyens (BM : 15,8 %) et gros bois (GB : 2,15 %). À Ténira, le diamètre moyen est de 19,8 cm, réparti en PB (88 %) et BM (12 %). Enfin, à Khotāida, le diamètre moyen atteint 26,1 cm, réparti en PB (58,49 %), BM (35,85 %) et GB (5,6 %).

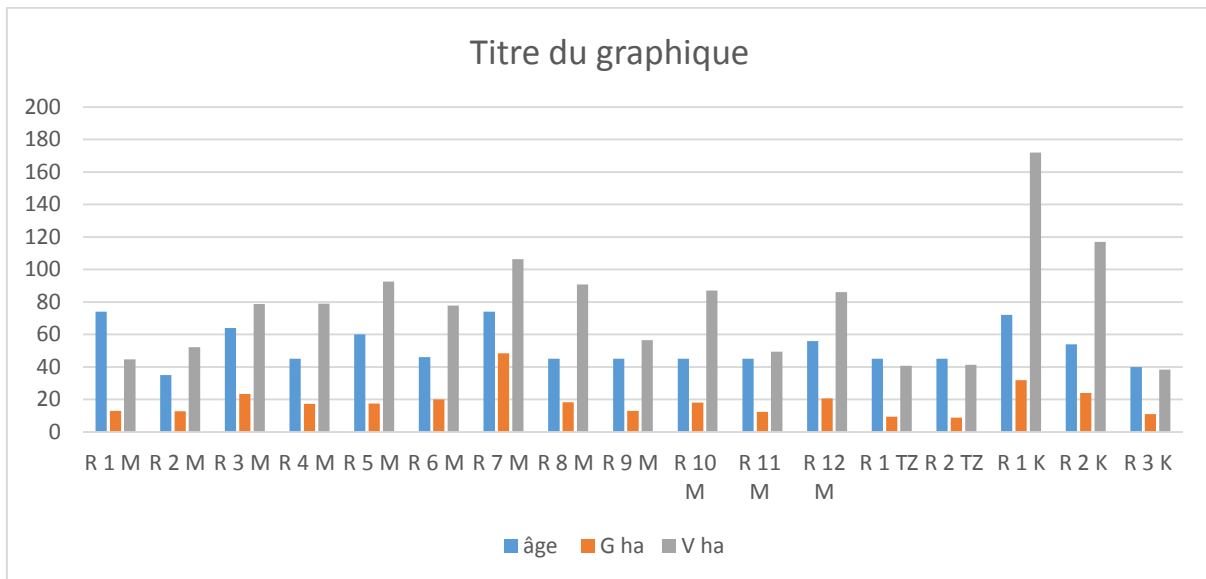


**Figure 29:** Caractéristiques dendrométriques des relevés réalisés dans les forêts de Melkine ; Tenira et Khotaida.



**Figure 30:** Densité des relevés des forêts de Melkine, Tenira et Khotaida.

La Figure 30 ci-dessus montre les densités/ha des différents relevés effectués dans les trois stations. La station de Melkine présente une densité moyenne de 469 sujets/ha, avec un minimum observé au relevé 5M et un maximum au relevé 6M. La station de Tenira affiche une densité moyenne de 301 sujets/ha, dont le maximum atteint 337 sujets/ha au relevé 1TZ. Enfin, la station de Khotaida enregistre une densité moyenne de 417 sujets/ha, avec un maximum de 482 sujets/ha au relevé 3K. Ces résultats traduisent une forte hétérogénéité des densités entre les stations, due principalement aux pressions anthropiques qui s'exercent sur la région, telles que le surpâturage, l'agriculture et la récurrence des incendies.



**Figure 31:** Age, Surface Terrière et volume des placettes des relevés des forêts de Melkine, Tenira et Khotaida.

Station de Melkine :

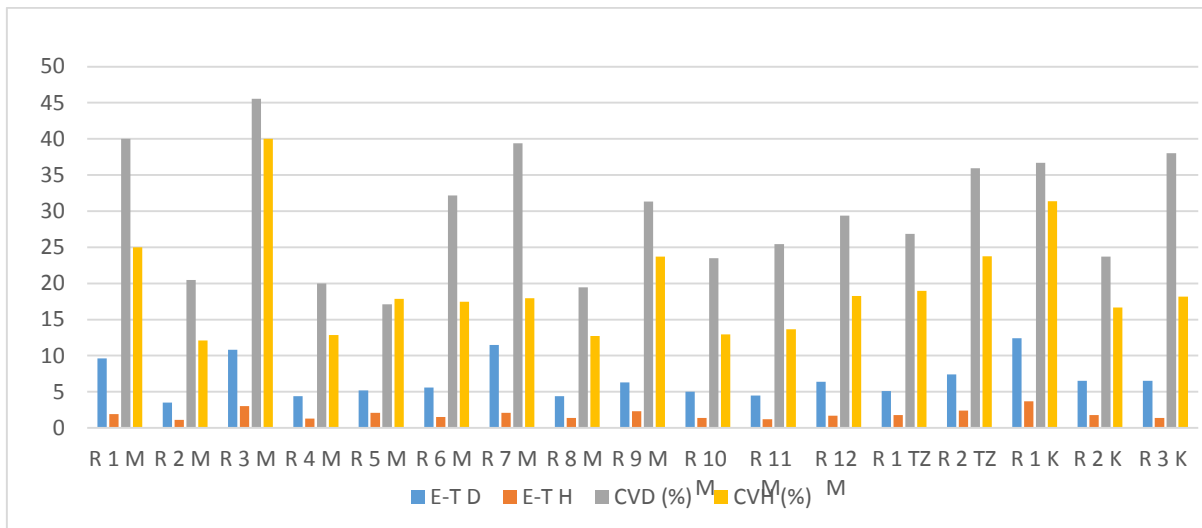
L'âge moyen est de 52 ans, avec un minimum de 35 ans (relevé 2 M) et un maximum de 74 ans (relevés 1 et 7 M). La surface terrière présente une moyenne de 22,76 m<sup>2</sup>/ha, un maximum de 55,63 m<sup>2</sup>/ha (relevé 5 M) et un minimum de 12,47 m<sup>2</sup>/ha (relevé 11 M). Le volume de bois moyen est de 75,09 m<sup>3</sup>/ha, variant de 44,63 m<sup>3</sup>/ha (relevé 1 M) à 106,37 m<sup>3</sup>/ha (relevé 7 M).

Station de Tenira (Tanzara) :

Les peuplements affichent un âge relativement homogène, autour de 45 ans. La surface terrière est plus faible avec une moyenne de 9,21 m<sup>2</sup>/ha et un maximum de 9,51 m<sup>2</sup>/ha (relevé 1 TZ). Le volume de bois moyen atteint 41,04 m<sup>3</sup>/ha.

Station de Khotaida :

L'âge moyen est de 55 ans, avec un minimum de 40 ans (relevé 3 K) et un maximum de 72 ans (relevé 1 K). La surface terrière est de 22,38 m<sup>2</sup>/ha en moyenne, avec un maximum de 31,97 m<sup>2</sup>/ha (relevé 1 K) et un minimum de 11,09 m<sup>2</sup>/ha (relevé 3 K). Le volume de bois moyen s'élève à 109,13 m<sup>3</sup>/ha, avec un maximum notable de 171,91 m<sup>3</sup>/ha (relevé 1 K) et un minimum de 38,41 m<sup>3</sup>/ha (relevé 3 K).



**Figure 32:** Paramètres statistique (Ecart-type, Coefficient de Variation) des relevés des forêts de Melkine, Tenira et Khotaida.

La Figure 32 ci-dessus présente les paramètres statistiques des peuplements, à savoir l'écart-type du diamètre (E-T D) et de la hauteur (E-T H), ainsi que le coefficient de variation du diamètre (CVD) et de la hauteur (CVH), calculés pour l'ensemble des relevés des trois stations. L'écart-type du diamètre le plus élevé est observé au relevé 1 de Khotaida (K), où l'écart-type de la hauteur atteint également une valeur maximale de 3,7 m.

Concernant le CVD, il est supérieur ou égal à 20 % dans la majorité des relevés, à l'exception des relevés 5 M et 8 M qui apparaissent relativement homogènes en termes de grosseur. Pour la hauteur, les CVH varient entre un minimum de 12 % et un maximum de 40 %. Rappelons que les peuplements sont considérés homogènes en hauteur lorsque le coefficient de variation ne dépasse pas 20 %.

Dans notre cas, et compte tenu du morcellement marqué de la forêt de Melkine, chaque CVH peut être interprété comme un indicateur d'homogénéité propre à chaque relevé. Ainsi, les peuplements à structure équiennne (homogènes en hauteur) correspondent aux relevés 2 M, 4 M, 5 M, 6 M, 7 M, 8 M, 10 M, 11 M, 12 M, 1 TZ, 2 K et 3 K. En revanche, les relevés 1 M, 3 M, 9 M, 2 TZ et 1 K présentent une structure hétérogène.

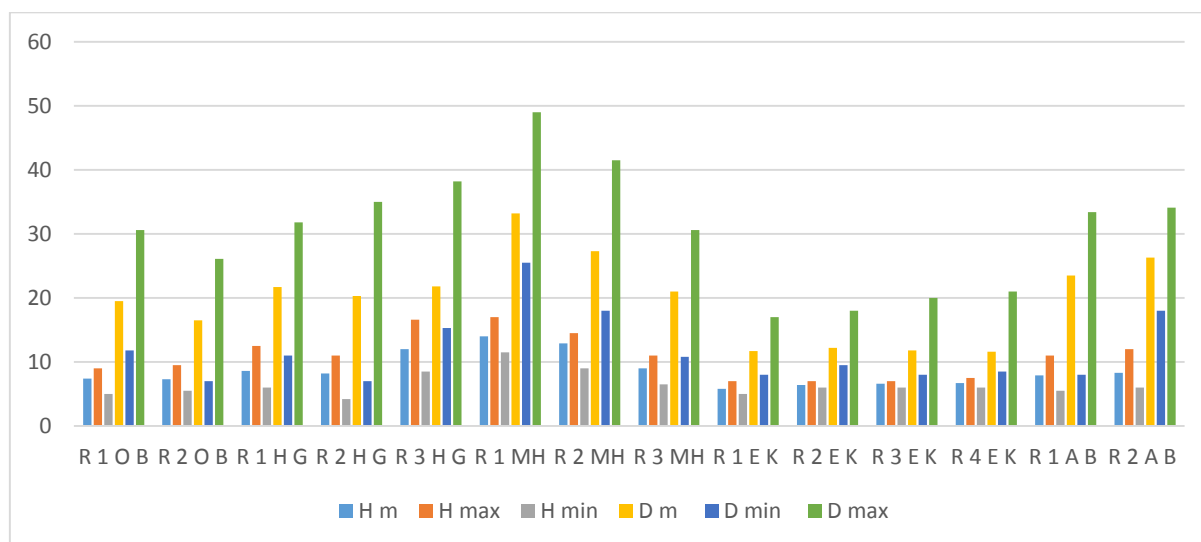
#### 5.4.2. Forêt d'Oued Besbess, Hassi El Ghala, El Maleh Emir Abd Kader et Ain El Berd

La figure 33 et le Tableau 22 illustre les principales caractéristiques dendrométriques des stations étudiées : Oued Besbess (OB), Hassi El Ghala (HG), El Maleh (MH), Emir Abdelkader (EK) et Ain El Berd (AB). Les hauteurs moyennes (Hm) enregistrées sont respectivement de 7,4 m pour OB, 9,6 m pour HG, 12 m pour MH, 6,4 m pour EK et 8,1 m pour AB. La hauteur moyenne la plus élevée est observée au relevé 1 de MH avec 14 m, tandis que la hauteur

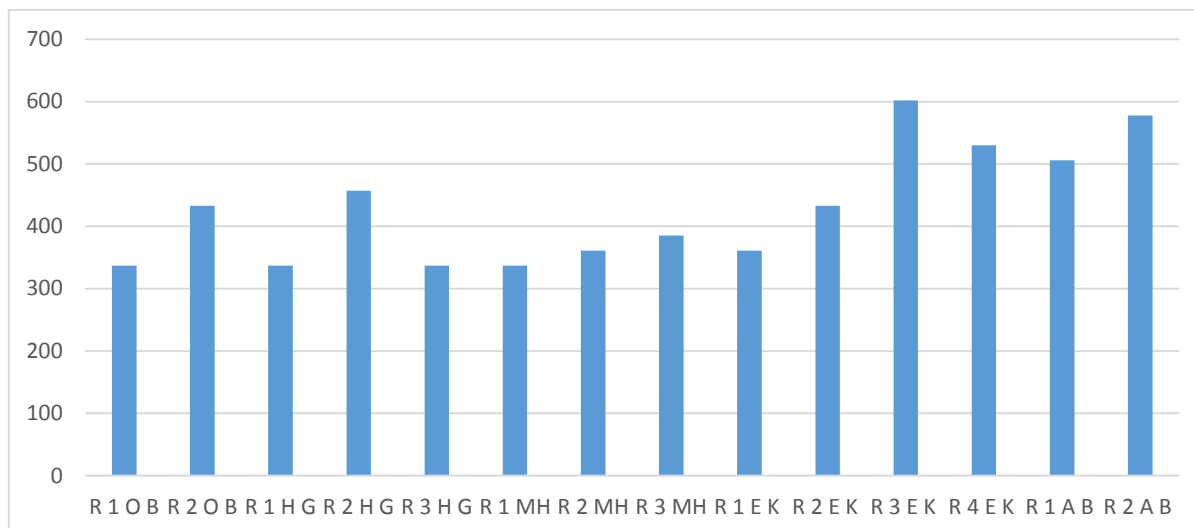
maximale (H max) de 17 m est également notée dans cette station. En revanche, la hauteur minimale (H min) est relevée au relevé HG2 avec seulement 4,2 m.

**Tableau 22:** Variables dendrométrique des relevés des forêts d’Oued Besbess, Hassi Ghala, El Maleh, Emir Abd El Kader et Ain El Berd.

Relevé	R 1 O B	R 2 O B	R 1 H G	R 2 H G	R 3 H G	R 1 M H	R 2 M H	R 3 M H	R 1 E K	R 2 E K	R 3 E K	R 4 E K	R 1 A B	R 2 A B
H m	7,4	7,3	8,6	8,2	12	14	12,9	9	5,8	6,4	6,6	6,7	7,9	8,3
H max	9	9,5	12,5	11	16,6	17	14,5	11	7	7	7	7,5	11	12
H min	5	5,5	6	4,2	8,5	11,5	9	6,5	5	6	6	6	5,5	6
D m	19,5	16,5	21,7	20,3	21,8	33,2	27,3	21	11,7	12,2	12	11,6	23,5	26,3
D min	11,8	7	11	7	15,3	25,5	18	10,8	8	9,5	8	8,5	8	18
D max	30,6	26,1	31,8	35	38,2	49	41,5	30,6	17	18	20	21	33,4	34,1
E-T D	5,7	5,9	7,7	7,2	5,8	7,2	5,3	4,7	2,2	2,1	1,8	1,9	7,5	4,5
E-T H	1,4	1,4	2,3	2,1	2,4	1,8	1,4	1,3	0,7	0,8	0,6	0,6	1,7	1,6
CVD	7,2	8,5	10,6	10,3	11,0	5,4	5,1	6,2	6,0	6,6	5,1	5,2	7,2	6,1
CVH	18,9	19,2	26,7	25,6	20,0	12,9	10,9	14,4	12,1	12,5	9,1	9,0	21,5	19,3
Densité	337	433	337	457	337	337	361	385	361	433	602	530	506	578
âge	34	34	50	54	54	85	85	60	28	28	28	28	56	56
G ha	10,7	9,3	12,5	14,8	12,7	29,2	21,1	13,3	3,9	5,1	6,6	5,6	21,9	31,4
V ha	33,4	30,5	48,4	54,6	68,5	183,9	122,9	53,7	10,1	15,5	19,6	20,4	77,8	117,4



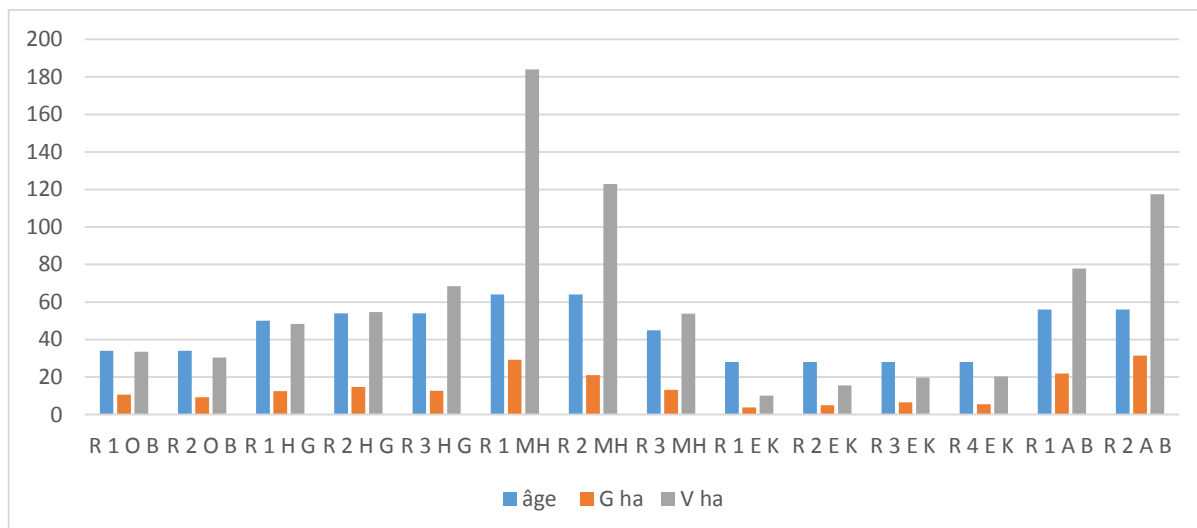
**Figure 33:** Caractéristiques dendrométriques des relevés des forêts d’Oued Besbess, Hassi Ghala, El Maleh, Emir Abd El Kader et Ain El Berd.



**Figure 34:** densité des relevés des forêts d'Oued Besbess, Hassi Ghala, El Maleh, Emir Abd El Kader et Ain El Berd.

Concernant les diamètres, les valeurs minimales (D min) sont de 7 cm dans les relevés OB2 et HG2, alors que le diamètre maximal (D max) atteint 49 cm au relevé MH1. Les diamètres moyens (D m) sont de 18 cm pour OB (PB : 96,88 % ; BM : 3,13 %), 21,26 cm pour HG (PB : 71,7 % ; BM : 18,87 %), 18,1 cm pour MH (PB : 60 % ; BM : 35,6 % ; GB : 4,4 %), 11,8 cm pour EK (100 % PB) et 24,9 cm pour AB (PB : 64,44 % ; BM : 35,56 %). Le diamètre moyen le plus élevé est enregistré au relevé MH1 avec 33,2 cm, confirmant la forte vigueur des peuplements de cette station.

La densité des peuplements varie sensiblement d'une station à l'autre. Elle atteint en moyenne 385 sujets/ha à Oued Besbess, avec un minimum au relevé 1 et un maximum au relevé 2. À Hassi El Ghala, la densité moyenne est de 377 sujets/ha, le relevé 2 enregistrant la valeur la plus élevée (457 sujets/ha). Dans la forêt d'El Maleh, la densité moyenne est de 361 sujets/ha, avec un maximum de 385 sujets/ha au relevé 3. À l'Emir Abdelkader, la densité moyenne s'élève à 481 sujets/ha, dominée par un pic de 602 sujets/ha au relevé 3. Enfin, la station d'Ain El Berd présente la densité la plus élevée avec une moyenne de 542 sujets/ha et un maximum de 578 sujets/ha au relevé 2.

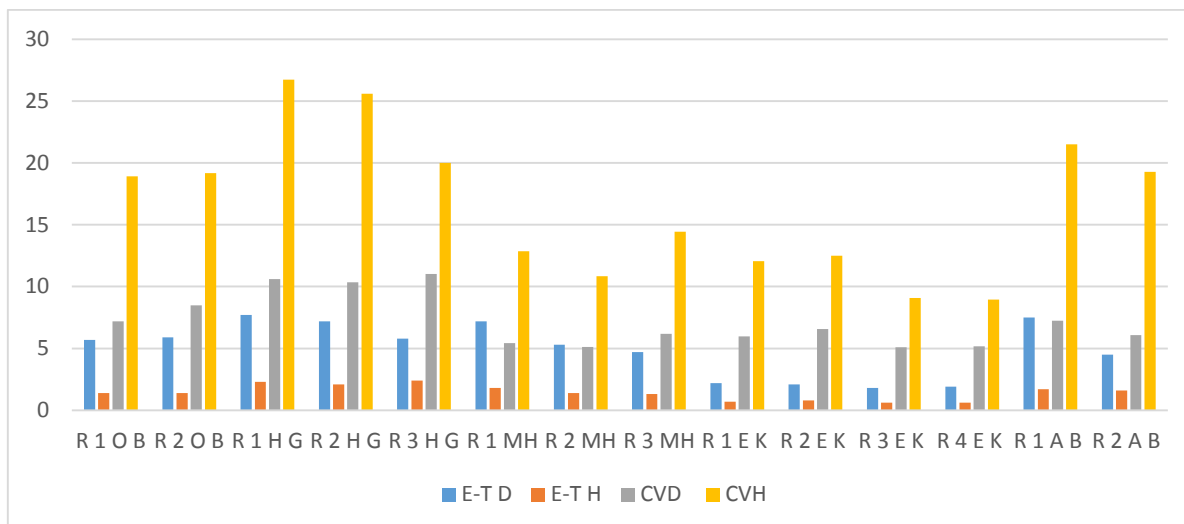


**Figure 35:** Age, Surface Terrière et volume des relevés des relevés des forêts d'Oued Besbess, Hassi Ghala, El Maleh, Emir Abd El Kader et Ain El Berd.

La Figure 35 ci-dessus illustre l'âge, la surface terrière et le volume de bois des cinq stations étudiées. L'âge moyen des peuplements varie selon les sites : 34 ans à Oued Besbess, 52 ans à Hassi El Ghala, 57 ans à El Maleh, 28 ans à l'Emir Abdelkader et 56 ans à Ain El Berd.

La surface terrière montre des différences notables entre stations, traduisant la variabilité de la densité et de la productivité des peuplements. Elle est de 10 m<sup>2</sup>/ha à Oued Besbess, 13,33 m<sup>2</sup>/ha à Hassi El Ghala et 21,2 m<sup>2</sup>/ha à El Maleh. La valeur la plus faible est enregistrée à l'Emir Abdelkader (5,3 m<sup>2</sup>/ha), révélant une faible densité en bois sur pied, tandis qu'Ain El Berd atteint la valeur la plus élevée avec 26,65 m<sup>2</sup>/ha, témoignant d'une forte productivité et d'une occupation optimale de l'espace.

Le volume de bois moyen varie également d'une station à l'autre. Il s'élève à 31,75 m<sup>3</sup>/ha à Oued Besbess, 85,75 m<sup>3</sup>/ha à Hassi El Ghala et 120,16 m<sup>3</sup>/ha à El Maleh. La station d'Emir Abdelkader enregistre le volume le plus faible (16,4 m<sup>3</sup>/ha), tandis qu'Ain El Berd atteint une valeur moyenne de 97,6 m<sup>3</sup>/ha.



**Figure 36:** Paramètres statistique (Ecart-type, Coefficient de Variation) des relevés des forêts d'Oued Besbess, Hassi Ghala, El Maleh, Emir Abd El Kader et Ain El Berd.

La Figure 36 ci-dessus présente les paramètres statistiques du diamètre et de la hauteur, à savoir l'écart-type du diamètre (ET-D), l'écart-type de la hauteur (ET-H), ainsi que le coefficient de variation du diamètre (CVD) et celui de la hauteur (CVH), calculés pour l'ensemble des relevés des cinq stations. L'écart-type du diamètre le plus élevé est observé au relevé 3 de Hassi El Ghala (ET-D = 11 cm), tandis que l'écart-type de la hauteur atteint également sa valeur maximale dans ce même relevé (ET-H = 2,4 m).

Le coefficient de variation du diamètre (CVD) reste inférieur à 20 % dans l'ensemble des relevés, traduisant une homogénéité générale de la grosseur des arbres. En revanche, les coefficients de variation de la hauteur (CVH) oscillent entre 9 % (relevé 4 EK) et 26,7 % (relevé 1 HG).

### 5.4.3. Forêt de Sassel

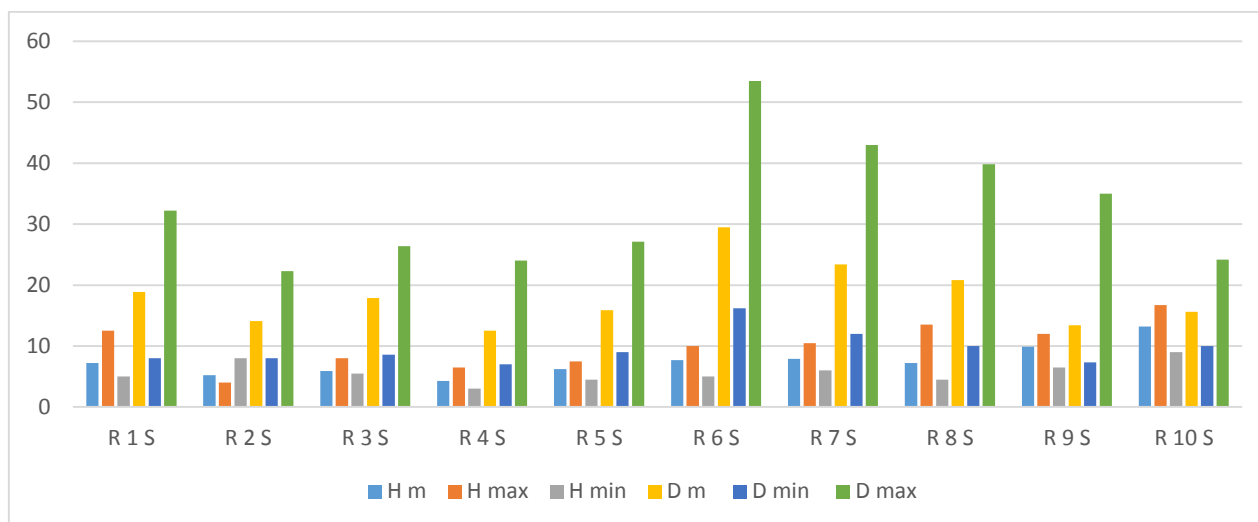
La figure 37 et le Tableau 23 montre les principales variables dendrométriques mesurées dans la station de Sassel. La hauteur maximale (H max) a été enregistrée au relevé 10 S avec 16,7 m, tandis que la hauteur minimale (H min) a été observée au relevé 4 S avec seulement 3 m. La hauteur moyenne (H m) est de 7,47 m, avec une valeur maximale de 13,2 m (relevé 10 S) et une valeur minimale de 4,3 m (relevé 4 S).

Concernant le diamètre, le diamètre minimal (D min) varie entre 7 cm (relevé 4 S) et 16,2 cm (relevé 6 S). Le diamètre maximal (D max) atteint 53,5 cm au relevé 6 S, alors que la plus faible valeur de D max est de 22,3 cm (relevé 2 S). Le diamètre moyen (D m) est de 18,2 cm, réparti en trois classes : petits bois (PB) : 90,24 %, bois moyens (BM) : 8,13 % et gros bois (GB) : 1,63

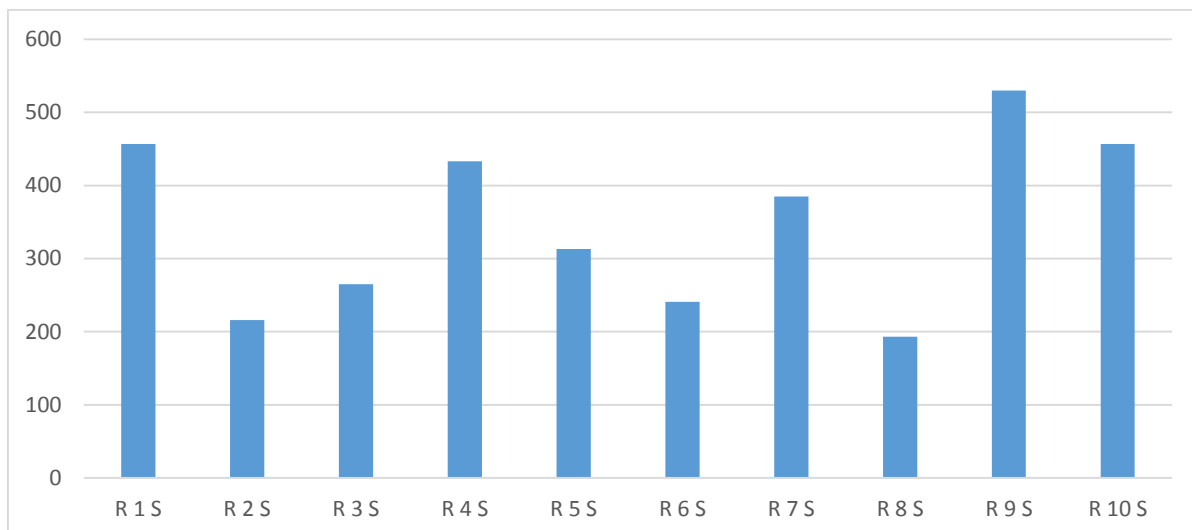
% . La valeur la plus élevée de D m est enregistrée au relevé 6 S avec 29,5 cm, contre un minimum de 12,5 cm au relevé 4 S.

**Tableau 23:** Variables dendrométrique des relevés de la forêt de Sassel.

Relevé	R 1 S	R 2 S	R 3 S	R 4 S	R 5 S	R 6 S	R 7 S	R 8 S	R 9 S	R 10 S
H m	7,2	5,2	5,9	4,3	6,2	7,7	7,9	7,2	9,9	13,2
H max	12,5	8	8	6,5	7,5	10	10,5	13,5	12	16,7
H min	5	4	5,5	3	4,5	5	6	4,5	6,5	9
D m	18,9	14,1	17,9	12,5	15,9	29,5	23,4	20,8	13,4	15,6
D min	8	8	8,6	7	9	16,2	12	10	7,3	10
D max	32,2	22,3	26,4	24	27,1	53,5	43	39,8	35	24,2
E-T D	7,6	5,3	5,6	5,4	5,9	11	9	9,3	6,5	4,1
E-T H	2,1	1,2	1,4	1,3	1,1	1,5	1,6	2,8	1,6	2,2
CVD	40,2	37,6	31,3	43,2	37,1	37,3	38,5	44,7	48,5	26,3
CVH	29,2	23,1	23,7	30,2	17,7	19,5	20,3	38,9	16,2	16,7
Densité	457	216	265	433	313	241	385	193	530	457
âge	45	32	37	35	38	78	62	57	50	35
G ha	12,81	3,38	6,65	5,32	6,2	16,41	16,56	6,56	7,45	12,62
V ha	41,42	7,92	17,71	10,3	17,44	56,86	58,76	21,29	33,17	75,08

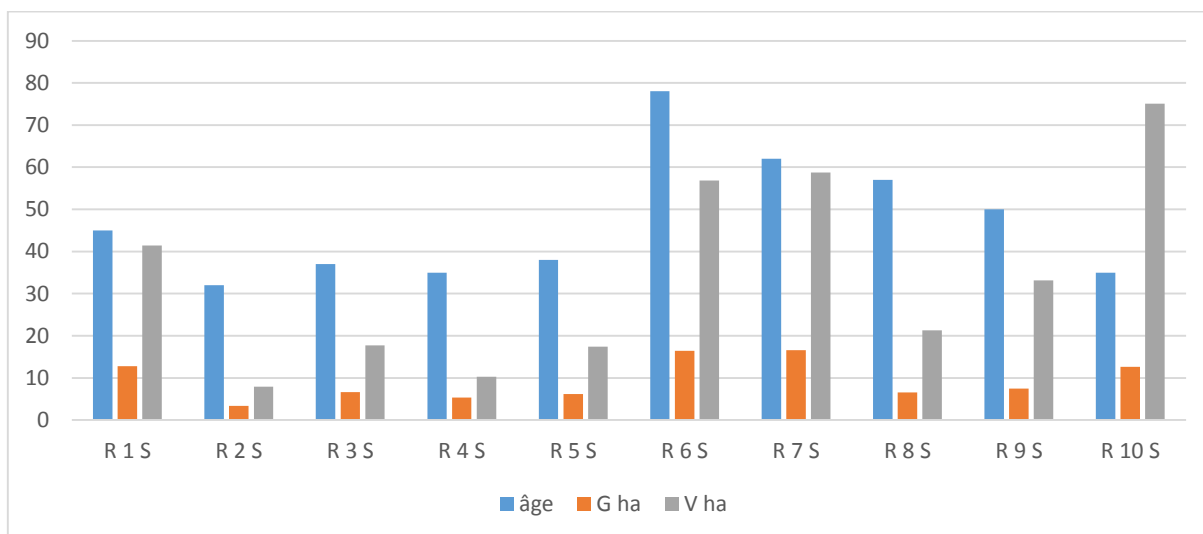


**Figure 37:** Caractéristiques dendrométriques des relevés de la forêt de Sassel.



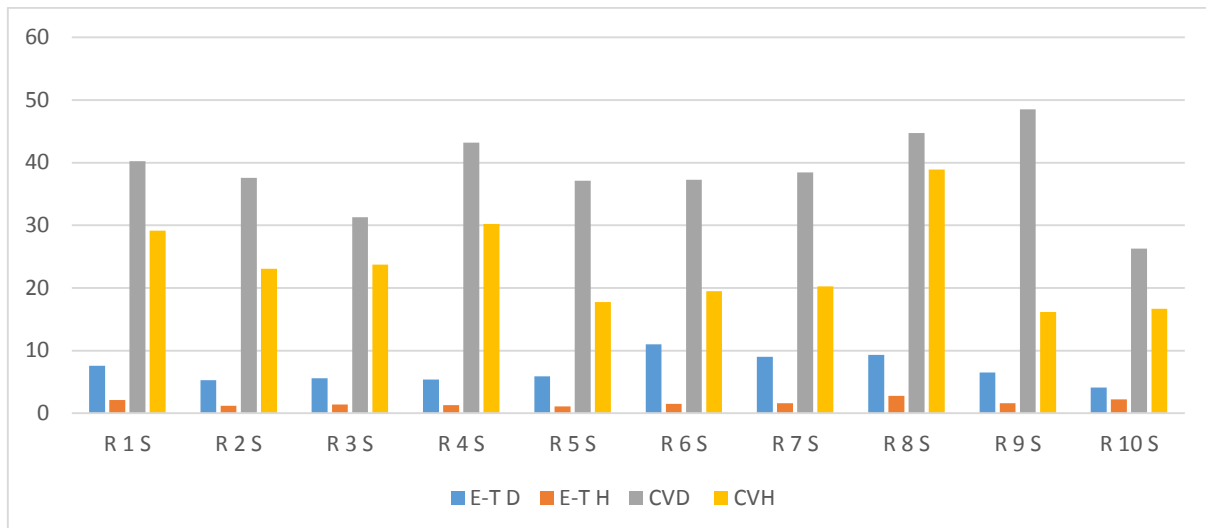
**Figure 38:** Densité des relevés de la forêt de Sassel.

La Figure 38 ci-dessus illustre les densités à l’hectare des différents relevés effectués dans la station de Sassel. La densité moyenne est estimée à 349 sujets/ha, avec une valeur maximale de 530 sujets/ha enregistrée au relevé 9 S, et une valeur minimale de 193 sujets/ha observée au relevé 8 S.



**Figure 39:** Age, Surface Terrière et volume des relevés de la forêt de Sassel.

La Figure 39 présente les variables liées à l’âge, à la surface terrière et au volume de bois de la forêt de Sassel. L’âge moyen des peuplements est estimé à 47 ans, avec une variation comprise entre 32 ans (relevé 2 S) et 78 ans (relevé 6 S). La surface terrière affiche une moyenne de 9,4 m<sup>2</sup>/ha, avec une valeur minimale de 3,38 m<sup>2</sup>/ha au relevé 2 S et un maximum de 16,54 m<sup>2</sup>/ha au relevé 7 S. Le volume de bois présente une moyenne de 33,99 m<sup>3</sup>/ha, variant entre 7,92 m<sup>3</sup>/ha (relevé 2 S) et 75,08 m<sup>3</sup>/ha (relevé 10 S).



**Figure 40:** Paramètres statistique (Ecart-type, Coefficient de Variation) des relevés de la forêt de Sassel.

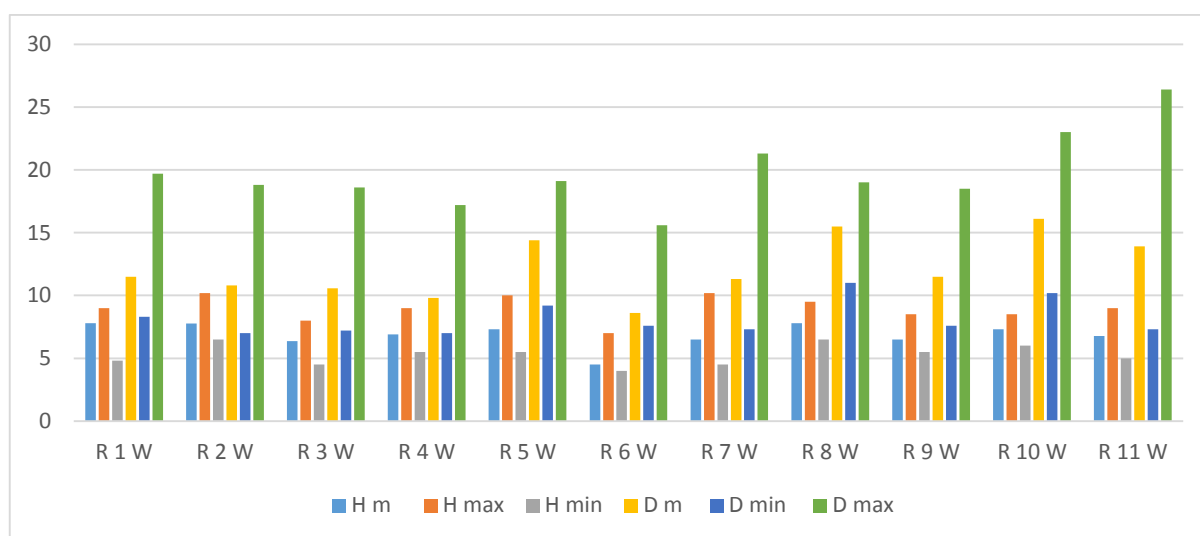
L'écart-type du diamètre (ET-D) le plus élevé est de 11 cm, enregistré au relevé 6 S, tandis que l'écart-type de la hauteur (ET-H) atteint sa valeur maximale de 2,8 m au relevé 8 S. Le coefficient de variation du diamètre (CVD), calculé pour l'ensemble de la station, est supérieur à 20 %, ce qui traduit une hétérogénéité marquée du point de vue de la grosseur (diamètre). En revanche, les coefficients de variation de la hauteur (CVH) sont inférieurs à 20 % dans quatre relevés (5, 6, 9 et 10 S), indiquant une relative homogénéité en hauteur. Ainsi, la forêt de Sassel peut être qualifiée de peuplement globalement hétérogène pour le diamètre, mais présentant une structure plus équilibrée en hauteur (Fig. 40).

#### 5.4.4. Forêt de Wzert

La Figure 41 et le Tableau 24 présente les principales variables dendrométriques mesurées dans la station de Wzert. La hauteur maximale (H max) est observée aux relevés 2 W et 7 W avec 10,2 m, tandis que la hauteur minimale (H min) varie entre 6,5 m (relevés 2 W et 8 W) et 4 m (relevé 6 W). La hauteur moyenne (H m) est d'environ 7 m, avec une valeur maximale de 7,8 m (relevé 8 W) et une valeur minimale de 4,5 m (relevé 6 W).

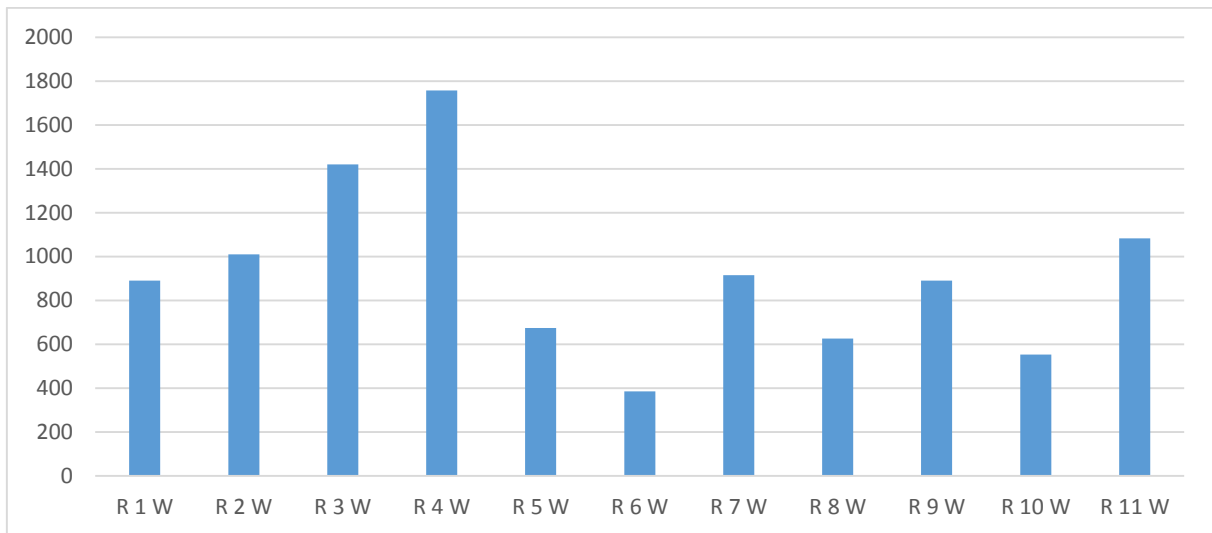
**Tableau 24:** Variables dendrométrique des relevés de la forêt de Wzert.

Relevé	R 1 W	R 2 W	R 3 W	R 4 W	R 5 W	R 6 W	R 7 W	R 8 W	R 9 W	R10 W	R11 W
H m	7,8	7,76	6,37	6,9	7,3	4,5	6,5	7,8	6,5	7,3	6,78
H max	9	10,2	8	9	10	7	10,2	9,5	8,5	8,5	9
H min	4,8	6,5	4,5	5,5	5,5	4	4,5	6,5	5,5	6	5
D m	11,5	10,8	10,57	9,8	14,4	8,6	11,3	15,5	11,5	16,1	13,9
D min	8,3	7	7,2	7	9,2	7,6	7,3	11	7,6	10,2	7,3
D max	19,7	18,8	18,6	17,2	19,1	15,6	21,3	19	18,5	23	26,4
E-T D	2,6	2,9	2,4	1,8	2,6	2,6	3,5	2,5	3	3,6	3,9
E-T H	0,9	0,9	0,8	0,8	1	0,9	1	0,6	0,8	0,8	1
CVD	22,6	26,9	22,7	18,4	18,1	30,2	31,0	16,1	26,1	22,4	28,1
CVH	11,54	11,60	12,56	11,59	13,70	20,00	15,38	7,69	12,31	10,96	14,75
Densité	891	1011	1421	1758	674	385	915	626	891	554	1084
âge	31	30	30	27	31	27	32	30	30	34	40
G ha	9,27	9,26	12,46	13,26	21,97	2,24	9,16	11,86	9,27	11,31	16,45
V ha	32,61	32,3	35,74	41,25	71,99	4,52	26,8	41,61	27,17	37,15	50,23

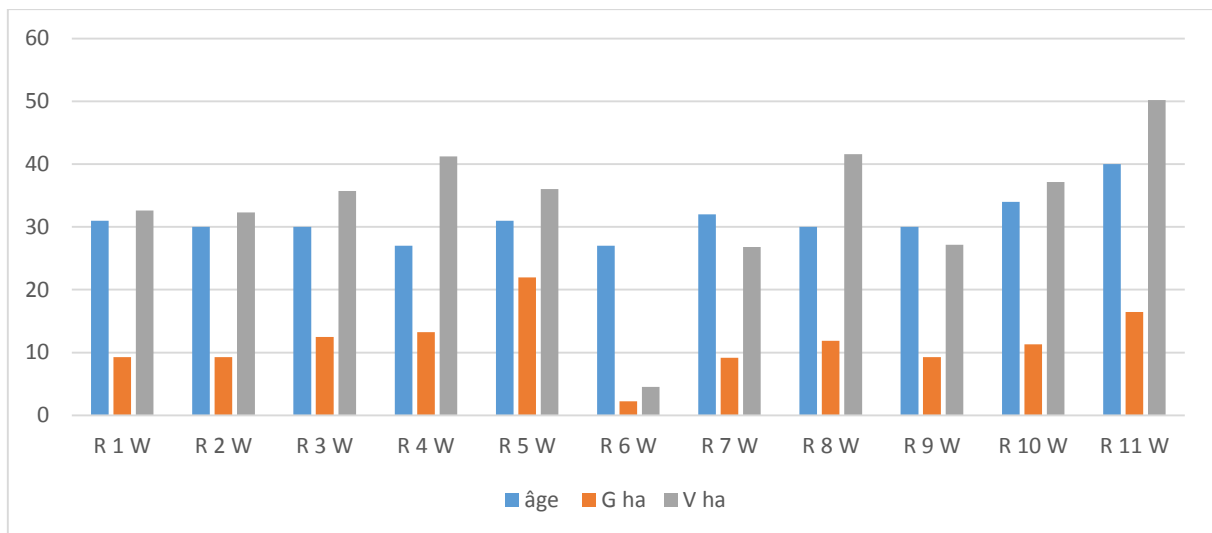


**Figure 41:** Caractéristiques dendrométriques des relevés de la forêt de Wzert.

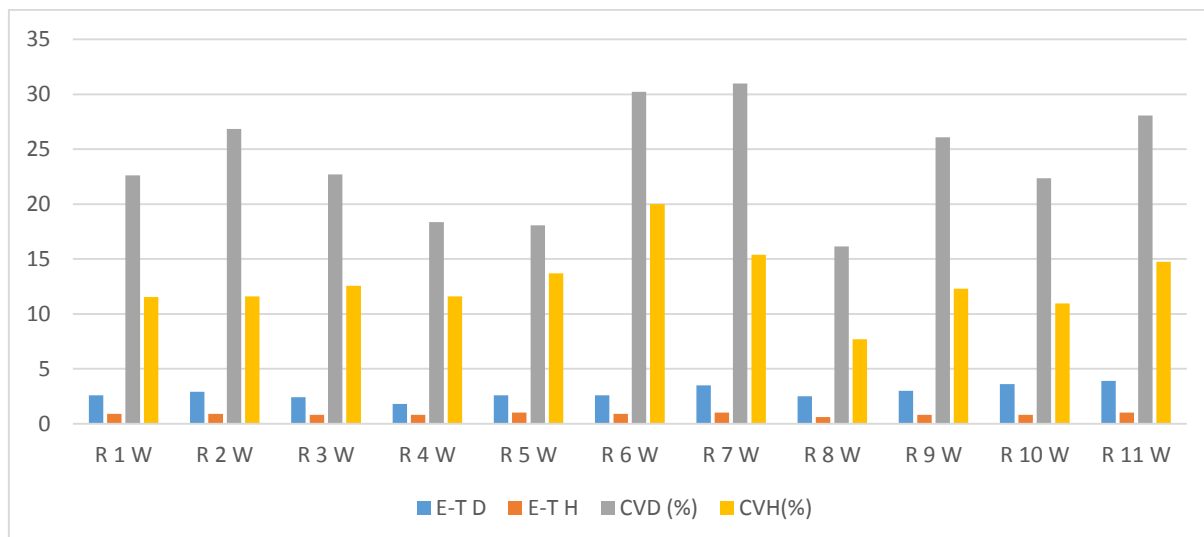
La Figure 42 montre les densités/ha des relevés effectués dans la forêt de Wzert, Elle présente une moyenne de densité égale à 928 sujet/ha avec un minimum dans le relevé 6 W d'environ 385 sujet/ha et un maximum de 1758 sujet/ha au relevé 4 W.



**Figure 42:** Densité des relevés de la forêt de Wzert.



**Figure 43:** Age, Surface terrière et volume des relevés de la forêt de Wzert.



**Figure 44:** Paramètres statistiques (Ecart-type, Coefficient de Variation) des relevés de la forêt de Wzert.

La Figure 43 présente les variables liées à l'âge, à la surface terrière et au volume de bois de la station de Wzert. L'âge moyen des peuplements est de 31 ans, avec une variation comprise entre 27 ans (relevés 4 et 6 W) et 40 ans (relevé 11 W). La surface terrière affiche une moyenne de 10,66 m<sup>2</sup>/ha, avec une valeur minimale de 2,24 m<sup>2</sup>/ha au relevé 6 W et une valeur maximale de 21,97 m<sup>2</sup>/ha au relevé 5 W. Le volume de bois présente une moyenne de 33,22 m<sup>3</sup>/ha, variant de 4,52 m<sup>3</sup>/ha (relevé 6 W) à 50,23 m<sup>3</sup>/ha (relevé 11 W).

L'écart-type du diamètre (ET-D) le plus élevé est de 3,9 cm, enregistré au relevé 11 W, tandis que l'écart-type de la hauteur (ET-H) atteint 1 m dans les relevés 5, 7 et 11 W. Le coefficient de variation du diamètre (CVD), calculé pour l'ensemble de la forêt, est supérieur à 20 %, ce qui traduit une hétérogénéité des peuplements du point de vue de la grosseur (diamètre). En revanche, les coefficients de variation de la hauteur (CVH) sont inférieurs à 20 % dans l'ensemble des relevés, ce qui confirme une homogénéité de la forêt en hauteur, associée à une hétérogénéité en diamètre (Fig. 44).

#### 5.4.5. Forêt de Beni Saf

La Figure 45 et le Tableau 25 et montrent que la hauteur maximale (H max) est observée aux relevés 1, 6 et 7 de la forêt de Beni Saf avec 9 m, tandis que la hauteur minimale (H min) varie entre 6,5 m (relevé 6 B) et 4,5 m (relevé 1 OBY). La hauteur moyenne (H m) se situe autour de 7 m, avec un maximum de 7,5 m (relevé 6 B) et un minimum de 5,5 m (relevé 1 OBY).

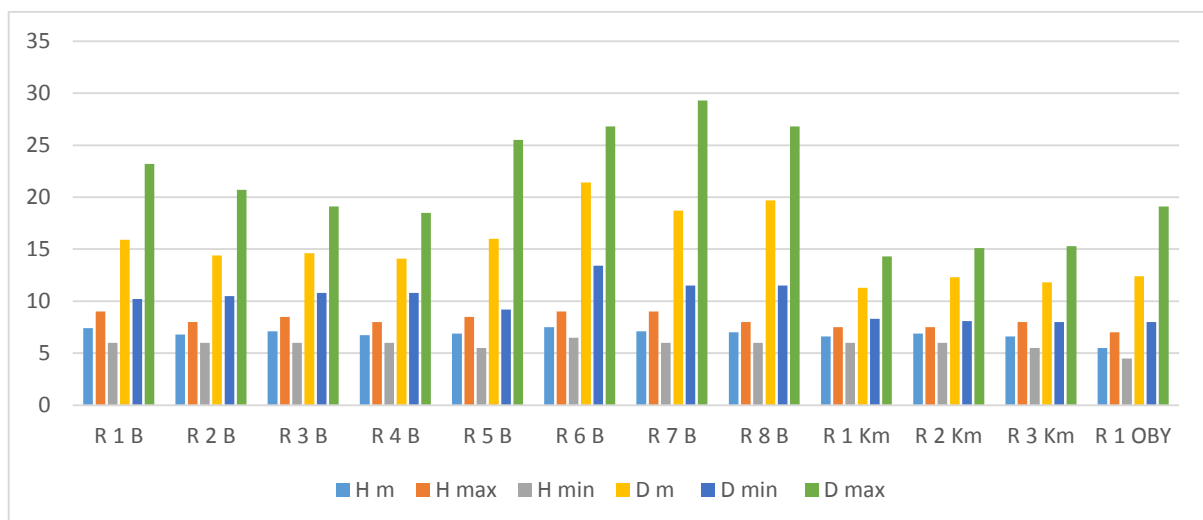
Concernant les diamètres, la valeur minimale (D min) est de 8 cm aux relevés 3 Km et 1 OBY, alors que la plus élevée atteint 13,4 cm (relevé 6 B). Le diamètre maximal (D max) est enregistré

au relevé 7 B avec 29,3 cm, contre une valeur minimale de 14,3 cm au relevé 3 Km. Quant au diamètre moyen (D m), il oscille entre 11,3 cm (relevé 1 Km) et 21,4 cm (relevé 7 B), avec une moyenne générale de 15,2 cm.

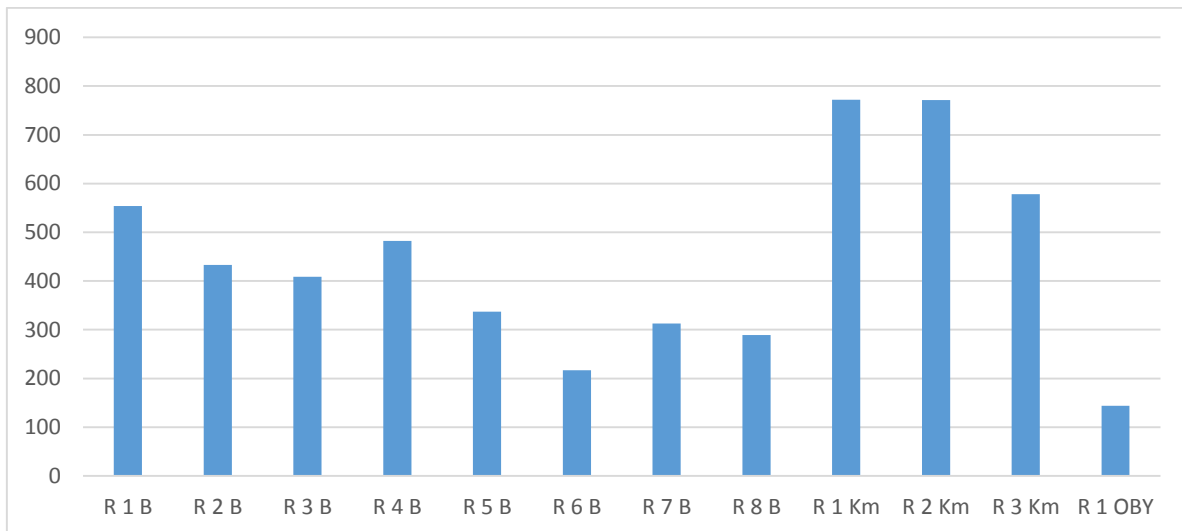
Dans l'ensemble, la station de Beni Saf se caractérise par des peuplements constitués majoritairement de petits bois, témoignant d'un stade de développement relativement jeune.

**Tableau 25:** Variables dendrométrique des forêts de Beni Saf, Kamerata, et Ouled Ben Yahya

Relevé	R 1B	R 2B	R 3B	R 4B	R 5B	R 6B	R7 B	R 8 B	R1Km	R 2 Km	R 3Km	R 1 OBY
H m	7,4	6,8	7,1	6,75	6,9	7,5	7,1	7	6,6	6,9	6,6	5,5
H max	9	8	8,5	8	8,5	9	9	8	7,5	7,5	8	7
H min	6	6	6	6	5,5	6,5	6	6	6	6	5,5	4,5
D m	15,9	14,4	14,6	14,1	16	21,4	18,7	19,7	11,3	12,3	11,8	12,4
D min	10,2	10,5	10,8	10,8	9,2	13,4	11,5	11,5	8,3	8,1	8	8
D max	23,2	20,7	19,1	18,5	25,5	26,8	29,3	26,8	14,3	15,1	15,3	19,1
E-T D	2,8	2,7	2,7	2	4,7	5,2	6,4	5	1,9	2,2	2,2	4,6
E-T H	0,8	0,6	0,7	0,6	0,8	0,8	0,9	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9
CVD	17,6	18,8	18,5	14,2	29,4	24,3	34,2	25,4	16,8	17,9	18,6	37,1
CVH	10,8	8,8	9,9	8,9	11,6	10,7	12,7	8,6	7,6	7,2	9,1	16,4
Densité	554	433	409	482	337	217	313	289	772	771	578	144
âge	35	35	35	35	35	45	45	45	35	35	35	32
G ha	11,01	7,08	6,83	7,53	6,79	7,82	8,61	8,79	6,19	7,31	6,33	1,74
V ha	36,6	21,7	21,8	22,8	21,1	26,4	27,5	27,7	18,4	22,7	18,8	4,3

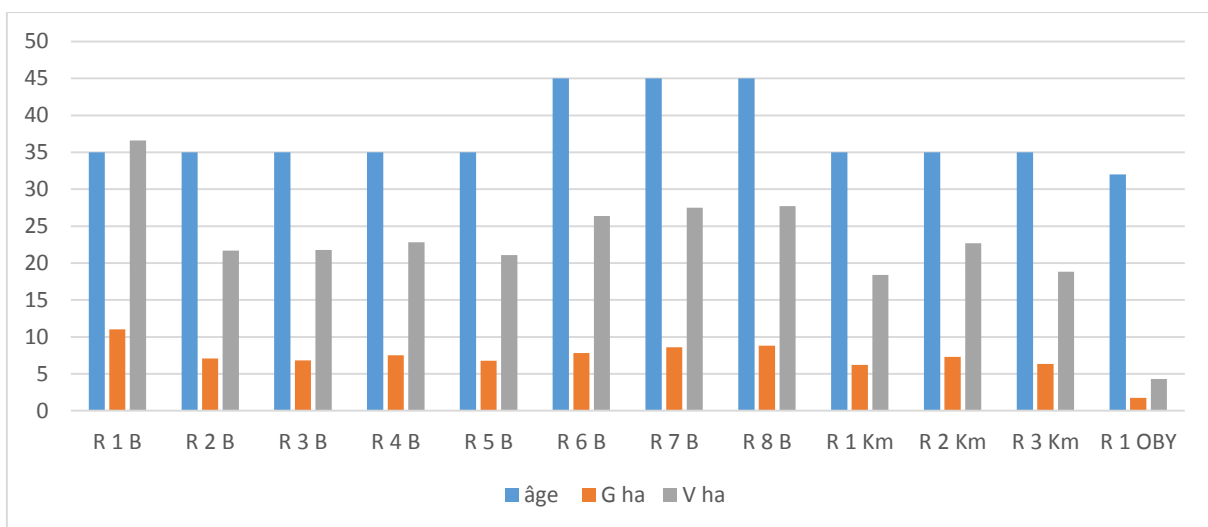


**Figure 45:** Caractéristiques dendrométriques des relevés des forêts de Beni Saf, Kamerata, et Ouled Ben Yahya.



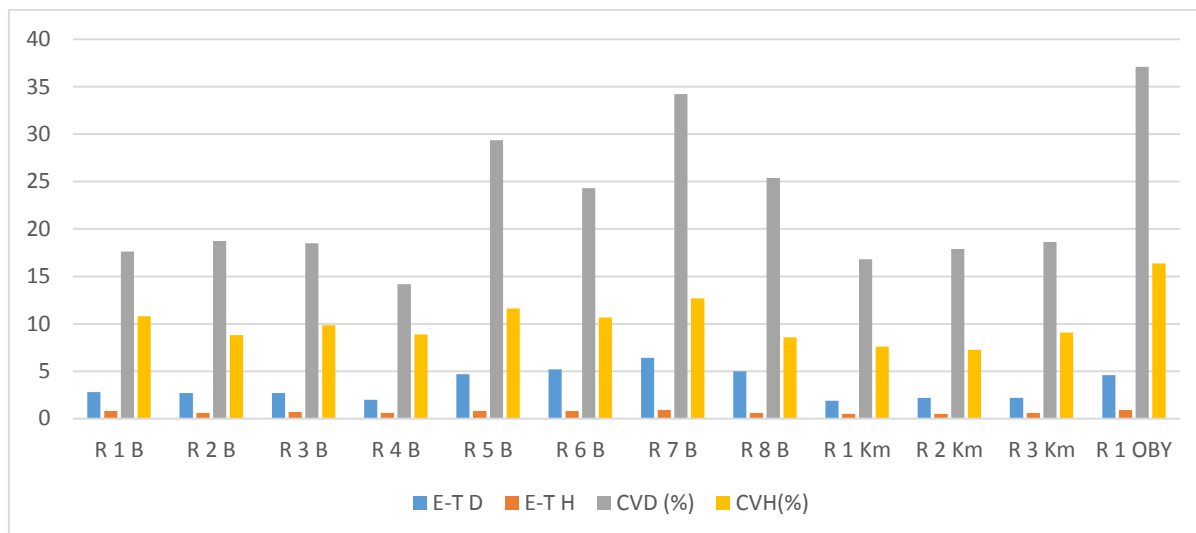
**Figure 46:** Densité des relevés des forêts de Beni Saf, Kamerata, et Ouled Ben Yahya.

La Figure 46 montre que les densités présente une moyenne de densité égale à 441 sujet/ha avec un minimum dans le relevé (1 OBY) d'environ 144 sujet/ha et un maximum de 772 sujet/ha au relevé (2 Km).



**Figure 47:** Age, Surface terrière et volume des relevés des forêts de Beni Saf, Kamerata, et Ouled Ben Yahya.

La Figure 47 illustre les variables âge, surface terrière et volume de bois de la station de Beni Saf. L'âge moyen est de 37 ans, avec un maximum de 45 ans et un minimum de 32 ans. La surface terrière présente une valeur moyenne de 16,17 m<sup>2</sup>/ha, avec un maximum de 11,01 m<sup>2</sup>/ha au relevé 1 B et un minimum de 1,74 m<sup>2</sup>/ha au relevé 1 OBY. Quant au volume de bois, il affiche une moyenne de 22,06 m<sup>3</sup>/ha, avec un maximum de 36,6 m<sup>3</sup>/ha (relevé 1 B) et un minimum de 4,3 m<sup>3</sup>/ha (relevé 1 OBY).



**Figure 48:** Paramètres statistique (Ecart-type, Coefficient de Variation) des relevés de la forêt de Beni Saf, Kamerata et Ouled Ben Yahya.

La station présente globalement un écart-type de la hauteur (ET H) toujours inférieur à 1. L'écart-type du diamètre (ET D) le plus élevé est enregistré au relevé 7 B avec une valeur de 6,4. En ce qui concerne le coefficient de variation du diamètre (CVD) et celui de la hauteur (CVH), tous les relevés affichent des valeurs inférieures à 20 %, ce qui traduit une structure homogène, aussi bien en diamètre qu'en hauteur, à l'exception du relevé 1 OBY qui se rapproche davantage d'un maquis arboré (Fig. 48).

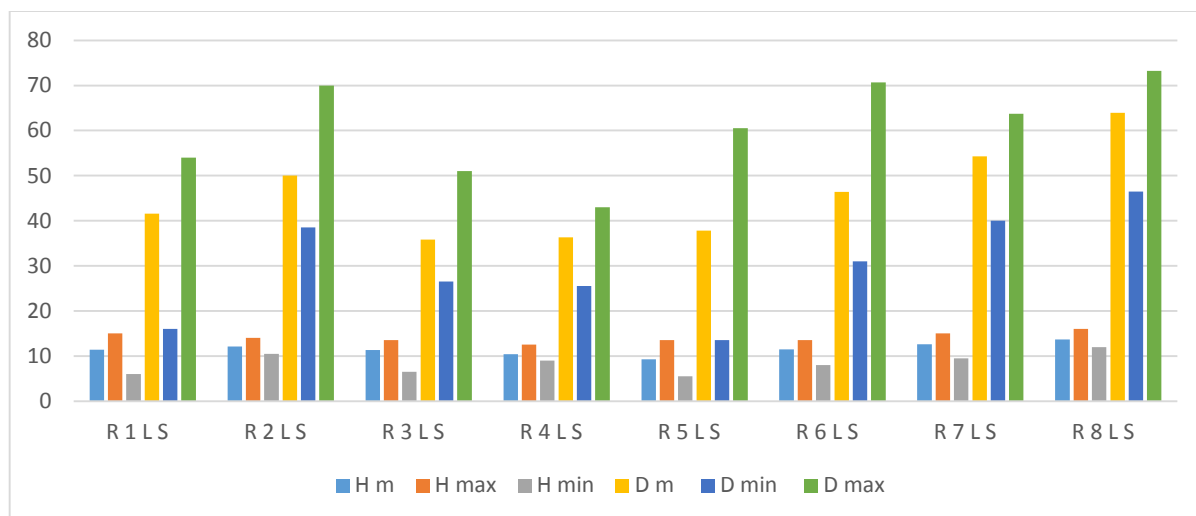
#### 5.4.6. Forêt de Lalla Sitti

La Figure 49 et le Tableau 26 montre que la hauteur maximale (H max) est de 16 m au relevé 8 LS, tandis que la hauteur minimale (H min) varie entre 13,7 m (relevé 8 LS) et 6 m (relevé 1 LS). La hauteur moyenne (H m) est de 11,5 m, avec un maximum de 13,7 m (relevé 8 LS) et un minimum de 9,3 m (relevé 5 LS).

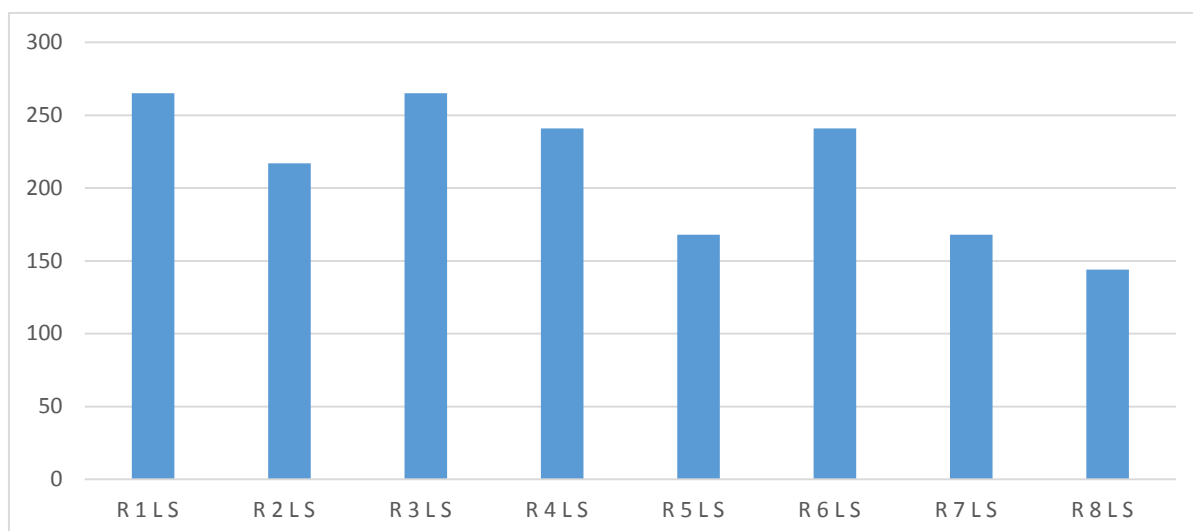
Pour les diamètres, le diamètre minimal (D min) est de 13,5 cm (relevé 5 LS) et le diamètre maximal (D max) atteint 73,2 cm (relevé 8 LS), avec une variation entre 43 cm (relevé 5 LS) et 73,2 cm (relevé 8 LS). Le diamètre moyen (D m) est de 45,63 cm. Sa distribution par classes de grosseur se présente ainsi : petits bois (PB) 11,27 %, bois moyens (BM) 36,62 %, gros bois (GB) 42,25 % et très gros bois (TGB) 9,86 %. Le diamètre moyen le plus élevé est enregistré au relevé 8 LS (63,9 cm), contre une valeur minimale de 35,8 cm au relevé 3 LS.

**Tableau 26:** Variables dendrométrique des relevés de la forêt de Lalla Sitti (Lalla sitti).

Relevé	R 1 L S	R 2 L S	R 3 L S	R 4 L S	R 5 L S	R 6 L S	R 7 L S	R 8 L S
H m	11,4	12,1	11,3	10,43	9,3	11,5	12,6	13,7
H max	15	14	13,5	12,5	13,5	13,5	15	16
H min	6	10,5	6,5	9	5,5	8	9,5	12
D m	41,6	50	35,8	36,3	37,8	46,4	54,3	63,9
D min	16	38,5	26,5	25,5	13,5	31	40	46,5
D max	54	70	51	43	60,5	70,7	63,7	73,2
E-T D	16,7	10	7,5	5,7	19,3	12,3	8,2	10,6
E-T H	3	1,1	1,9	1,3	3,2	1,7	2,1	1,4
CVD (%)	40,1	20,0	20,9	15,7	51,1	26,5	15,1	16,6
CVH(%)	26,3	9,1	16,8	12,5	34,4	14,8	16,7	10,2
Densité	265	217	265	241	168	241	168	144
âge	140	140	140	140	140	140	140	140
G ha	35,98	42,58	26,6	24,93	18,84	40,83	38,81	46,21
V ha	185,5	232,13	135,19	116,94	78,94	211,79	220,06	283,86

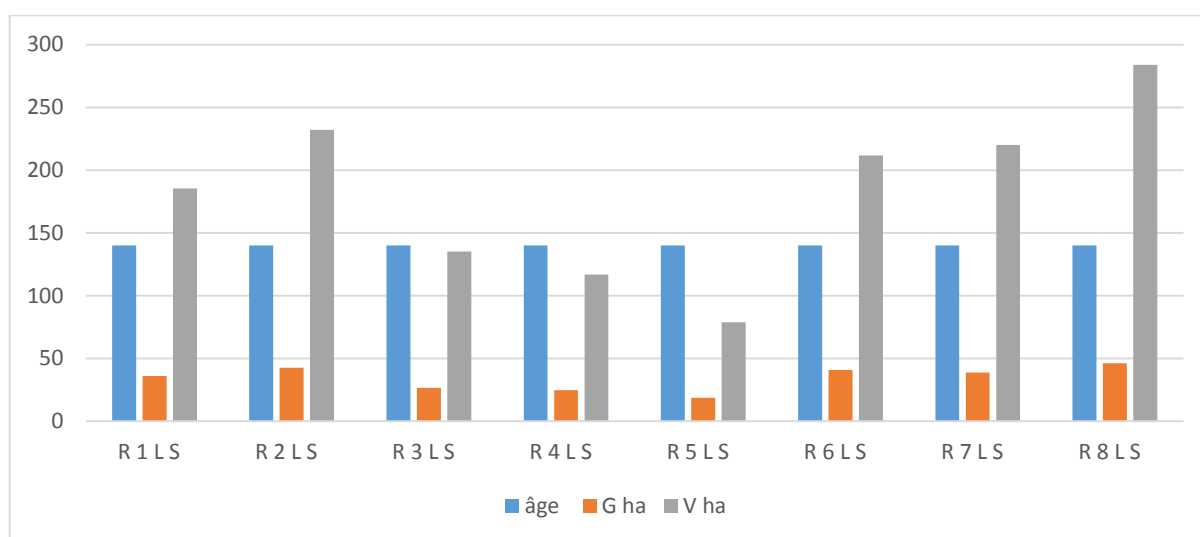


**Figure 49:** Caractéristiques dendrométriques des relevés de la forêt de Lalla Sitti (Lalla sitti).



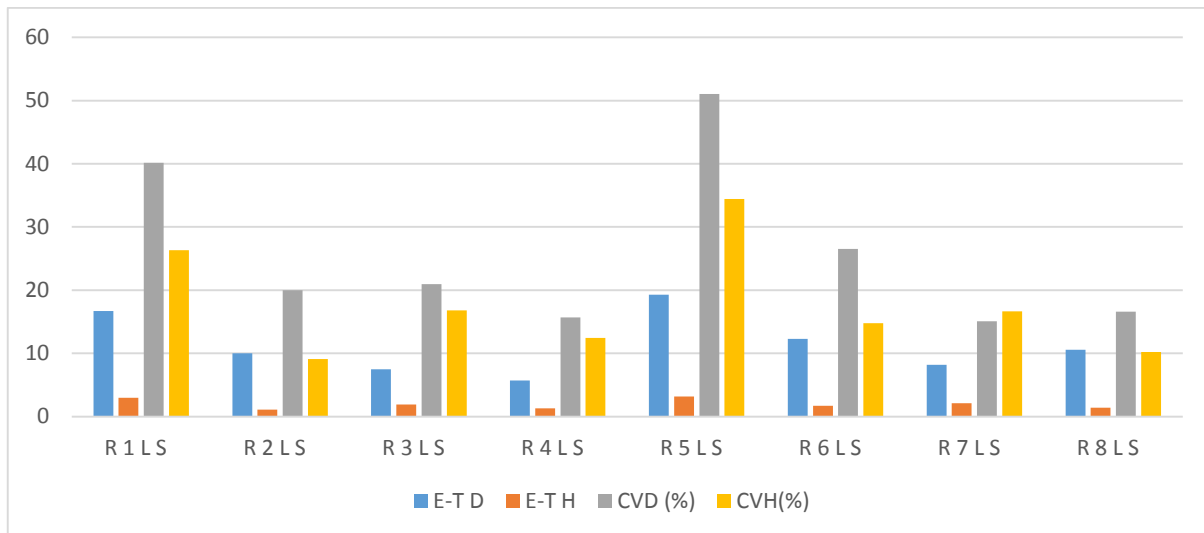
**Figure 50:** Densité des relevés de la forêt de la Lalla Sitti.

La Figure 50 ci-dessus présente les densités des relevés de ladite forêt, elle présente une moyenne de densité égale à 214 sujet/ha avec un minimum dans le relevé (8 LS) d'environ 144 sujet/ha et un maximum de 265 sujet/ha au relevé (1 et 3 LS).



**Figure 51:** Age, Surface terrière et volume des relevés de la forêt de Lalla Sitti (Lalla sitti).

L'âge moyen du peuplement est estimé à environ 130 ans. La surface terrière présente une moyenne de 34,35 m<sup>2</sup>/ha, avec une valeur maximale de 46,21 m<sup>2</sup>/ha observée au relevé 8 LS et une valeur minimale de 18,84 m<sup>2</sup>/ha enregistrée au relevé 5 LS. En ce qui concerne le volume de bois, la station affiche une moyenne de 183,05 m<sup>3</sup>/ha, avec un maximum de 283,86 m<sup>3</sup>/ha (relevé 8 LS) et un minimum de 78,94 m<sup>3</sup>/ha (relevé 5 LS) (Fig. 51).



**Figure 52:** Paramètres statistique (Ecart-type, Coefficient de Variation) des relevés de la forêt de Lalla Sitti (Lalla sitti).

L'écart-type du diamètre (E-T D) le plus élevé est enregistré au relevé 5 LS avec 19,3 cm, tandis que celui de la hauteur (E-T H) atteint 3,2 m au même relevé. Le coefficient de variation du diamètre (CVD), calculé pour l'ensemble de la station, reste inférieur à 20 %, sauf aux relevés 1, 3, 5 et 6 LS où il le dépasse, révélant une hétérogénéité structurelle. En revanche, le coefficient de variation de la hauteur (CVH) demeure inférieur à 20 % dans l'ensemble des relevés, à l'exception des relevés 1 et 5 LS. Globalement, la station présente donc une relative homogénéité au niveau de la hauteur, mais une hétérogénéité partielle en ce qui concerne les diamètres (Fig. 52).

#### 5.4.7. Forêt d'Ain Fezza

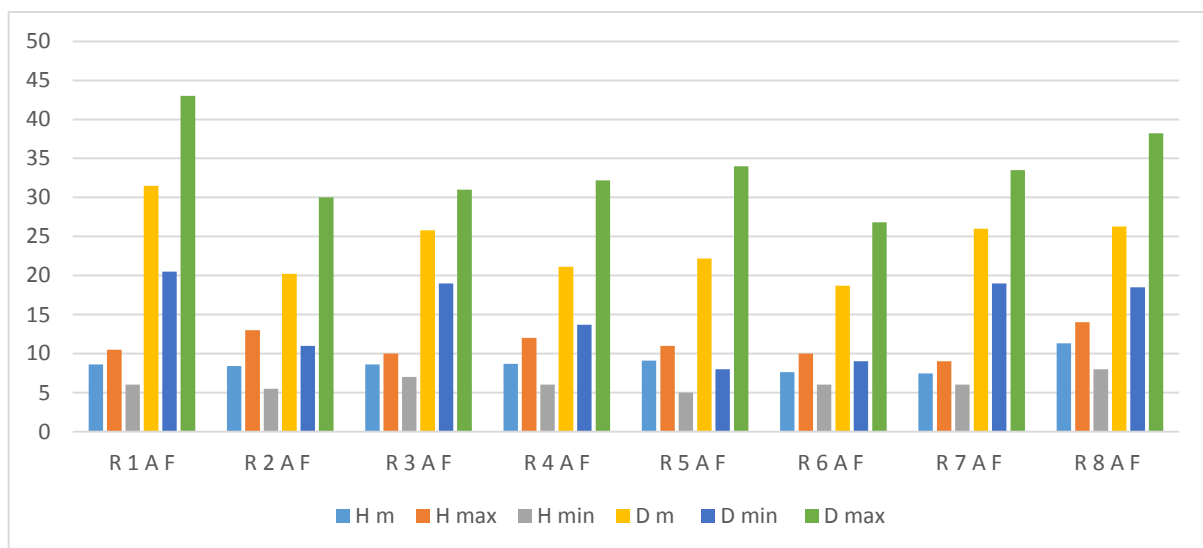
La Figure 53 et le Tableau 27 indique que la hauteur maximale (H max) atteint 14 m au relevé 8 AF, tandis que la hauteur minimale (H min) est de 5 m au relevé 5 AF. La hauteur moyenne (H m) de l'ensemble des relevés est estimée à 8,7 m, avec un maximum de 11,3 m (relevé 8 AF) et un minimum de 7,5 m.

Concernant le diamètre minimal (D min), il varie de 8 cm (relevé 5 AF) à 20,5 cm (relevé 1 AF). Le diamètre maximal (D max) atteint 43 cm au relevé 1 AF, contre une valeur la plus faible de 26,8 cm (relevé 6 AF). Le diamètre moyen (D m) présente un maximum de 31,5 cm au relevé 1 AF et un minimum de 18,7 cm au relevé 6 AF, avec une moyenne générale de 23,9 cm.

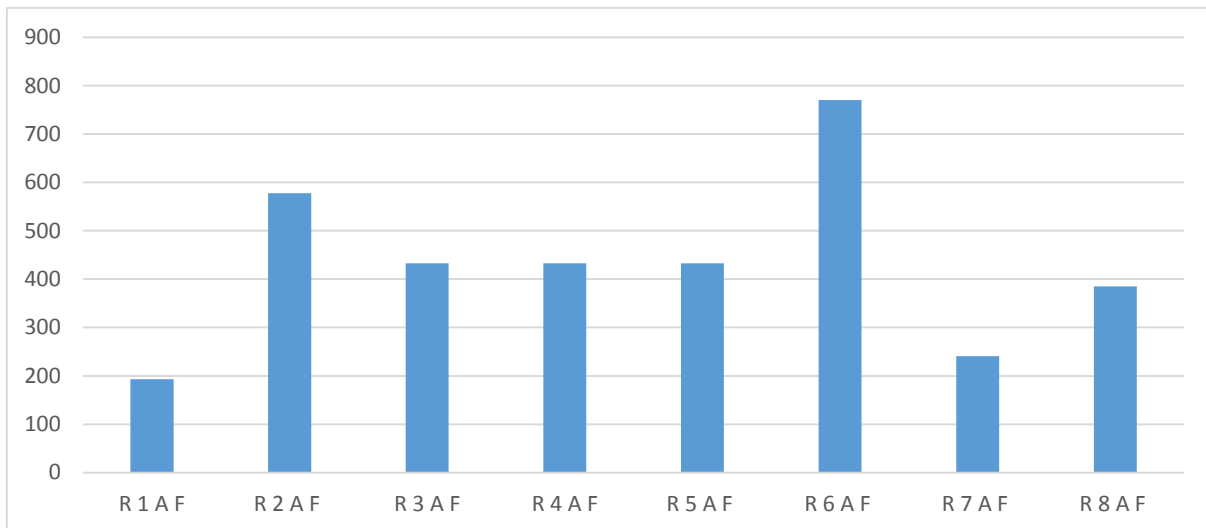
La distribution des tiges par classes de diamètre révèle une nette prédominance des petits bois (PB : 68,42 %), suivis des bois moyens (BM : 30,99 %), tandis que les gros bois (GB : 0,58 %) demeurent très faiblement représentés.

**Tableau 27:** Variables dendrométrique des relevés de la forêt d'Ain Fezza.

Relevé	R 1 A F	R 2 A F	R 3 A F	R 4 A F	R 5 A F	R 6 A F	R 7 A F	R 8 A F
H m	8,6	8,4	8,6	8,7	9,1	7,6	7,47	11,3
H max	10,5	13	10	12	11	10	9	14
H min	6	5,5	7	6	5	6	6	8
D m	31,5	20,2	25,8	21,1	22,2	18,7	26	26,3
D min	20,5	11	19	13,7	8	9	19	18,5
D max	43	30	31	32,2	34	26,8	33,5	38,2
E-T D	8,3	5,9	3,5	5	6,6	4,1	4,3	6,2
E-T H	1,5	1,8	0,9	1,6	1,5	0,9	1,1	1,8
CVD (%)	26,3	29,2	13,6	23,7	29,7	21,9	16,5	23,6
CVH(%)	17,4	21,4	10,5	18,4	16,5	11,8	14,7	15,9
Densité	193	578	433	433	433	770	241	385
âge	50	50	50	50	50	50	50	50
G ha	14,98	18,45	22,66	15,14	16,86	21,13	12,81	20,76
V ha	58,07	69,44	87,6	59,34	69,17	72,27	43,09	105,69

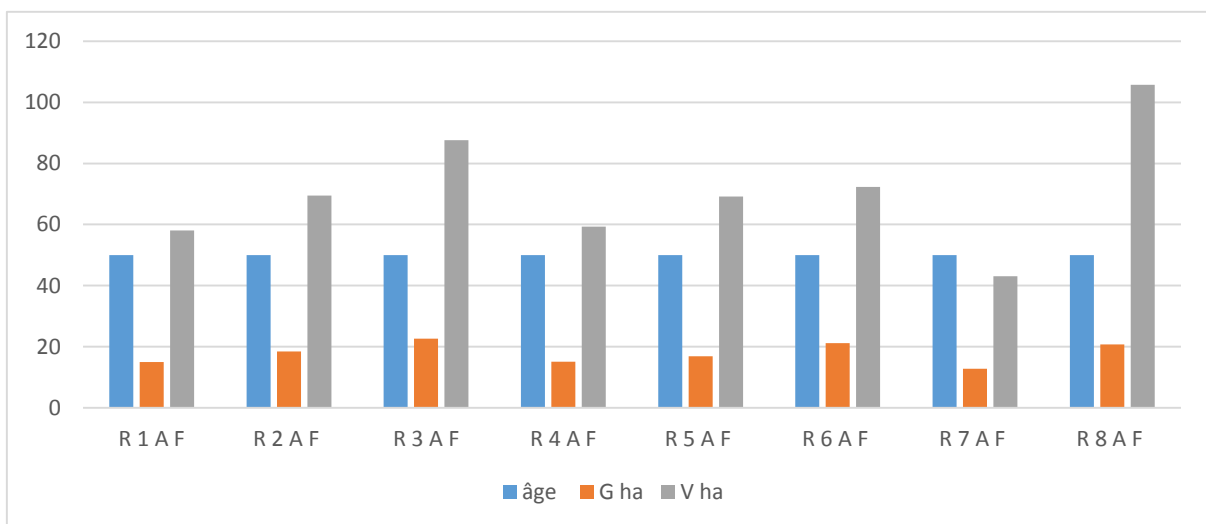


**Figure 53:** Caractéristiques dendrométriques des relevés de la forêt d'Ain Fezza.



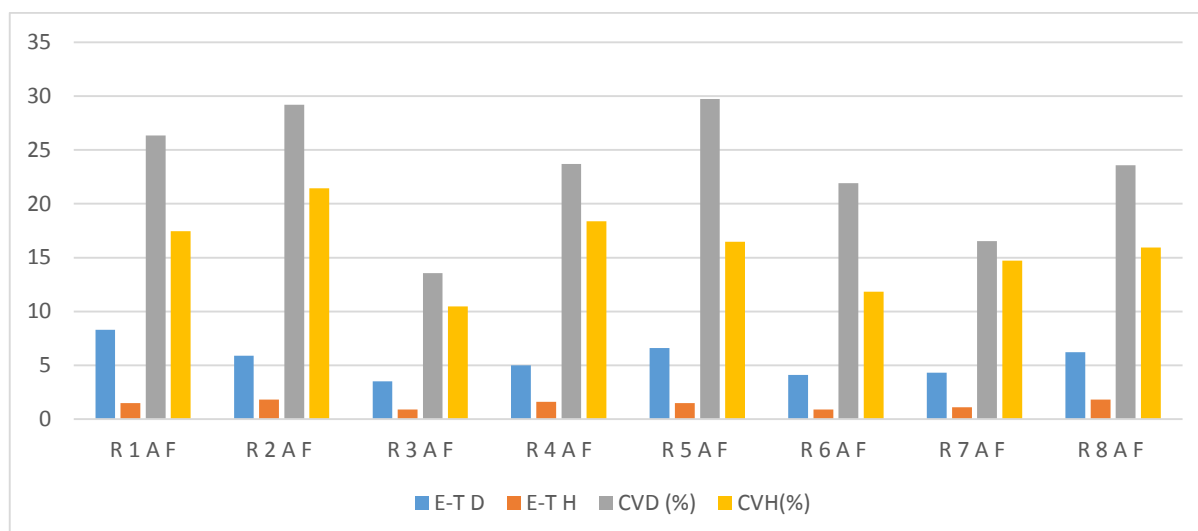
**Figure 54:** Densité des relevés de forêt d'Ain Fezza.

La Figure 54 ci-dessus illustre les densités (sujets/ha) des relevés effectués dans la station d'Ain Fezza. La densité moyenne est estimée à 318 sujets/ha, avec un minimum de 193 sujets/ha au relevé 1 AF et un maximum de 770 sujets/ha au relevé 6 AF.



**Figure 55:** Age, Surface terrière et volume des relevés de la forêt d'Ain Fezza.

La Figure 55 présente les variables âge, surface terrière et volume de bois de la station d'Ain Fezza. L'âge moyen des peuplements est estimé à 50 ans. La surface terrière affiche une moyenne de 17,85 m<sup>2</sup>/ha, avec un maximum de 22,66 m<sup>2</sup>/ha au relevé 3 AF et un minimum de 12,81 m<sup>2</sup>/ha au relevé 7 AF. Quant au volume de bois, il présente une moyenne de 70,58 m<sup>3</sup>/ha, avec une valeur maximale de 105,69 m<sup>3</sup>/ha au relevé 8 AF et une valeur minimale de 43,09 m<sup>3</sup>/ha au relevé 7 AF.



**Figure 56:** Paramètres statistique (Ecart-type, Coefficient de Variation) des relevés de la forêt d' Ain Fezza.

L'écart-type du diamètre (E-T D) le plus élevé est enregistré au relevé 1 AF avec 8,1 cm, tandis que l'écart-type de la hauteur (E-T H) atteint 1,8 m aux relevés 2 et 8 AF. Le coefficient de variation du diamètre (CVD) dépasse 20 % dans l'ensemble des relevés, à l'exception des relevés 3 et 7 AF. En revanche, le coefficient de variation de la hauteur (CVH) demeure inférieur à 20 % pour tous les relevés, sauf au relevé 2 AF. Ces résultats traduisent une hétérogénéité modérée des diamètres et une relative homogénéité des hauteurs, indiquant que la station d'Ain Fezza peut globalement être considérée comme relativement homogène sur le plan dendrométrique (Fig. 56).

#### 5.4.8. Synthèse dendrométrique des forêts étudiées

L'analyse dendrométrique des forêts étudiées (Melkine, Ténira, Khotaida, Oued Besbess, Hassi El Ghala, El Maleh, Emir Abdelkader, Ain El Berd, Sassel, Beni Saf, Lalla Sitti et Ain Fezza) met en évidence une très importante variabilité des paramètres structuraux, traduisant des dynamiques contrastées selon les stations.

Pour la densité, les peuplements présentent des valeurs très hétérogènes, allant de moins de 200 tiges/ha dans certains reboisements âgés et éclaircis ou dégradés (cas de Lalla Sitti et de certains relevés d'Ain Fezza et Ouled Ben Yahya) à plus de 700 tiges/ha dans certains jeunes peuplements notamment Wzert. La densité moyenne oscille entre 300 et 500 tiges/ha, traduisant une structure ni trop fermée ni trop ouverte, mais soumise à des fluctuations locales selon les facteurs stationnels et les pressions anthropozoogènes.

Le diamètre moyen varie sensiblement entre les forêts, avec des peuplements relativement jeunes ou à croissance limitée affichant des diamètres modestes (autour de 15–20 cm)

(notamment Ténira, Emir Abdelkader, Wzert et Oued Besbess), tandis que dans les peuplements plus âgés les diamètres atteignent ou dépassent 30 cm à savoir (lalla setti, khotaida et El Maleh). L'écart-type du diamètre révèle une forte hétérogénéité dans plusieurs forêts, notamment à Sassel, Melkine, Tanzara et Khotaida, où le coefficient de variation dépasse 20 %, mettant en évidence des peuplements à structure irrégulière. À l'inverse, certaines stations comme (El Maleh, Oued Besbess, Emir Abd El Kader ou Hassi El Ghala) montrent une grande homogénéité des diamètres.

Pour la hauteur moyenne, elle se situe entre 9 et 14 m, avec des peuplements culminant jusqu'à 18 m dans les meilleures stations (Khotaida, Lalla Sitti, El Maleh), traduisant un bon potentiel de croissance. Le coefficient de variation de la hauteur est globalement inférieur à 20 %, ce qui indique une plus grande homogénéité verticale des peuplements par rapport aux diamètres.

La surface terrière se situe en moyenne entre 15 et 20 m<sup>2</sup>/ha, avec des maxima dépassant ponctuellement 22 m<sup>2</sup>/ha (cas Ain El Berd, El Maleh, Lalla Sitti), et des minima inférieurs à 13 m<sup>2</sup>/ha dans des peuplements jeunes (Tenira, Emir Abd Kader, Beni Saf, Sassel, et Wzert) Le volume de bois sur pied traduit ces disparités, avec des valeurs qui oscillent entre 40 et plus de 100 m<sup>3</sup>/ha selon les forêts. Les plus fortes productivités sont enregistrées dans des peuplements relativement âgés et plus ouverts (Lalla Sitti, El Maleh, Ain El Berd), tandis que des volumes faibles caractérisent des forêts plus denses ou claires et soumises aux pressions (Emir Abd Kader, Sassel, Beni Saf).

En définitive, cette analyse globale montre que les peuplements forestiers étudiés se caractérisent par une forte variabilité dendrométrique, reflet de conditions écologiques contrastées. Deux tendances principales se dégagent :

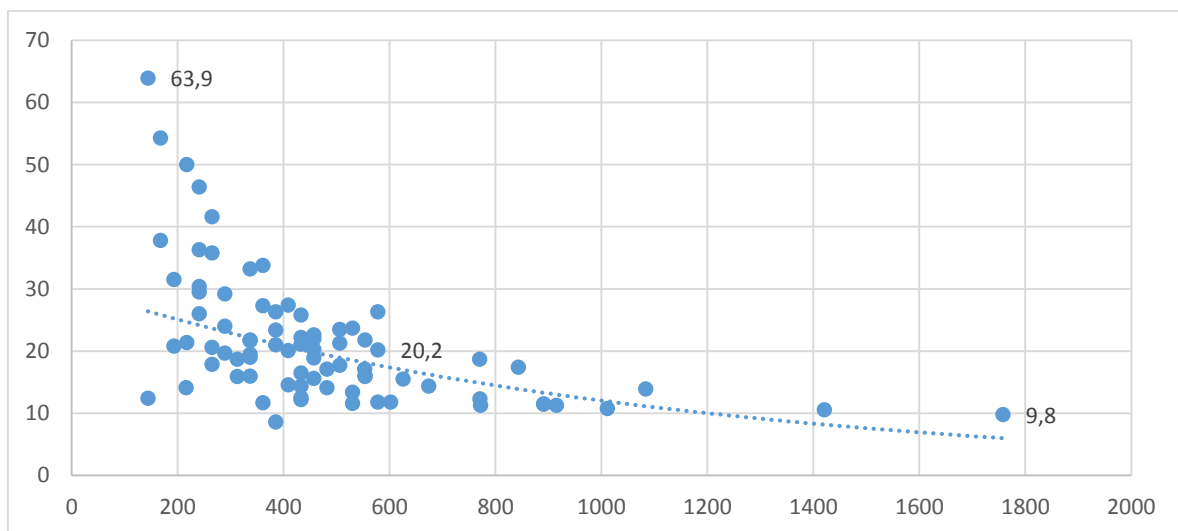
- d'une part, des peuplements denses plus homogènes et moins productifs (Wzert, Sassel, Beni Saf, Oued besbes), qui traduisent un bon potentiel de croissance mais aussi une compétition intra-spécifique marquée ;
- d'autre part, des peuplements plus ouverts hétérogènes et productifs (Khotaida, Melkine, Tenira, Hassi El Ghala, Ain Fezza et Lalla Sitti), souvent influencés par la pression pastorale, les coupes ou les conditions stationnelles plus contraignantes.

Globalement, les diamètres traduisent une hétérogénéité structurelle plus marquée que les hauteurs, ce qui permet de conclure à une relative homogénéité verticale mais à une irrégularité horizontale dans la plupart des forêts.

#### 5.4.9. Relation densité diamètre, densité hauteur

La Figure 57 montre la relation entre la densité et le diamètre moyen des 80 relevés. La tendance générale suit une courbe de type exponentielle décroissante, où le diamètre moyen chute rapidement avec l'augmentation de la densité, puis la relation tend à se stabiliser au-delà d'environ 400 tiges/ha. La variabilité des diamètres est particulièrement marquée aux faibles densités, où certains peuplements présentent des valeurs élevées, alors qu'elle devient plus homogène dans les peuplements serrés. Ainsi, la densité maximale enregistrée atteint près de 1 800 tiges/ha pour un diamètre moyen limité à 9,8 cm, tandis que la densité minimale (144 tiges/ha) est associée au diamètre moyen maximal de 63,9 cm. Il faut noter que la majorité des relevés se concentre toutefois dans la plage intermédiaire de 200 à 600 tiges/ha, correspondant à la structure la plus représentative des peuplements étudiés.

Cette relation met en évidence une compétition intra-spécifique intense : sous forte densité, les arbres demeurent fins en raison de la concurrence pour la lumière, l'eau et les nutriments, alors qu'une densité réduite permet aux sujets survivants de croître davantage en diamètre. Ce fait souligne un processus classique d'auto-éclaircie (self-thinning), proche de la règle de Yoda ( $-3/2$ ), où les peuplements tendent naturellement vers une densité moindre au profit d'un meilleur développement des individus restants. Sur le plan sylvicole, cela souligne l'intérêt des éclaircies artificielles, qui reproduisent ce mécanisme naturel et favorisent l'accroissement en diamètre des arbres.

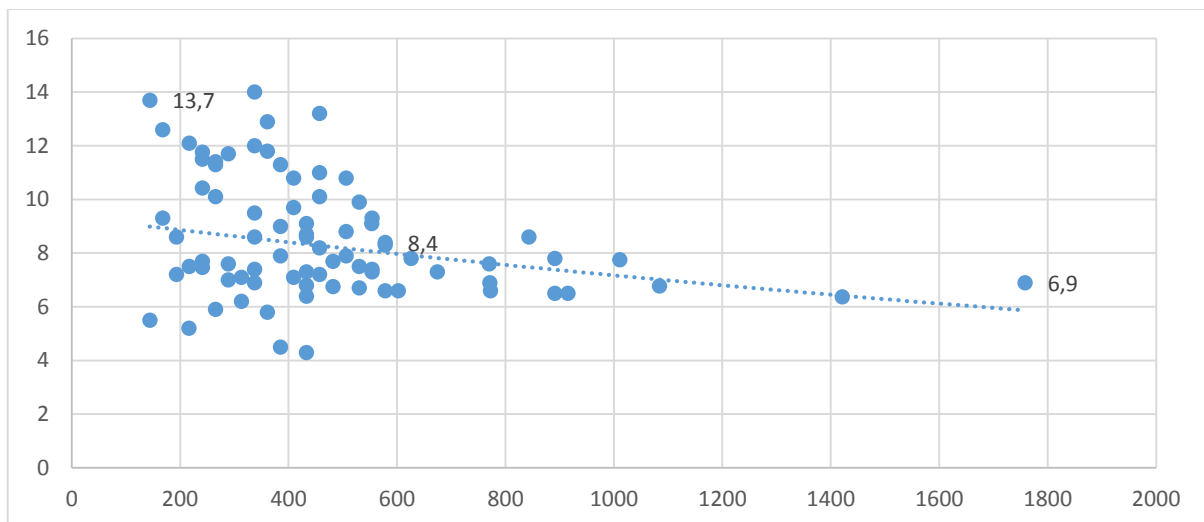


**Figure 57:** Relation densité/diamètre.

La Figure 58 montre la relation entre la densité et la hauteur moyenne des 80 relevés. La tendance est globalement décroissante : lorsque la densité augmente, les hauteurs moyennes diminuent, comme l'indique la droite de régression. Ainsi, la densité maximale d'environ 1 800

tiges/ha correspond à une hauteur moyenne limitée à 6,9 m, tandis que la densité minimale (144 tiges/ha) est associée à la hauteur maximale observée de 13,7 m. La majorité des peuplements se situe toutefois entre 200 et 600 tiges/ha, avec des hauteurs moyennes comprises entre 7 et 10 m.

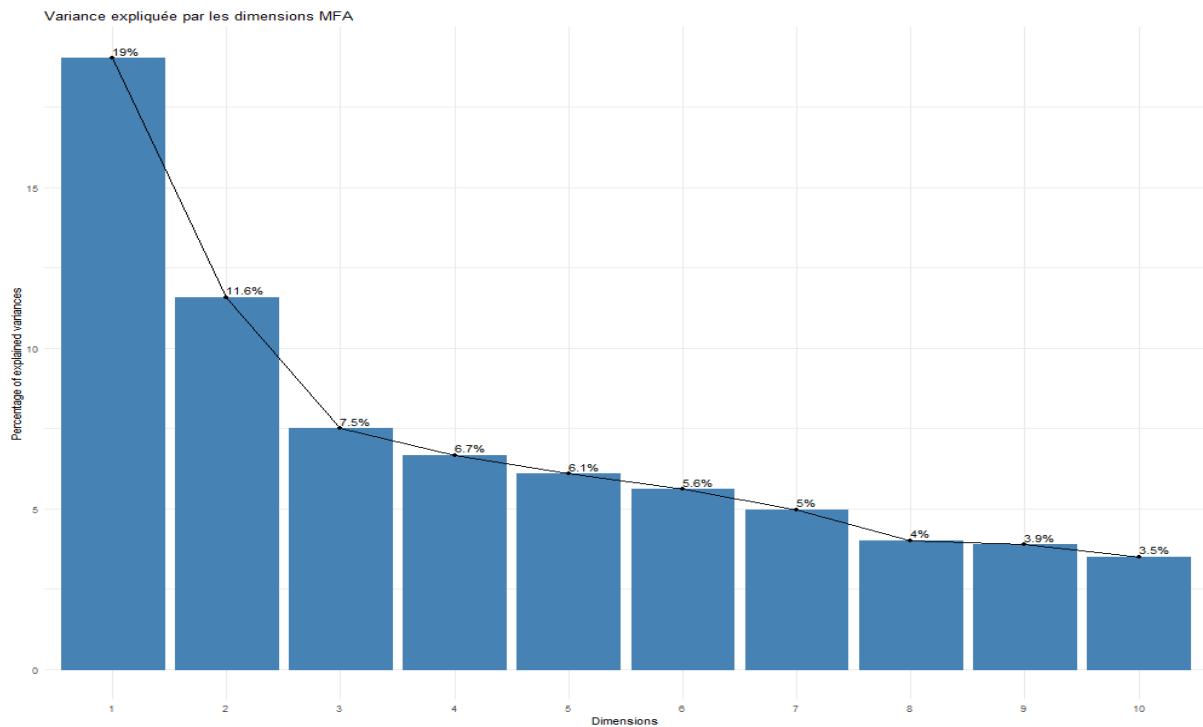
Cette courbe traduit ainsi, l'effet de la compétition pour les ressources (lumière, eau et nutriments) : dans les peuplements denses, les conditions de croissance sont limitées et restreignent l'élongation verticale, alors que dans les peuplements plus ouverts, la disponibilité accrue des ressources favorise des croissances en hauteur plus importantes. Il faut tout de même signaler, que la dispersion relativement marquée des points aux faibles densités suggère une influence supplémentaire de facteurs stationnels (qualité du sol, topographie, climat local), qui modulent la croissance en hauteur indépendamment de la densité.



**Figure 58:** Relation densité/hauteur.

#### 5.4.10. Analyse Factorielle Multiple

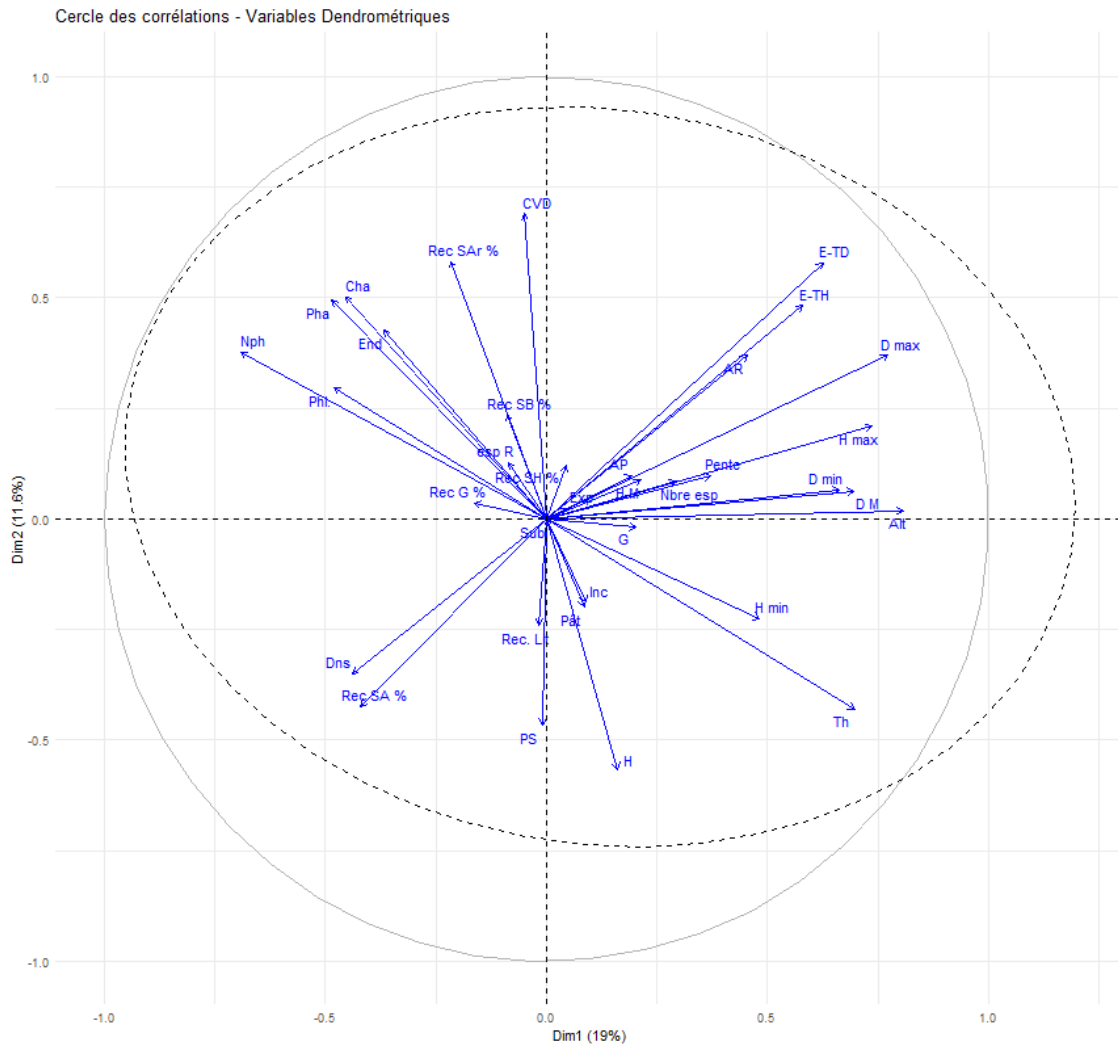
Pour compléter l'analyse dendrométrique, nous avons associé à notre matrice dendrométrique *Relevés / variables dendrométriques* (hauteur, diamètre, âge, densité, hauteur maximale...), une matrice de données écologiques ou stationnelles. Cette dernière comprend, pour chaque relevé, les paramètres stationnels classiques tels que l'altitude, la pente, le recouvrement global, le recouvrement des strates arborescente, arbustive, buissonnante, herbacée et de la litière, le recouvrement de la roche-mère, ainsi que le degré de pâturage (pondéré de 1 à 5) et l'intensité des incendies (pondérée de 1 à 5). En complément, nous avons intégré le taux des différents types biologiques (thérophytes, hémicryptophytes, chaméphytes, nanophanérophytes, phanérophytes, lianes phanérophytiques), le nombre total d'espèces par relevé, le nombre d'espèces rares et le nombre d'espèces endémiques.



**Figure 59:** histogramme des valeurs proposées de 10 premiers axes.

À l'ensemble de ces données, nous avons appliqué une Analyse Factorielle Multiple (MFA), qui permet d'interpréter la répartition des variables de la première matrice à la lumière des variables de la seconde.

Comme pour toute analyse multivariée, seuls les deux premiers axes sont pris en considération, en raison de leur importance par rapport aux autres axes. Ces deux axes absorbent plus de 30 % de l'inertie totale de l'analyse, avec respectivement 19 % et 11,9 % (Fig. 59).



**Figure 60:** Cercle des corrélations des deux premiers axes de l'Analyse Factorielle Multiple (MFA).

Pour rappel, l'interprétation du cercle de corrélation d'une MFA suit la même logique que celle d'une ACP. Les variables les plus corrélées apparaissent côte à côte sur le plan factoriel, tandis que celles qui sont négativement corrélées se situent à l'opposé sur le cercle de corrélation. De plus, dans une MFA, plus la flèche est longue, plus la variable contribue à l'interprétation des axes.

Par exemple, le recouvrement de la strate arborescente est positivement corrélé à la densité, alors que ces deux variables sont négativement corrélées à l'ETD, à l'ETH et au Dmax. Le nombre d'espèces endémiques est positivement corrélé avec les taux élevés de chaméphytes, de nanophanérophytes, de phanérophytes lianescents et de phanérophytes, ainsi qu'avec le recouvrement de la strate arbustive. Ces variables s'opposent à des taux élevés de thérophytes et d'hémicryptophytes, ainsi que, mais dans une moindre mesure, à l'intensité du pâturage et des incendies

Analyse du cercle des corrélations (MFA sur variables dendrométriques et stationnelles)

Du côté positif de l'axe 1, les variables dendrométriques telles que Dmax, Hmax, Dm, Hm, ainsi que les données stationnelles comme l'altitude (Alt), la pente et le nombre d'espèces (Nbre esp), sont fortement corrélées. Cela traduit un gradient de structure forestière développée : grands arbres, forte altitude, pentes marquées et diversité floristique élevée.

À l'opposé, du côté négatif, apparaissent les fortes densités (Dns), les taux élevés de recouvrement de la strate arborescente (Rec SA %) et de recouvrement de la litière (Rec L). Ce phénomène caractérise des milieux plus denses et homogènes, mais avec un développement individuel limité des arbres (arbres plus petits, recouvrement important, diversité moindre).

Ainsi, l'axe 1 oppose les peuplements structurés et diversifiés (forêts hautes en altitude) aux peuplements denses, fermés, mais peu diversifiés.

Sur l'axe 2, du côté positif, se placent E-TD et E-TH (écarts-types de diamètres et de hauteurs), le recouvrement de la roche-mère (Rec R), le recouvrement arborescent (Rec SA %) et le CVD (coefficient de variation des diamètres). Ces variables caractérisent des milieux hétérogènes et instables, où la variabilité de la structure est forte (arbres très inégaux en taille et diamètre).

Du côté négatif, on observe les types biologiques pionniers (thérophytes et hémicryptophytes), associés à Hmin, au pâturage (Pât) et aux incendies (Inc). Ces facteurs décrivent des milieux perturbés, ouverts et dégradés, dominés par les espèces annuelles et herbacées.

Ainsi, l'axe 2 oppose les stations structurées mais hétérogènes (forts écarts de tailles) aux stations dégradées, dominées par les annuelles et soumises aux perturbations (pâturage, incendies).

Il faut également souligner que le nombre d'espèces endémiques (End) est positivement corrélé avec les chaméphytes (Cha), les nanophanérophytes (Nph), les phanérophytes lianescents (Phl) et le recouvrement de la strate arbustive (Rec SA<sub>r</sub>). Cela indique que les milieux arbustifs diversifiés favorisent la richesse en endémiques. À l'inverse, les thérophytes et hémicryptophytes s'opposent clairement à ces types biologiques ligneux, confirmant l'existence d'un gradient dégradation / stabilité.

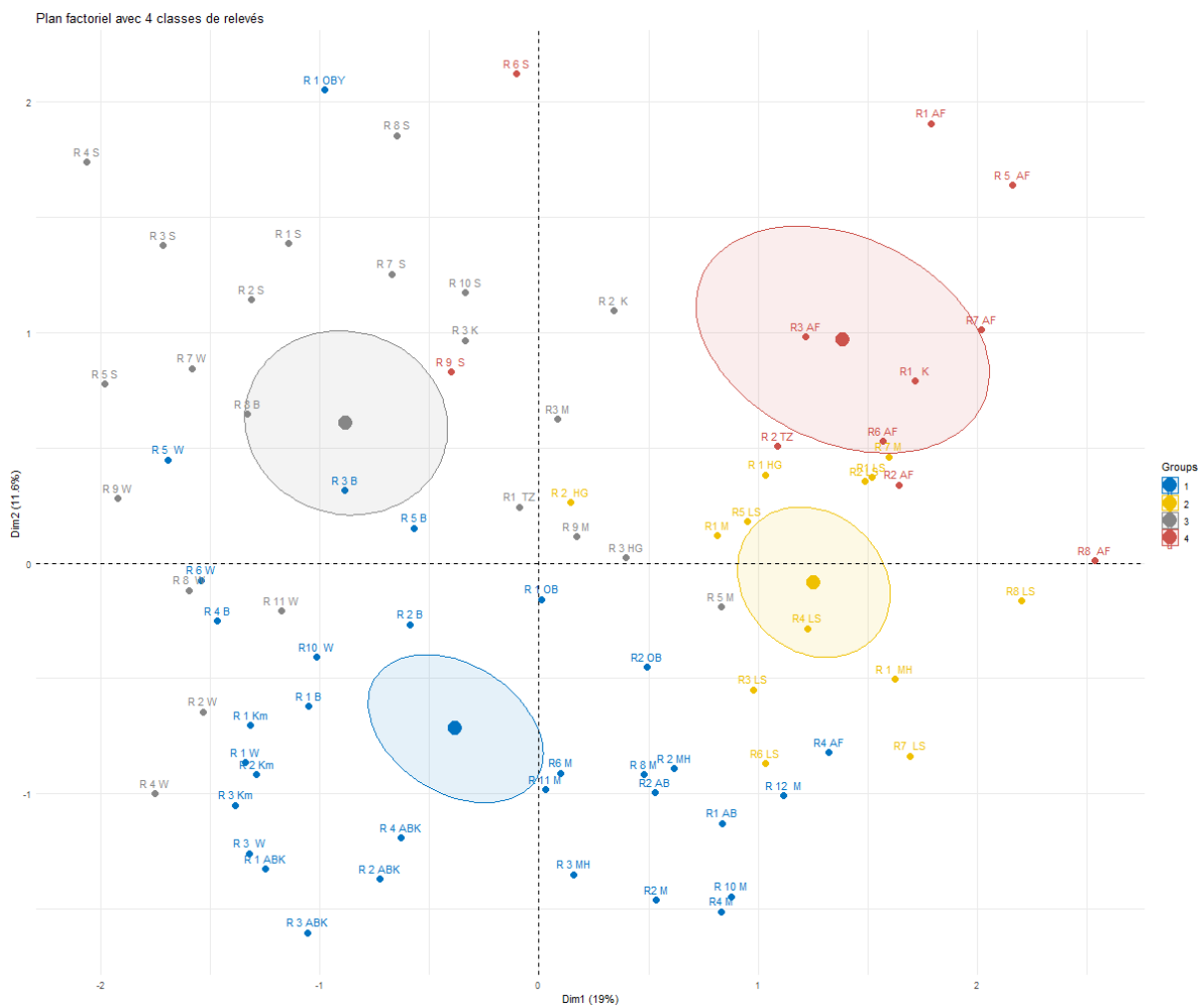
Enfin, la densité et le recouvrement arborescent s'opposent à la variabilité structurale (ETD, ETH, Dmax, Hmax), ce qui confirme les remarques précédentes : les peuplements denses apparaissent plus uniformes, tandis que les peuplements plus lâches sont plus hétérogènes et accueillent de grands arbres.

En résumé :

- L'axe 1 traduit un gradient de développement structural et de diversité floristique,
- L'axe 2 exprime un gradient de perturbation (pâturage, incendie) vs. hétérogénéité structurale.

La MFA permet ainsi de distinguer trois grands types de stations :

1. Forêts denses et fermées mais peu diversifiées,
2. Forêts diversifiées et structurées en altitude,
3. Milieux ouverts, perturbés, dominés par les annuelles et hémicryptophytes.

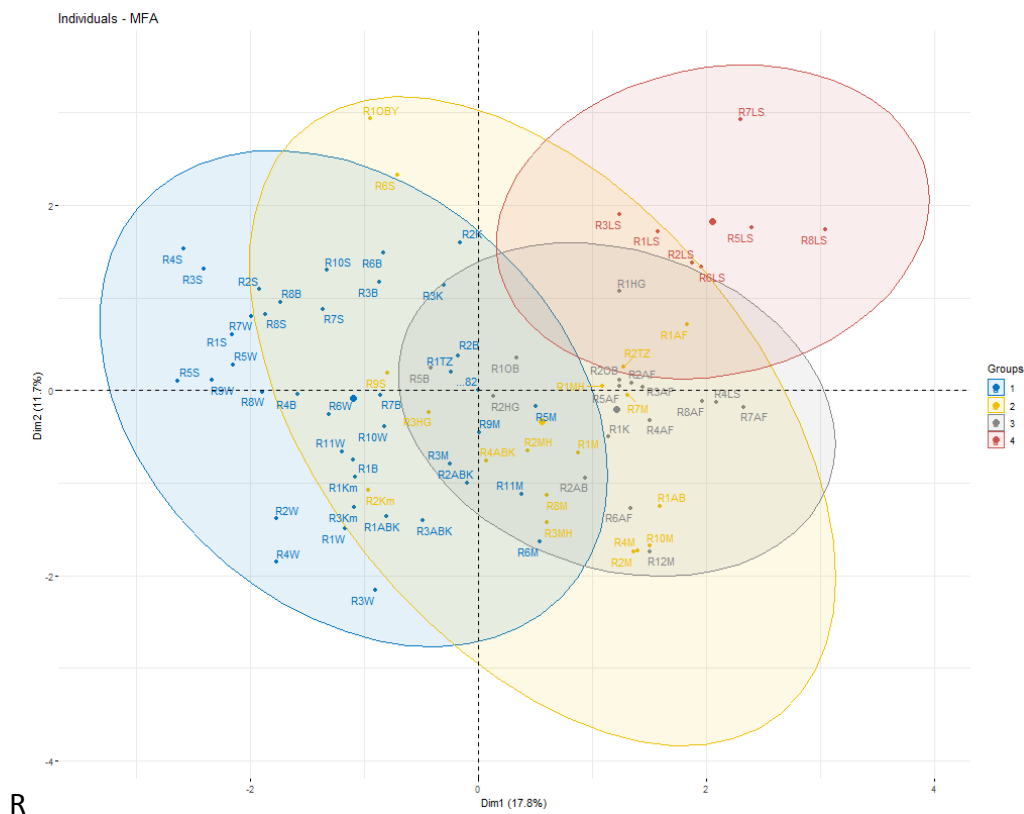


**Figure 61:** Carte factorielle des relevés de l'AFM, avec partition en groupes issus de la CAH (relevé central).

Pour affiner nos analyses précédentes et mettre en évidence des groupes de relevés en fonction des variables choisies, nous avons effectué une classification hiérarchique ascendante (CHA) sur les résultats de notre MFA. Cette démarche nous a permis d'obtenir les (Fig. 61 et 62), sur lesquelles nous distinguons quatre groupes de relevés :

### Groupe 1 (en bleu) :

Ce groupe rassemble un grand nombre de relevés. Il associe le relevé 1,2,3,4,5,7,8 et 10 de la forêt de Sassel, le relevé 1 à 10 de Werzt, tous les relevés d'Amir Abd el Kader, et Kamérata, et les relevés de la forêt de Beni Saf. Ce groupe est situé du côté négatif de l'axe 1, il est marqué par des peuplements plus denses, fermés, avec fort recouvrement arborescent et de la litière (Dns, Rec SA %, Rec L). Les arbres sont de petite taille, homogènes, avec une diversité spécifique relativement faible. Ce groupe de relevés correspond donc à des forêts fermées et homogènes, où la densité limite le développement individuel des arbres et la diversité floristique.



**Figure 62:** Carte factorielle des relevés de l'AFM, avec partition en groupes issus de la CAH (groupe de relevés).

### Groupe 2 (en jaune)

Ce groupe rassemble les relevés (R1M, R2M, R4M, R8M, R7M, R10M, R1AB, R1MH, R2MH, R3MH, R4ABK, R2TZ, R1A, R3HG, R9S, R2KM, R6S et R9S). Positionné au centre mais légèrement positif sur l'axe 1. Ce groupe est marqué par une altitude moyenne, pente, diversité spécifique plus importante. Il est caractérisé par des peuplements diversifiés. Ce groupe

correspond ainsi, à des forêts intermédiaires, relativement équilibrées, où coexistent une certaine diversité floristique et une structure encore régulière.

### **Groupe 3 (en rouge)**

Ce groupe associe les relevés de la forêt de Lalla Sitti. Situé du côté positif de l'axe 1 et l'axe 2, il correspond aux stations structurées et hétérogènes (grands arbres avec des Dmax, Hmax, forte variabilité structurale ETD/ETH, altitude élevée, pente). On note également une corrélation positive avec les endémiques et les types biologiques ligneux (Cha, Nph, Phl, Pha). Ce groupe correspond à des forêts matures et diversifiées, situées en altitude, avec forte hétérogénéité structurale et forte valeur écologique (présence d'endémiques et de ligneux pérennes).

### **Groupe 4 (en gris)**

Ce groupe associe les relevés (R12M, R6A, R2AB, R5B, R2HG, R10B, R2OB, R2AF, R5AF, R3AF, R4LS, R8AF et R7AF). Positionné du côté négatif de l'axe 2, en opposition avec les endémiques et ligneux, et proche des Thérophytes, Hémicryptophytes, pâturage et incendies. Représente donc des stations perturbées, ouvertes, soumises à la dégradation (incendie, surpâturage). Ce groupe correspond donc, à des milieux ouverts et dégradés, dominés par les annuelles et espèces pionnières.

Les 4 groupes reflètent bien les gradients identifiés dans le cercle des corrélations :

1. Forêts fermées et homogènes mais peu diversifiées (densité forte, recouvrement élevé).
2. Forêts intermédiaires (structure et diversité moyennes).
3. Forêts matures, diversifiées et écologiquement riches (altitude, hétérogénéité structurale, endémiques).
4. Milieux ouverts, dégradés et perturbés (pâturage, incendies, dominance des annuelles).

## **5.5. CONCLUSION**

La région oranaise abrite un grand nombre de reboisements réalisés à différentes périodes, avec des densités initiales variant généralement de 2 200 sujets/ha (densité la plus élevée) à 1 200 sujets/ha (densité la plus faible). La compétition entre individus, les facteurs écologiques (température, précipitations, exposition, pente, etc.), les facteurs anthropiques (surpâturage, exploitation du bois, éclaircies), les attaques parasitaires et les incendies sont autant d'éléments

qui influencent régressivement la densité des reboisements au fil du temps. L'action cumulée de ces facteurs se traduit directement sur les dimensions des arbres, notamment la hauteur et le diamètre, qui conditionnent à leur tour le rendement en volume de bois.

L'analyse des données dendrométriques des différentes stations forestières étudiées (diamètre, hauteur, âge, densité et productivité), combinée à une analyse factorielle multiple (MFA), met en évidence une variabilité considérable en termes de structure et de dynamique des peuplements, permettant de distinguer les stations les plus homogènes. Les forêts homogènes se caractérisent par une bonne régularité des diamètres et des hauteurs, confirmée par des coefficients de variation inférieurs à 20 %. Elles traduisent des peuplements plus équilibrés et mieux structurés, avec des volumes de bois généralement élevés et une productivité satisfaisante. À l'inverse, les stations hétérogènes, identifiées par des coefficients de variation supérieurs à 20 %, présentent une forte dispersion des diamètres et parfois des hauteurs, généralement en lien avec des perturbations. Malgré cette hétérogénéité, certaines stations, comme celle de Khotaida, affichent néanmoins des volumes de bois appréciables, traduisant un potentiel de production intéressant mais irrégulier.

En termes d'âge, la majorité des peuplements se situe entre 35 et 70 ans, avec une tendance à l'augmentation des volumes et des diamètres moyens lorsque les densités diminuent, généralement sous l'effet des perturbations mentionnées. Selon Stewart et Roustide (1974), la structure d'un peuplement se définit comme la manière dont sont agencées ses variables dendrométriques. Ce constat illustre le rôle essentiel de la densité dans le fonctionnement et l'évolution des peuplements, confirmant la relation inverse densité/diamètre et densité/hauteur, telle qu'elle apparaît dans les tendances générales des courbes représentées aux (Fig. 57 et 58). Dans le même sens, on observe une augmentation des volumes de bois par hectare. Comme le souligne Rondeux (1993), la densité se traduit par le volume ou le nombre d'arbres à l'hectare. Letreuch-Belarouci (1998) précise toutefois que la relation inverse entre densité et accroissement en diamètre est limitée : pour des densités trop faibles, le potentiel de croissance stationnelle n'est plus pleinement exploité et l'accroissement chute sensiblement.

Les stations inventoriées présentent des différences notables entre elles. Les relevés effectués dans chaque station ne traduisent pas uniquement les spécificités propres à cette dernière, mais reflètent également des caractéristiques communes à d'autres stations partageant des conditions similaires. L'analyse Factorielle Multiple des données dendrométriques et des données stationnelles nous a permis de distinguer quatre classes, auxquelles chaque relevé peut être rattaché :

Classe 1 : Des peuplements mûrs et productifs. Cette classe se caractérise par des peuplements âgés, présentant de faibles densités et de fortes dimensions (diamètre et hauteur), ce qui influe positivement sur leur productivité et se traduit par des volumes de bois plus importants. Elle regroupe principalement les stations de Lalla Sitti, Khotaida, Ain El Berd et El Maleh.

Classe 2 : Des peuplements matures et hétérogènes. Cette classe se caractérise par une forte hétérogénéité des hauteurs et des diamètres. Elle regroupe une partie de la station de Lalla Sitti, une parcelle de Melkine ainsi qu'une partie de Sassel.

Classe 3 : des peuplements moyens en cours de croissance. Cette classe regroupe les stations de Melkine, Ténira, Hassi El Ghala et Ain Fezza. Elle se caractérise par des diamètres moyens, des volumes faibles à moyens et un âge jeune à intermédiaire. Ces peuplements traduisent des formations en cours de croissance ou affectées par divers processus de dégradation.

Classe 4 : Des peuplements jeunes ou dégradés. Cette classe correspond à des peuplements issus de reboisements récents (moins de 40 ans), caractérisés par des dimensions réduites, avec un diamètre moyen ( $D$  m) inférieur à 20 cm et une hauteur moyenne ( $H$  m) inférieure à 9 m. Ils présentent des densités élevées et une faible productivité. Cette classe inclut les stations de Wzert, Emir Abd El Kader, Oued El Besbess, Sassel et Beni Saf.

En termes d'homogénéité des stations vis-à-vis de la hauteur et du diamètre, le classement basé sur le coefficient de variation calculé pour la hauteur moyenne et le diamètre moyen de chaque relevé montre que les stations homogènes sont : Beni Saf, Ain El Berd, Ain Fezza, Lalla Sitti, Oued El Besbess et Emir Abd El Kader. À l'inverse, les stations de Melkine, Sassel, Khotaida, Hassi El Ghala et Wzert apparaissent comme plus ou moins hétérogènes.

---

***Conclusion***

***Générale***

---

## 6.1. CONCLUSION GENERALE

D'après le rapport de la FAO (2012) qui porte sur les territoires occupés par le milieu naturel, en se basant sur les résultats de l'Inventaire Forestier National (IFN) réalisé par le BNEDER en 2008. Celui-ci indique que la superficie des forêts proprement dites (forêts et reboisements) couvre 1 702 818 ha en Algérie. L'essence prédominante est le pin d'Alep, qui occupe 1 158 533 ha, contre 800 000 ha mentionnés précédemment (Bentouati et *al.*, 2005 ; FAO, 2000). Selon Brochiero et *al.*, (1999), la forte dynamique du pin d'Alep se traduit par une évolution rapide de la ressource forestière constatée sur une période de dix ans. Cette augmentation est attribuée aux reboisements, considérés comme une riposte des forestiers face à la fragilité du milieu naturel, en dégradation croissante en Algérie, et particulièrement en Oranie. En effet, depuis l'Indépendance jusqu'aux années 2000, une superficie de 727 940 ha a été plantée par cette essence (FAO, 2000).

Dans ce travail, il fallait répondre à certaines préoccupations soulevées avec insistance concernant la situation du pin d'Alep en Algérie, et plus particulièrement en Oranie. En effet, après l'ampleur des dépérissements de plusieurs forêts de pin d'Alep, consécutifs à de sévères épisodes de sécheresse ces dernières années, la pertinence des reboisements de pin d'Alep et des longues années de plantations a été remise en question. Bien que notre étude ait débuté avant l'apparition de ce phénomène, il reste utile d'y répondre et d'agir efficacement afin de préserver notre patrimoine forestier. Il convient toutefois d'éviter le réactionnisme qui a marqué la politique forestière de l'Algérie, comme ce fut le cas lors des attaques de *Phoracantha semipunctata* sur les eucalyptus durant les sécheresses des années 1980, où il avait été recommandé, voire parfois imposé, d'arrêter ou d'interdire toute plantation d'eucalyptus. Au contraire, il est nécessaire d'évaluer et de diagnostiquer la situation avant toute généralisation ou prise de décision. Dans le présent travail, nous avons tenté d'éclaircir certains points, même si d'autres sont apparus et nécessitent d'être étudiés dans les plus brefs délais.

Dans un premier temps, notre synthèse bibliographique sur le pin d'Alep nous a surtout permis de soulever la question de sa position phytosociologique dans les pays du Maghreb. Si les phytosociologues s'accordent à reconnaître le caractère climacique de certaines essences forestières méditerranéennes, comme c'est le cas pour plusieurs espèces de chênes ou certains pins, le pin d'Alep est considéré par de nombreux auteurs comme une essence non climacique. Il jouerait plutôt un rôle de transition vers d'autres climax, notamment les forêts climaciques de chêne vert. Cette interprétation est particulièrement dominante sur les rives européennes de la Méditerranée. En Afrique du Nord, même si au Maroc Fennane le considère comme une

essence de transition, ou plus rarement comme paraclimacique, en Algérie et en Tunisie le pin d'Alep constitue bel et bien des forêts climaciques. Ce fait a été souligné dès la carte forestière de l'Algérie établie par Maire (1926), et confirmé par plusieurs auteurs par la suite.

Dans ce sens, Alcaraz (1969, 1982) a particulièrement soulevé le problème de la spontanéité du pin d'Alep sur le littoral oranais, où il le considère comme une espèce introduite par l'homme. Il souligne que sa présence dans ces zones résulte principalement des actions menées par les autorités coloniales au début du siècle dernier. Même si cette remarque peut paraître secondaire, elle s'impose aujourd'hui avec urgence, car c'est précisément à ce niveau que le dépérissement est le plus marqué, d'après nos prospections de terrain réalisées ces dernières années. Ces observations ressortent clairement dans l'étude phytosociologique, où la spontanéité ou la subspontanéité de cette essence est précisément définie.

Dans la présentation du milieu, et plus précisément dans la partie climatique, il ressort clairement que les pinèdes de l'Oranie se répartissent principalement en deux grandes zones. La première est littorale ou sublittorale, caractérisée par de faibles altitudes, des hivers doux à tempérés et un climat principalement semi-aride. La seconde est continentale, avec des altitudes moyennes à élevées, des hivers froids et un bioclimat semi-aride, parfois subhumide.

La zone littorale est marquée par l'apparition d'une première ceinture de végétation forestière dominée par le genévrier rouge, et dans une moindre mesure par le genévrier oxycèdre. Cette ceinture assure la transition avec les formations pures de thuya (*Tetraclinis articulata*), qui dominent le paysage végétal des régions littorales et sublittorales. Quant aux formations de *Ziziphus lotus*, souvent détruites par la céréaliculture (puisqu'elles occupaient les terrains de prédilection de cette culture), elles se retrouvaient principalement dans les bas-fonds et les bassins intérieurs de l'Oranie (plaine de Maghnia, plaine de Sidi Abdelli, etc.).

Dans la zone continentale ou le Tell intérieur, le thuya continue à dominer les basses altitudes, mais cède progressivement la place au chêne vert à partir de 700–800 m d'altitude. Dans cet espace, le pin d'Alep assure la transition entre ces deux essences : il peut dominer tantôt le thuya, tantôt le chêne vert, et constitue, dans certaines zones, de belles pinèdes climaciques.

La situation phytosociologique du pin d'Alep est clairement précisée dans ce contexte. Il semble que cette essence craigne les expositions maritimes, zones de prédilection des genévriers, où Alcaraz (1969, 1982) la considère comme subspontanée (c'est-à-dire installée par l'homme). Même si Alcaraz (1982) ne précise pas exactement les zones littorales où le pin d'Alep serait subspontané, nous pensons que cette subspontanéité est limitée à cette frange côtière. Cette

hypothèse se confirme, puisque le pin d'Alep parvient à individualiser la subassociation *pinetosum halepensis* au sein de l'association *Tetraclino articulatae–Calicotometum intermediae* qui domine le paysage végétal dans le Tell littoral (Monts des Trara, Mordjadjo, Dahara). Il est également naturellement très présent dans l'association *Rosmarino officinalis–Tetraclinetum articulatae*. En revanche, il ne paraît pas naturel dans l'association *Rhus pentaphyllae–Tetraclinetum articulatae*, observée dans la région de Beni Saf, où il a totalement dominé la strate arbustive en excluant le thuya.

À l'intérieur du Tell, sur les piémonts, la tétraclinée assure la transition avec la yeuseraie (forêt de chêne vert) dans la région de Tlemcen, puis avec les pinèdes plus à l'est, particulièrement dans les régions de Sidi Bel Abbès et de Silissen. Les associations qui assurent cette transition se caractérisent par la présence simultanée du thuya, du chêne vert et, assez souvent, du pin d'Alep. Dans cette zone, il parvient même à individualiser une association propre : *Bupleuro gibraltarici–Pinetum halepensis* (Tregubov, 1963).

Sur le plan floristique, nous avons inventorié 390 taxons spécifiques et sous-spécifiques appartenant à 64 familles. Les angiospermes dicotylédones constituent le groupe le plus représenté (46 familles, 173 genres, 313 espèces), suivies par les monocotylédones (14 familles, 41 genres, 67 espèces). Les ptéridophytes ne sont représentées que par une seule espèce, tandis que les gymnospermes regroupent 3 familles, 5 genres et 5 espèces. Les familles dominantes, par ordre décroissant, sont les Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Cistaceae, Caryophyllaceae et Brassicaceae, représentant à elles seules près de 37 % de la flore inventoriée.

Malgré l'aspect forestier des peuplements étudiés, les thérophytes dominant largement, suivis des hémicryptophytes, chaméphytes, nanophanérophytes et géophytes. Du point de vue biogéographique, l'élément méditerranéen prédomine nettement (47 % de la flore recensée). Par ailleurs, le taux d'endémisme atteint 22,93 %, soit environ une espèce sur cinq, ce qui confère à la flore un intérêt biogéographique considérable.

L'analyse de fréquence révèle que 280 espèces sont rares, 96 accidentelles, 11 accessoires et seulement 3 régulières, ce qui met en évidence une nette prédominance des espèces à faible fréquence dans la région. La richesse spécifique moyenne est de 20 espèces par relevé, avec des valeurs variant de 8 à 60 espèces.

Cette richesse floristique est assez comparable à celle enregistrée dans d'autres formations climaciques, ou du moins naturelles. Ce constat remet en question l'idée, longtemps persistante,

d'une faible richesse floristique des peuplements de pin d'Alep, et plus encore de leurs reboisements. Toutefois, cette richesse reste nuancée et varie selon les situations. Elle semble plus importante dans le Tell interne, où le pin s'associe au chêne et parfois au thuya, et elle est particulièrement élevée en endémiques dans les zones littorales, où le pin individualise la subassociation *pinetosum halepensis* au sein de l'association *Tetraclino articulatae–Calicotometum intermediae*. Elle est cependant très faible dans les reboisements mixtes où le pin d'Alep a été associé à d'autres essences, comme l'eucalyptus et les cyprès. La richesse reste également très basse dans les jeunes reboisements très denses, où une forte accumulation de litière est observée.

L'analyse dendrométrique a permis de caractériser la structure de chaque forêt en termes de hauteur, de diamètre, de surface terrière et de volume de bois. Ces paramètres montrent que chaque forêt présente des caractéristiques propres de grosseur, en lien avec ses différents faciès. Selon Guit (2020) et Brochiero (1999), des facteurs tels que l'âge, l'exposition, l'altitude et la position topographique jouent un rôle déterminant dans la croissance radiale du pin d'Alep.

Globalement, une similitude peut être observée entre certains relevés provenant de stations différentes mais présentant des caractéristiques proches. L'analyse des classes de diamètre montre que les stations les plus homogènes, composées principalement de petits bois, correspondent à de jeunes peuplements : Wzert, Beni Saf, Emir Abd El Kader, ainsi qu'en grande partie Oued El Besbess et Sassel. Avec l'avancée en âge, la structure des peuplements tend à se diversifier, comme c'est le cas à Melkine, Khotaida, El Maleh et Ain El Berd, où l'on distingue trois catégories de grosseurs, avec toutefois une dominance de petits bois. La station la plus diversifiée reste celle de Lalla sitti, dont l'âge avancé et le milieu ouvert expliquent la présence de toutes les classes de diamètre. De nombreux auteurs confirment que cette diversité de grosseurs survient après une réduction de la densité, elle-même liée à divers facteurs externes : mortalité naturelle des arbres, éclaircies, ainsi que le temps écoulé après ces changements.

En termes de productivité, les forêts naturelles de pin d'Alep présentent des capacités modestes, de l'ordre de 0,5 à 3–4 m<sup>3</sup>/ha/an (Boudy, 1950 ; Soulères, 1975 ; Chakroun, 1986). Le relevé R8 de Lalla Sitti illustre ce potentiel, avec un accroissement moyen d'environ 3,55 m<sup>3</sup>/ha/an, proche du maximum observé. Toutefois, comme l'ont montré Bentouati et Bariteau (2005), l'accroissement en hauteur décroît nettement après 70 ans, quelle que soit la classe de fertilité ; la hauteur moyenne atteint alors 15 m. Au même âge, l'accroissement volumique commence également à diminuer, ce qui indique que les stations les plus fertiles atteignent leur optimum de production.

La densité moyenne varie aussi d'une station à l'autre : la valeur la plus élevée est enregistrée à Wzert (928 sujets/ha), tandis que la plus faible se trouve à Lalla Sitti (214 sujets/ha). La synthèse des données par analyse factorielle multiples (MFA), a permis de distinguer quatre groupes dendrométriques :

1. un peuplement mûr et productif,
2. un peuplement mature et hétérogène,
3. un peuplement moyen en cours de croissance,
4. un peuplement jeune et/ou dégradé.

L'Analyse Factorielle Multiple a également montré que la densité constitue un facteur déterminant de la grosseur des pins d'Alep, avec une corrélation négative par rapport à l'âge des peuplements et aux autres caractéristiques dendrométriques.

Cette analyse a finalement permis de distinguer quatre groupes :

**Groupe 1** : il associe la topographie et la structure des peuplements (pente, altitude, exposition, affleurements rocheux ou pierreux, diamètre et hauteur moyens, richesse floristique). Il correspond aux forêts anciennes et évoluées. Ce groupe peut être considéré comme une référence écologique.

Les résultats mettent également en évidence différents enjeux de gestion. Pour les peuplements anciens et évolués correspondant au premier groupe, la préservation de ces sites doit passer par une mise en défens, afin de favoriser la régénération naturelle en les protégeant de tout risque (pâturage, incendie). Quelques interventions de repeuplement peuvent néanmoins s'avérer nécessaires. Selon Douheret (1992), l'exploitation des peuplements de pin d'Alep devrait être entamée avant l'âge de 80 ans afin de permettre une régénération naturelle satisfaisante et d'assurer la relève sans bouleverser l'équilibre de l'écosystème.

**Groupe 2** : marqué par de fortes pressions écologiques et par une flore pionnière, il reflète des milieux dégradés nécessitant des mesures urgentes de protection et de restauration. Les actions recommandées incluent la lutte contre le surpâturage, la création de tranchées pare-feu bordées d'espèces fruitières résistantes au feu (telles que l'olivier ou l'amandier), ainsi que l'implication des populations locales dans les projets de reboisement et dans la valorisation des produits forestiers non ligneux.

**Groupe 3** : correspondant aux jeunes reboisements denses, il requiert des interventions sylvicoles adaptées, notamment des éclaircies sélectives et des coupes en bandes. Ces pratiques

visent à réduire la compétition intra-spécifique, à améliorer la stabilité des peuplements et à favoriser l'enrichissement de la biodiversité.

**Groupe 4** : dominé par les arbustes et les buissons, il représente des milieux de transition à haute valeur écologique. La gestion de ces espaces doit privilégier leur conservation, leur valorisation récréative et paysagère, ainsi que leur intégration dans les corridors écologiques afin de renforcer la connectivité des habitats.

Ricard & Oliva, 1995 explique que la conduite sylvicole des peuplements de pin d'Alep doit privilégier une gestion raisonnée et économe, visant la production d'arbres exploitables dès 70 à 80 ans, avec des dimensions suffisantes (35–40 cm de diamètre) pour permettre une meilleure valorisation du bois.

Dans ce contexte, la conduite sylvicole du pin d'Alep en Oranie peut être envisagée selon deux grands modes de gestion : les peuplements mélangés avec le thuya ou de chêne vert et les peuplements purs. Dans ce dernier cas, deux situations sont distinguées : la futaie régulière et la futaie irrégulière (CNPF, 2020).

Dans les zones littorales et sublittorales, le thuya domine le paysage végétal. Cependant, la plupart des tétraclinaies présentent l'inconvénient d'être très ouvertes, ce qui accroît le risque d'érosion, en particulier sur les versants abrupts. Dans ce sens, Trégobov a insisté sur la nécessité d'associer le pin d'Alep au thuya, en précisant “ Comme cette association se situe entre les groupements voisins (*Callitrietae* et *Chênaie d'yeuse*), je suis persuadé qu'on peut facilement introduire le pin d'Alep sur toute la surface actuellement occupée par la *Callitrietae* et ainsi obtenir un boisement assez dense et, de la manière, enrichir nettement cette *Callitrietae*, qui en est vraiment pauvre, étant donnée la grande destruction qu'elle a subie à travers les siècles. Ces reboisements pourraient être entrepris immédiatement. Dans des conditions favorables, par exemple quand on a un peuplement de *Rosmarino-Callitrietum* moins tassé ou même une lande à romarin très dégradée, le pin s'y installe bien et, planté ou même semé, s'y maintient à la longue, le faisant jouer aussi les rôles actuellement exercés par la *chênaie d'yeuse*”. Il convient toutefois de veiller à respecter une densité appropriée. Dans les peuplements purs de pin d'Alep, celle-ci doit varier entre 400 et 600 tiges/ha. Dans le cas des peuplements mélangés, il faut également tenir compte des pieds de thuya et/ou de chêne vert, qui doivent être conduits en taillis sous futaie. Les brins de thuya doivent être pris en considération dans le calcul de la densité, aussi bien lors du reboisement que dans les traitements sylvicoles. La priorité doit être donnée à la régénération et à l'entretien du thuya, le pin d'Alep n'y étant traité que comme espèce secondaire. C'est le moyen le plus sûr d'assurer

la stabilité des milieux forestiers des zones semi-arides oranaises, où le dépérissement commence à causer de sérieux dégâts. Grâce à sa bonne faculté de régénération, le pin d'Alep peut reprendre assez rapidement après des années de sécheresse, tandis que le thuya assure, entre-temps, la stabilité du milieu et augmente sa résilience. Dès le retour des pluies, le pin se régénère et contribue à maintenir le sol en place.

Il conviendrait, dans de futures études, de préciser les densités optimales permettant à la fois une bonne productivité et un équilibre écologique satisfaisant. Dans ce contexte, nous n'avons pas pu avancer de chiffres précis, car les pieds de thuya n'ont pas été pris en considération dans nos inventaires dendrométriques.

Par ailleurs, toujours dans la même perspective, la prise en compte de la nature du sol demeure essentielle pour déterminer la qualité des stations et la densité optimale d'installation des plantations ou des peuplements à gérer. À ce titre, et sans entrer dans les détails, nous rejoignons pleinement l'avis d'Alcaraz (1982), qui recommande de ne retenir que deux grands types de sols : les terra rossa ou sols plus ou moins évolués, et les sols calcaires, correspondant généralement aux lithosols ou aux sols peu évolués.

Dans les zones montagneuses ou continentales, le pin d'Alep peut également être conduit en peuplements mélangés avec le chêne vert, selon les mêmes principes que ceux préconisés pour les taillis de thuya. Il peut aussi être géré en peuplements purs, soit en futaie régulière, soit en futaie irrégulière.

Dans le cas de futaie régulière on doit suivre une succession d'étapes bien délimitées dans le temps. La phase d'installation, couvrant les 15 premières années, vise à assurer la régénération à raison d'au moins 1 300 tiges par hectare, avec des dégagements réguliers pour limiter la concurrence arbustive. L'éducation, entre 35 et 50 ans, repose sur le dépressage et l'ouverture de cloisonnements, permettant de réduire les densités très élevées pour atteindre entre 1 300 et 1 800 tiges/ha. La phase d'amélioration, située entre 70 et 85 ans, est consacrée aux éclaircies sélectives et à la valorisation des meilleures tiges, afin d'assurer la production de bois de qualité. Enfin, au-delà de 85 ans, la récolte est accompagnée de coupes d'ensemencement puis d'une coupe définitive, préparant le renouvellement. Ce mode de gestion offre une planification claire mais exige un suivi rigoureux et constant. Ce type de traitement peut être appliqué dans la forêt d'Ain Temouchent (jeune et homogène).

La futaie irrégulière, en revanche, repose sur la coexistence permanente des différents stades de développement. Ce type de traitement est plus adapté aux forêts de la région de Sidi Bel Abbas.

Dans ce cas les zones de régénération profitent des ouvertures créées par les éclaircies, tandis que les zones d'éducation regroupent des jeunes pins de 3 à 12 m nécessitant des interventions de réduction de densité et de détourage. Les zones d'amélioration, composées d'arbres de diamètre moyen (12 à 45 cm), font l'objet d'éclaircies sélectives, et les zones de récolte concernent les gros bois, exploités pour le bois d'œuvre tout en maintenant des arbres habitats. Ce système, plus souple et continu, permet d'assurer une production régulière, une meilleure résilience face aux perturbations méditerranéennes et une valorisation accrue de la biodiversité.

Ainsi, si la futaie régulière privilégie une production planifiée et homogène, la futaie irrégulière mise davantage sur la durabilité écologique et la flexibilité de gestion. Dans le contexte méditerranéen, marqué par de fortes pressions anthropiques et des aléas climatiques récurrents, cette dernière approche apparaît souvent comme une alternative particulièrement pertinente.

Selon Rigolot et *al.*, (2020), les pinèdes ouvertes, souvent dégradées ou issues de régénérations clairsemées, demeurent très vulnérables et n'autorisent que des interventions limitées, telles que le broyage ou l'élagage ponctuel. À l'inverse, les peuplements âgés présentent une discontinuité verticale marquée et une meilleure résistance, liée à la présence d'arbres de fort diamètre ; seules de faibles éclaircies par le bas sont alors envisageables pour maintenir leur stabilité.

Les structures plus denses et multistratifiées sont, quant à elles, particulièrement sensibles aux feux de cime. Leur gestion dépend de la composition : dans le cas des futaies jeunes et très serrées, une sylviculture préventive permet de les orienter progressivement vers des peuplements plus résistants. Les peuplements irréguliers ou clairsemés nécessitent plutôt des opérations régulières de débroussaillage que des éclaircies marquées, afin de limiter le développement excessif du sous-bois.

Les jeunes stades issus de régénérations post-incendie sont les plus exposés. Avant le stade de jeune futaie fermée, ils ne peuvent bénéficier de véritables interventions sylvicoles préventives. La gestion doit alors viser à réduire cette phase de vulnérabilité en régularisant progressivement la structure du peuplement.

Toutefois, compte tenu de la faible valeur économique du pin d'Alep, les interventions doivent rester limitées : un dépressage précoce, réalisé en fonction de la hauteur de régénération afin de favoriser la croissance et la stabilité des tiges maintenues, suivi d'éclaircies adaptées aux contraintes économiques. L'élagage, bien que rarement pratiqué, peut représenter une option stratégique : il permet non seulement de réduire le risque de propagation des feux en créant une

discontinuité verticale du combustible, mais aussi d'améliorer la qualité des grumes, offrant ainsi une valorisation en bois de sciage (Ricard & Oliva, 1995).

---

# *Références Bibliographiques*

---

### Références bibliographiques

- Aafi, A. (2007). *Étude de la diversité floristique de l'écosystème de chêne-liège de la forêt de la Mâamora* (Thèse de doctorat d'État, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat).
- Abbas, H., Barbéro, M., Loisel, R. (1984). Réflexion sur le dynamisme actuel de la régénération du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Miller) dans les pinèdes incendiées en Provence calcaire (de 1973 à 1979). *Ecologia Mediterranea*, 10(3-4), 85-95.
- Acherar, M., Lepart, J., Debussche, M. (1984). Dynamique post-plantation en région méditerranéenne. *Ecologia Mediterranea*, 10, 373-388.
- Achhal, A., Akabli, O., Benabid, A., Quézel, P. (1980). À propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières au Maroc. *Ecologia Mediterranea*, 5, 211-249.
- Aime, S. (1991). *Étude écologique de la transition entre les bioclimats sub-humide, semi-aride et aride dans l'étage thermo-méditerranéen du Tell oranais (Algérie nord-occidentale)* (Thèse de doctorat d'État, Université Aix-Marseille III).
- Aït Hameur, F. (2019). *Évaluation de la diversité floristique dans les forêts de pin d'Alep de l'Ouarsenis occidental (Algérie)* (Mémoire de Master, Université de Tiaret).
- Alcaraz, C. (1969). *Étude géobotanique du pin d'Alep dans le Tell oranais* (Thèse de spécialité, Université de Montpellier). Université de Montpellier.
- Alcaraz, C. (1982). *La végétation de l'Ouest algérien* (Thèse de doctorat d'État, Université de Perpignan).
- Aloui, A., Couteaux, M. M. (1999). Decomposition of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) needles litter under a semi-arid climate: Mass loss and nitrogen dynamics. *Soil Biology and Biochemistry*, 31(5), 693-702. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(98\)00149-2](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(98)00149-2)
- Aronson, J., Pereira, J. S., Pausas, J. G. (Éds.). (2009). *Cork oak woodlands on the edge: Ecology, adaptive management, and restoration*. Island Press.
- Aronson, J., Floret, C., Le Floc'h, E., Ovalle, C., & Pontanier, R. (2005). Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands: A view from the South. *Restoration Ecology*, 3(2), 65-75.
- Aubert, G., Monjauze, A. (1946). Observations sur quelques sols de l'Oranie nordoccidentale. Influence du déboisement, de l'érosion, sur leur évolution. *Compte rendu sommaire des séances de la Société de Biogéographie*, 1. 23 (199) : 44-51.
- Askri, H., Belmecheri, A., Benrabah, B., Boudjema, A., Boumendjel, K., Daoudi, M., Drid, M., Ghalem, T., Docca, A. M., Ghandriche, H., Ghomari, A., Guellati, N., Khennous, M., Lounici, R., Naili, H., Takherist, D., Terkmani, M. (2000). Géologie de l'Algérie. Contribution de SONATRACH Division Exploration, Centre de Recherche et Développement et Division Petroleum Engineering et Développement. , 93 p
- Avery, T. E., Burkhart, H. E. (2015). Forest measurements, p. 455 p
- Baeza, M. J., De Luis, M., Raventós, J., & Escarré, A. (2007). Factors influencing fire behavior in shrublands of different stand ages and the implications for using prescribed burning to reduce wildfire risk. *Forest Ecology and Management*, 242(2-3), 470-479.
- Bagnouls, F., Gaussen, H. (1953). Saison sèche et indice xéothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* (88). Pp : 3-4 et 193-239
- Barbéro, M., & Quézel, P. (1981). Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc. *Phytocoenologia*, 9(3), 311-412. <https://doi.org/10.1127/phyto/9/1981/311>
- Barbéro, M. (1989). Caractérisation de quelques structures et architectures forestières des arbres et arbustes à feuilles persistantes de l'étage méditerranéen. *Revue Forestière Française*, 41(5), 371-380. <https://doi.org/10.4267/2042/26077>

- Barbéro, M., Bonin, G., Loisel, R., Quézel, P. (1989). Sclerophyllous Quercus forests of the Mediterranean area: Ecological and ethnological significance. *Bielefelder Ökologische Beiträge*, 4, 1–23.
- Barbéro, M., Quézel, P., Loisel, R. (1990). Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt Méditerranéenne*, 12(3), 194–215.
- Barbéro, M., Loisel, R., Quézel, P. (1990). Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the Mediterranean basin. *Vegetatio*, 87(2), 151–173. <https://doi.org/10.1007/BF00045562>
- Barbéro, M., Loisel, R., Médail, F., Quézel, P. (2001). Signification biogéographique et biodiversité des forêts du bassin méditerranéen. *Bocconeia*, 13, 11–25.
- Barbut, J., & Durand, J. (1952). *Carte pédologique de l'Oranie au 1/500 000e* [Carte en couleur]. Alger : Service de la Carte Pédologique de l'Algérie.
- Bary-Lenger, A., Evrard, R., Bathy, P., (1979). La forêt. Vaillant Carmine S.Imprimeur.L
- Baurens, J. (1966). Éléments sur l'érosion dans le bassin de l'Oued Fodda. *Archives de l'Association Algérienne de Géographie*, 1, 1–56. Alger.
- Bedel, J. (1986). Aménagement et gestion des peuplements de pin d'Alep dans la zone méditerranéenne française. *Options Méditerranéennes*, 1, 109–125. CIHEAM.
- Belghazi, B. (1980). *Contribution à l'étude de quelques facteurs de production d'une forêt de Pinus halepensis Mill. (forêt de Tamga) en vue de son aménagement* (Mémoire de troisième cycle, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat).
- Belouahem-Abed, D. (2009). Biodiversité floristique et vulnérabilité des aulnaies glutineuses de la Numidie algérienne. In *Actes du colloque sur la biodiversité en Algérie du Nord-Est (El Kala, El Tarf)*. pp. 388–389.
- Benabdeli, K. (1996). *Aspects physionomico-structuraux et dynamiques des écosystèmes forestiers face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et des monts de Dhaya (Algérie septentrionale)* (Thèse de doctorat d'État, Université Aix-Marseille III).
- Benabid, A. (1976). *La végétation du Jebel Amsittène* (Thèse de Doctorat 3e cycle, Université de Provence – Saint-Jérôme, Marseille).
- Benchetrit, M. (1972). *L'érosion actuelle et ses conséquences sur l'aménagement en Algérie*. Presses Universitaires de France.
- Bendaho, D. (2021). Impact De La Carrière D'exploitation De Tufs Sur L'instabilité Du Site De Djebel Grabis (Apc Tafraoui). (Thèse de Doctorat, Université d'Oran).
- Benest, M. (1985). Evolution de la plate-forme de l'Ouest Algérien et du Nord-Est marocain au cours du Jurassique supérieur et au début du Crétacé : stratigraphie, milieux de dépôt et dynamique sédimentaire. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, n° 95, p 581
- Benkhaldi, M. (2011). *Étude phytoécologique des tétraclinaies oranaises : Cas des forêts de Ben Khaled et Honaine (Monts des Traras)* (Mémoire d'ingénieur forestier, Université de Tlemcen).
- Bennadja, S., De Belair, G., & Tlili Ait Kaki, Y. (2013). La subéraie de la Numidie orientale : une source de biodiversité. *Quaderni di Botanica Ambientale e Applicata*, 24, 49–53.
- Bentekhici, N. (2018). Evaluation et gestion des déchets solides et liquides, Apport des SIG et la Télédétection Cas de: Ain Témouchent, Tlemcen, Oran et Sidi Bel Abbes. (Thèse de doctorat, Université d'Oran) .398p.
- Bentouati, A., Oudjehih, B. & Alatou, D. (2005). Croissance en hauteur dominante et classes de fertilité du Pin d'Alep dans le massif de Ouled Yakoub et des Beni Oudjana (Khenchela-Aures). *Sci. Tech.*, 23: 57-62.
- Blondel, J., & Aronson, J. (1999). *Biology and wildlife of the Mediterranean region*. Oxford University Press.

- Blondel, J., Aronson, J., Bodiou, J.-Y., Boeuf, G. (2010). *The Mediterranean region: Biological diversity in space and time* (2e éd.). Oxford University Press.
- BNEDER. (2008). Plan national de développement forestier (PNDF). Rapport de synthèse national : 87P.
- Bonneau, M. (1984). Les humus résineux : effets supposés et réels. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 55(2), 190–193. <https://doi.org/10.3406/rgps.1984.4633>
- Boucif, A. (2006). Etude de la sismicité du bassin néogène de la Tafna, Thèse de Magister, Faculté des Sciences de la Terre, Université de Tlemcen, Algérie, p 94.
- Boudy, P. (1950). Monographie et traitement du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Miller). Dans *Economie forestière nord-africaine. Monographies et traitements des essences forestières* (Vol. II, pp. 639–683). Paris : Larose.
- Boudy, P. (1952). *Guide du forestier en Afrique du Nord* (2<sup>e</sup> éd.). Paris : La Maison rustique.
- Boudy, P. (1955). *Économie forestière nord-africaine. Tome 4 : Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie*. Paris : Larose.
- Bouzenoune, A. (2002). Les zones de développement durable : Conservation *in situ* et *ex situ*. *MATEGEF/PNUD Projet ALG97/G31*, 36–60.
- Braun-Blanquet, J. (1932). *Plant sociology: The study of plant communities*. New York : McGraw-Hill.
- Braun-Blanquet, J. (1936). La lande à romarin et bruyère (*Rosmarinio-Ericion*) en Languedoc. *Comunicazioni della S.I.G.M.A.*, 48, 1–24.
- Brochiero, F.; Chandieux, O., Ripert, C. et Vennetier, M. (1999) : Autécologie et croissance du pin d'Alep en Provence calcaire. Forêt Méditerranéenne, Tome XX n02, p. 83-94.
- Chatzistathis, T., & Therios, I. (2013). The effect of Mediterranean climatic conditions on the soil properties under coniferous species. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 13(2), 275–285. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162013005000023>
- Cherifi, M.M., Medjahdi, B. (2024). Diversité floristique dans les reboisements du pin d'Alep en Oranais, nord-ouest Algérien. *Fl. Medit.* 34: 295-306. <https://doi.org/10.7320/FIMedit34.295>
- Clements, F. E. (1916). *Plant succession: An analysis of the development of vegetation*. Washington, DC : Carnegie Institution. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.56234>
- CNPF, (2020). Itinéraire technique de pin d'Alep en méditerranée. [https://www.cnpf.fr/sites/socle/files/cnpf-old/pin\\_d\\_alep\\_compressed.pdf](https://www.cnpf.fr/sites/socle/files/cnpf-old/pin_d_alep_compressed.pdf)
- Cody, M. L., Mooney, H. A. (1978). Convergence versus non-convergence in Mediterranean-climate ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 9, 265–321. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.09.110178.001405>
- Coulon, C., Megartsi, M., Fourcade, S., Maury, R. C., Bellon, H., Louni-Hacini, A., Cotton, J., Coutelle, A., Hermitte, D. (2002). Post-collisional transition from calc-alkaline to alkaline volcanism during the Neogene in Oranie (Algeria): magmatic expression of a slab breakoff. *Lithos* 62, pp 87-110.
- Corre, J. J. (1961). Une zone de terrain salé en bordure de l'Etang de Mauguio. Etude du milieu et de la végétation. *Bull. Serv. Carte Phytogéogr.*, série B, 6 (2) : 105-151 et 7 (1) : 11-48
- Cortina, J., Maestre, F. T., Vallejo, R., Baeza, M. J., Valdecantos, A., & Pérez-Devesa, M. (2006). Plant succession and post-planting performance in reforested Mediterranean areas of Spain. Dans J. van
- Daget, P. (1980). Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative (cas des thérophytes). Dans R. Barbault, P. Blandin, & J. A. Meyer (Éds.), *Recherches d'écologie théorique : Les stratégies adaptatives* (pp. 89–114). Paris : Maloine.
- Daget, P., Poissonet, J. (1977). Analyse phytosociologique des prairies méditerranéennes. *Bulletin d'Écologie*, 8(1), 59–77.

- Dahmani, M. (1984). Contribution à l'étude des groupements de chêne vert des monts de Tlemcen (Ouest Algérien). Approche phytosociologique et phytoécologique. (Thèse de Doctorat 3<sup>e</sup> cycle, Univ. H. Boumediène. Alger), 238 p+ Ann
- Dahmani, M. (1997). *Étude phytoécologique et phytosociologique des groupements forestiers à Quercus ilex et Quercus suber en Algérie* (Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille III).
- Dambrine, E., Ulrich, B. (1993). Acidification of forest ecosystems: Role of acid deposition and internal processes. Dans T. Andersson (Éd.), *Nutrient uptake and cycling in forest ecosystems* (pp. 69–82). Dordrecht : Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-2801-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-011-2801-7_5)
- Debrach, J. (1953). Notes sur les climats du Maroc occidentale Maroc médical 32 / 342 PP 1122, 1134.
- Decourt, N., Godron, M., Romane, F., Tomassone, R. (1969). Comparaison de diverses méthodes d'interprétation statistique de liaison entre le milieu et la production du pin sylvestre en Sologne. *Annales des Sciences Forestières*, 26(4), 413–443. <https://doi.org/10.1051/forest/19690402>
- Desfontaines, R. L. (1798). *Flora atlantica, sive historia plantarum quae in Atlante, agro Tunetano et Algeriensi crescunt* (Vols. 1–2). Paris : L. G. Desgranges. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.494>
- Despois, J., et Raynal., R. (1967) Géographie de l'Afrique du Nord-Ouest, Ed Payot. Paris. 550p.
- Djebaili, S. (1984). Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. Office des publications universitaires (OPU), Alger.
- DGF, (2008). Rapport sur la politique forestière et stratégique d'aménagement et de développement durable des ressources forestières et alfatières. pp 81
- Dondeyne, S., Gallali, T., Hallett, S., Jones, R., Kilasara, M., Le Roux, P., Micheli, E., Montanarella, L., Spaargaren, O., Thiombiano, L., Van Ranst, E., Yemefack, M., Zougmore, R. (Eds.). (2015). *Atlas des sols d'Afrique* (176 p.). Commission européenne, Bureau des publications de l'Union européenne.
- Douheret, J. (1992) : Pin d'Alep ; Comment choisir une sylviculture ? Forêt Méditerranéenne T XIII, N° 3, 216-219.
- Doumergue G. 1910 : carte géologique détaillée de l'Algérie au 1/50 000 feuille de Terni n° 300.
- Dray, S., Pettorelli, N., Chessel, D. (2003). Multivariate analysis of habitat selection by ungulates: Ecological implications. *Ecological Modelling*, 164(2–3), 157–172. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(03\)00031-4](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(03)00031-4)
- Duchauffour, P. (1996). Pédologie : Sol, végétation, environnement (5<sup>e</sup> éd., 411 p.). Paris: Masson. ISBN 2-225-85195-3
- Dufrêne, M., Legendre, P. (1997). Assemblages d'espèces et espèces indicatrices : la nécessité d'une approche asymétrique flexible. *Ecological Monographs*, 67, 345-366.
- El Khatari, S. (2003). Manuel du cours de climatologie 1 AS météo , version 2003.
- Ellenberg, H., Mueller-Dombois, D. (1967). A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. *Berichte des Geobotanischen Forschungsinstituts Rübél*, 37, 56–73.
- Emberger, L. (1930). La végétation de la région Méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. *Rev. Géo. Bot.* 42, 341-404.
- Emberger, L. (1942). Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull. Sci. Hist. Nat. Toulouse*, 77 : 97-124.
- Emberger, L. (1955). Projet d'une classification biogéographique des climats in Coll. mter. C.N.R.S. Régions Ecologiques du Moll. Paris, 1954, 59: 249-255.

- Escourou, G. (1980). *Climat et environnement : Les facteurs locaux du climat* (180 p.). Paris : Masson, Collection Géographie.
- Fady, B., Lefèvre, F., Vendramin, G. G., Ambert, A., Régnier, C., Bariteau, M., & Médail, F. (2003). Mediterranean forest genetic resources: A challenge for conservation. *Plant Genetic Resources*, 1(2), 135–144. <https://doi.org/10.1079/PGR200314>
- FAO. (2000). L'étude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA) : Algérie. Rome [Italie]. 60 p. <http://www.fao.org/3/a-x6771f.pdf>
- FAO. (2010). *Guidelines for forest restoration in drylands*. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/i2185e/i2185e00.pdf>
- F.A.O. (2012). Etat des Ressources Génétiques Forestières dans le Monde. Rapport national Algérie. Edition FAO. 52 p.
- Farjon, A. (2010). *A handbook of the world's conifers* (Vols. 1–2). Leiden: Brill Academic Publishers.
- Feinbrun, N. (1959). Spontaneous *Pineta* in the Lebanon. *Bulletin of the Research Council of Israel*, 7, 3–4.
- Feinbrun, N., Zohary, M. (1955). Notes on the vegetation of Palestine and neighbouring regions. Jerusalem : Hebrew University
- Fenet, B. (1975). Recherche sur l'alpinisation de la bordure septentrionale du bouclier africain. Thèse Doct. Sci., Univ., Nice; 301 p.
- Fennane, M. (1987). *Étude phytoécologique des tétraclinaies marocaines* (Thèse de doctorat ès sciences, 147 p.). Université d'Aix-Marseille, Faculté des Sciences de St-Jérôme.
- Fennane, M. (1988). Phytosociologie des tétraclinaies marocaines. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, 12, 99–148.
- Fennane, M., Ibn Tattou, M., Mathez, J., Ouyahya, A., El Oualidi, J. (1999). *Flore pratique du Maroc* (Vol. 1, Travaux de l'Institut Scientifique, Série Botanique, 36, pp. 1–558). Rabat : Institut Scientifique.
- Fennane, M., Ibn Tattou, M., Ouyahya, A., El Oualidi, J. (2007). *Flore pratique du Maroc* (Vol. 2, Travaux de l'Institut Scientifique, Série Botanique, 38, pp. 1–634). Rabat : Institut Scientifique.
- Fennane, M., Ibn Tattou, M., Ouyahya, A., El Oualidi, J. (2014). *Flore pratique du Maroc* (Vol. 3, Travaux de l'Institut Scientifique, Série Botanique, 40, pp. 1–950). Rabat : Institut Scientifique.
- Gaouar, A. (1980). Hypothèses et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen (Algérie). *Forêt Méditerranéenne*, 2, 131–146.
- García-Ruiz, R., Ochoa, V., Hinojosa, M. B., Peña-Palacios, M. (2007). Soil and vegetation responses to thinning in a *Pinus halepensis* forest in Spain. *Forestry*, 80(4), 571–584. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpm033>
- Gausсен, H., (1926). *Végétation de la moitié orientale des Pyrénées* (526 p.). Paris : Lechevalier.
- Gausсен, H., (1954). *Théorie et classification des climats et microclimats*. Montpellier : éditions CNRS.
- Géhu, J.-M., Rivas-Martínez, S., (1981). Notions fondamentales de la phytosociologie. *Documents Phytosociologiques, N.S.*, 5, 5–33.
- Gondard, H., (2001). *Un facteur de la diversité végétale sous climat méditerranéen : l'exploitation forestière. Cas des peuplements de pin d'Alep (Pinus halepensis) du Sud de la France* (Thèse de doctorat en sciences, 157 p.). Université d'Aix-Marseille.
- Gounot, M. (1969). *Méthodes d'études quantitatives de la végétation* (314 p.). Paris : Masson.
- Gourinard, Y., (1952). Le littoral oranais (mouvements verticaux et anomalies gravimétriques). Publ. XIX<sup>e</sup> Congr. Géol. Intenu Alger, 9,21-38.
- Greco, J. (1966). *L'érosion, la défense et la restauration des sols*. Alger : M.A.R.A.

- Grime, J. P. (1977). Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist*, 111(982), 1169–1199. <https://doi.org/10.1086/283244>
- Guardia, P. (1975). *Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie Nord-Occidentale. (Relations structurales et paléogéographiques entre le Rif externe, le Tell et l'avant-pays atlasique)* (Thèse de doctorat d'État, 289 p. + carte h.t.). Université de Nice.
- Guardia, P. (1980). Le volcanisme alcalin plioquaternaire d'Algérie occidentale : Étude radiométrique et paléomagnétique. *Revue de Géologie Dynamique et de Géographie Physique*, 22(3), 213–222.
- Guit, B., Nedjim, B. (2020). Croissance radiale du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en fonction des paramètres stationnels dans les massifs forestiers naturels de l'Atlas saharien algérien. *Bois et Forêts des Tropiques*, ISSN : L-0006-579X Volume 345, 3e trimestre p. 3-1. [10.19182/bft2020.345.a31803](https://doi.org/10.19182/bft2020.345.a31803)
- Hadjadj-Aoul, S. (1991). Les peuplements de *Tetraclinis articulata* sur le littoral d'Oran. *Ecologia Mediterranea*, 17, 63–78.
- Hadjadj-Aoul, S. (1995). *Les peuplements du thuya de Berbérie (Tetraclinis articulata Vahl) en Algérie : Phytoécologie, syntaxonomie, potentialités sylvicoles* (Thèse de doctorat). Université Aix-Marseille III.
- Hadjadj-Aoul, S., & Loisel, R. (1999). Syntaxonomie des peuplements algériens du Thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters). Les peuplements forestiers et préforestiers. *Documents Phytosociologiques, N.S.*, 19, 229–285.
- Halimi, A. (1980). L'Atlas Blidéen : climat et étages végétaux. Alger : O.P.U, 1980. 484 p.
- Hassani, M. (1987). Hydrogéologie d'un bassin endoréique semi aride. le bassin versant de la grande Sebkhah d'Oran. (Thèse d'état, Univ. Grenoble). 266p.
- Horvat, I. (1950). Les associations forestières en Yougoslavie. Zagreb Inst. rasumarka istrazivanja : 1-73.
- Jauffret, S. (2001). Validation et comparaison de divers indicateurs des changements à long terme dans les écosystèmes méditerranéens arides : Application au suivi de la désertification dans le Sud tunisien. Thèse univ. Aix Marseille, 372 p.
- Jayaraman, K. (1999). *Manuel de statistique pour la recherche forestière* (239 p.). Peechi, Thrissur, Kerala, Inde : Kerala Forest Research Institute.
- Jean-Louis, B. (2021). *Analyse factorielle exploratoire et analyse en composantes principales : Guide pratique*. HAL archives ouvertes. <https://hal.science/hal-03436771v2>
- Jones, A., Breuning-Madsen, H., Brossard, M., Chapelle, J., Dampha, A., Deckers, J., Dewitte, O., Dondeyne, S., Gallali, T., Hallett, S., Jones, R., Kilasara, M., Le Roux, P., Micheli, E., Montanarella, L., Spaargaren, O., Thiombiano, L., Van Ranst, E., Yemefack, M., Zougmore, R. (Ed.). (2015). *Atlas des sols d'Afrique* (176 p.). Commission européenne, Bureau des publications de l'Union européenne.
- Kadik, B. (1983). *Contribution à l'étude du pin d'Alep en Algérie : écologie, dendrométrie, morphologie* (Thèse de doctorat d'État, Université d'Aix-Marseille III). 313 p.
- Kazi Tani, C. (2010). Contribution à l'étude des communautés d'adventices des cultures du secteur phytogéographique oranais (Nord-Ouest algérien): Aspects botanique, agronomique et phyto-écologique. Thès Doc. Univ-Tlemcen. P 246 + Annexes.
- Kent, M., & Coker, P. (1992). *Vegetation description and analysis: A practical approach*. Londres : Belhaven Press.
- Krause, W., Ludwig, M., & Seidel, F. (1963). Zur Kenntnis der Flora und Vegetation auf Serpentinstandorten der Balkans. 6. Vegetationsstudien in der Umgebung von Mantoudi (Euböa). *Botanische Jahrbücher*, 82, 337–403.

- Lacoste, A., Roux, M. (1971). L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes-Maritimes. I. L'analyse des données floristiques. *Oecol. Plant.*, 6, 353-369.
- Lassouani, A. (2008). Cartographie de l'aléa sismique ; Application à la commune de Bensakrane (W. Tlemcen). Thèse Magister, Université. Tlemcen, Algérie, p 102
- Legendre, P., Legendre, L. (2012). *Numerical ecology* (3<sup>e</sup> éd.). Amsterdam : Elsevier.
- Le Houérou, H. N. (1969). La végétation de la Tunisie steppique. *Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie*, 42(5).
- Letreuch-Belarouci, N. (1991). Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. Tomes 2. Ed. OPU, Alger, 641 p.
- Letreuch-Belarouci N. (1998). Dendrométrie : méthodes d'estimation de la productivité stationnelle. Ed. OPU, Alger, 75p.
- Letreuch Belarouci, A. (2000). *La forêt de Tlemcen, son renouvellement et son intégration dans le parc national de Tlemcen* (Mémoire d'ingénieur forestier, 96 p.). Université de Tlemcen.
- Loehlin, J. C. (2004). *Latent variable models: An introduction to factor, path, and structural equation analysis* (4<sup>e</sup> éd.). Mahwah, NJ : Erlbaum.
- Loisel, R. (1971). Séries de végétation propres en Provence aux massifs des Maures et de l'Estérel. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 118, 203–236.
- Loisel, R. (1976). Place et rôle des espèces du genre *Pinus* dans la végétation du Sud-Est méditerranéen français. *Ecologia Mediterranea*, 2, 131–152.
- Long, G. (1954). Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie centrale. *Annales du Service Botanique et Agronomique de Tunisie*, 42, 388 p.
- Loudon, J. C. (1838). *Arboretum et fruticetum Britannicum*. Londres.
- Louni-Hacini, A., Bellon, H., Maury, R. C., Megartsi, M., Coulon, C., Semroud, B., Cotten, J., Coutelle, A. (1995). Datation de la transition du volcanisme calco-alcalin au volcanisme alcalin en Oranie au Miocene supérieur. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, pp 975-982
- Madon, O., Médail, F. (1996). The ecological significance of annuals on a Mediterranean grassland (Mt Ventoux, France). *Plant Ecology*, 129(2), 189–199. <https://doi.org/10.1007/BF00032411>
- Maestre, F. T., Cortina, J. (2004). Do ecosystem composition and functioning improve in restored semiarid shrublands? *Journal of Applied Ecology*, 41(4), 643–653. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00934.x>
- Maire, R. (1926). *Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie*. Alger.
- Maire, R. (1952). *Flore de l'Afrique du Nord* (Vol. 10). Alger : École Nationale des Eaux et Forêts.
- Mansouri, S. (2012). LES PELOUSES de l'ORANIE : Flore et Phytoécologie. (Thèse de Magistère, Université d'Oran). pp 110.
- Médail, F., Diadema, K. (2009). Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin. *Journal of Biogeography*, 36(7), 1333–1345. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2008.02051.x>
- Meddour, R., Mucina, L. (2021). Validation de syntaxons nord-africains : notes nomenclaturales sur les *Quercetea ilicis*. *Plant Biosystems*, 155(5), 827–841. <https://doi.org/10.1080/11263504.2020.1717640>
- Medjahdi, B. (2001). *Réponse de la végétation du littoral des monts des Trara (Ouest algérien) aux différents facteurs de dégradation* (Mémoire de magistère, Université de Tlemcen).
- Medjahdi, B., Ibn Tattou, M., Barket, D. J., & Benabdelli, K. H. (2009). La flore vasculaire des monts des Trara (Nord-Ouest algérien). *Acta Botanica Malacitana*, 34, 1–18. <https://doi.org/10.24310/abm.v34i0.6917>

- Medjahdi, B. (2010). *Réponse de la végétation du littoral oranais aux perturbations : cas des monts des Trara (nord-ouest de l'Algérie)* (Thèse de doctorat, Université de Tlemcen).
- Medjahdi, B., Letreuch-Belarouci, A., Maazouz, S., & Taïbi, K. (2018). Diversité floristique des subéraies des monts de Tlemcen (Nord-Ouest Algérien). *Flora Mediterranea*, 28, 67–77. <https://doi.org/10.7320/FIMedit28.067>
- Moissette, P. (1988). Faune de bryozoaires du Messinien d'Algérie occidentale. Doc. Lab. Géol., Fac. Sc., Lyon, 102, 351 p
- Molinier, R., & Tallon, G. (1970). Les pinèdes à *Pinus halepensis* et à *Pinus pinea* du littoral méditerranéen français. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 117(3), 149–157.
- Monjauze, A. (1947). Les bases de départ de la restauration des sols en Algérie. *Congrès international de Pédologie Méditerranéenne* (5 p.). Oran.
- Monjauze, A. (1967). *Les zones de rénovation rurale dans l'aménagement du territoire, 1962–1967*. Alger.
- Mouillot, F., Rambal, S., Joffre, R. (2005). *Pinus halepensis* as a key driver of ecosystem divergence. *Journal of Mediterranean Ecology*, 6(2), 133–146.
- Mounier, R. (1937). *Carte des associations végétales des massifs de Carpiagne et Marseillevyre* (p. 44). Commission SIGMA, éd. Le Chêne.
- Moukoui, J. (2006). *Effet des essences forestières sur la biodégradation des matières organiques : impact sur la dynamique et le cycle du carbone, de l'azote et des éléments minéraux* (Thèse de doctorat, Université de Nancy).
- Musset, R. (1935). Les régimes pluviométriques de la France de l'Ouest. Vo XLIV, 15 Mai, pp : 311-313.
- Nahal, I. (1962). Le pin d'Alep. *Annales des Sciences Forestières*, 19(4).
- Nahal, I. (1983). Le pin brutia. *Forêt Méditerranéenne*, 5(2), 165–172.
- Ne'eman, G., & Izhaki, I. (1996). The effect of stand age and fire on the bird community of Aleppo pine plantations. *Forest Ecology and Management*, 85(1–3), 151–159. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(96\)03759-6](https://doi.org/10.1016/0378-1127(96)03759-6)
- Ne'eman, G., Trabaud, L. (2000). Ecology of Mediterranean pine forests in relation to fire. *Forest Ecology and Management*, 160(1–3), 41–52. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00635-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00635-6)
- Négre, R. (1966). Les thérophytes. *Mémoires de la Société Botanique de France*, 92–108.
- Odum, E. P. (1969). The strategy of ecosystem development. *Science*, 164(3877), 262–270.
- Olivier, L., Muracciole, M., & Reduron, J.-P. (1995). Premiers bilans sur la flore des îles de la Méditerranée : état des connaissances et conservation. *Ecologia Mediterranea*, 21, 355–372.
- Ozenda, P. (1966). Perspectives nouvelles pour l'étude phytogéographique des Alpes sud-occidentales. Doc. Carte Vég. Alpes, IV, 198 p., 5 cartes, 28 pl.
- Ozenda, P. (1974). Sur la définition d'un étage de végétation supra méditerranéenne en Grèce. *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH Zürich*.
- Ozenda, P. (1975). Sur les étages de végétation dans les montagnes du Bassin méditerranéen. Doc. Cartogr. Ecol. XVI : 1-32
- Ozenda, P. (1982). *Les végétaux dans la biosphère*. Paris : Doin.
- Panetsos, K. (1981). Monograph of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia*. *Annales Forestales*, 9(2), 39–77.
- Pardé, J. (1957). La productivité du pin d'Alep en France. *Annales de l'École Nationale des Eaux et Forêts*, 15(2), 365–414.
- Pausas, J. G., Ouadah, N., Ferran, A., Gimeno, T., Vallejo, R. (2004). Fire severity and seedling establishment in *Pinus halepensis* woodlands, eastern Iberian Peninsula. *Plant Ecology*, 169 (2), 205–213.

- Peltier, A., Ponge, J.-F., Jordan, R., & Arina-Plana, A. (2001). Humus forms in Mediterranean scrublands with Aleppo pine. *Soil Science Society of America Journal*, 65(3), 884–896. <https://doi.org/10.2136/sssaj2001.653884x>
- Peron, A. (1883). Essai d'une description géologique de l'Algérie Ann. Sc. Geol., t. 14, 202 p.
- Pouget, M. (1980). Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises (Algérie). Thèse. Univ. Aix-Marseille III. Cah. de l'O.R.S.T.O.M.
- Prévosto, (2013). Le pin d'Alep en France: 17 fiches pour connaître et gérer. (pp 160) Paris, Edition Quae.
- Quézel, P., & Santa, S. (1962–1963). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Paris : CNRS.
- Quézel, P. (1964). *Végétation des hautes montagnes de l'Afrique du Nord*. Paris : CNRS.
- Quézel, P. (1980). Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. In P. Pesson (Éd.), *Actualités d'écologie forestière* (pp. 205–256). Paris : Bordas.
- Quézel, P., Barbero, M., Bonin, G., & Loisel, R. (1980). Essai de corrélations phytosociologiques et bioclimatiques entre quelques structures actuelles et passées de la végétation méditerranéenne. *Naturalia Monspelliensia, Actes du Colloque Fondation Emberger*, 79–87.
- Quézel, P., Barbéro, M., Benabid, A, Loisel, R & Rivas-Martínez, S. (1988). Contribution à l'étude de groupements pré-forestiers de matorals rifains. *Ecologia Mediterranea*, 14 : 77-122.
- Quézel, P., & Barbero, M. (1990). Les forêts méditerranéennes : problèmes posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. *Acta Botanica Malacitana*, 15, 145–178.
- Quézel, P., Barbero, M., (1992). Le pin d'Alep et les espèces voisines : répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récentes en France méditerranéenne. *Forêt méditerranéenne*, 13 :158-170.
- Quézel, P., & Médail, F. (1995). La région circumméditerranéenne : centre mondial majeur de biodiversité végétale. Marseille : CNRS.
- Quézel, P., Médail, F., Loisel, R., & Barbero, M. (1999). Biodiversité et conservation des essences forestières du bassin méditerranéen. *Unasylva*, 197, 21–28.
- Quézel, P., & Médail, F. (2003). *Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Paris : Elsevier.
- Ramade, F. (2003). *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. Ed .Dunod, paries, 689 p.
- Revalor., D. (2014). Un autre regard sur le pin d'Alep. *Forêt Méditerranéenne*, XXXV (1), pp.31-34.
- Ricard C., Oliva T., (1995). Valorisation du bois de pin d'Alep, Étude Bibliographique. École Nationale des Arts et Métiers, 65 p.
- Richert, D. (1978). Étude de l'influence des résineux sur l'acidité des sols et des eaux (Mémoire). E.N.I.T.E.F., Publication C.N.R.F.
- Rigolot, E., Amandier, L., Duché, Y., Prévosto, B., Ripert, C., Savazzi, R. (2020). Le pin d'Alep et l'incendie - Sylviculture préventive. HAL : hal-02808815. <https://hal.inrae.fr/hal-02808815>
- Rivas-Martínez, S., & Rivas-Goday, S. (1974). Schéma syntaxonomique de la classe des *Quercetea ilicis* dans la péninsule Ibérique. In *Colloque du CNRS, Montpellier*, 235 (pp. 431–456). Paris : CNRS.
- Rivas-Martínez, S. (1981). Les étages bioclimatiques de la végétation de la péninsule Ibérique. *Anal. Jardin Botanico de Madrid*, 37 (2) : 251-268.
- Rivas-Martínez, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Madrid : ICONA.

- Rondeux, J. (1993). *La mesure des arbres et des peuplements forestiers*. Presses agronomiques, Gembloux, Belgique. 521 p.
- Rovira, P., Duguy, B., & Vallejo, R. V. (2010). Management of *Pinus halepensis* Mill. forests for sustainable use in a context of changing environments. In G. Ne'eman & L. Trabaud (Eds.), *Ecology, biogeography and management of Pinus halepensis and P. brutia forest ecosystems in the Mediterranean Basin* (pp. 241–264). Dordrecht : Springer.
- Ruellan, A. (1970). *Les sols à profil calcaire différencié des plaines de la basse Moulouya* (Thèse de doctorat d'État, Université de Strasbourg). Université de Strasbourg.
- Ruellan, J. (1981). *Croûtes et dalles calcaires d'Afrique du Nord : essai de synthèse pédogéomorphologique* (Travaux et documents de l'ORSTOM, n° 139). Paris : ORSTOM.
- Sadran, G. (1952). Les roches cristallines du littoral Orannais. 19<sup>ème</sup> Congr. Géol. Internat. Monogr. Région (Algérie), (1), 18,48p.
- Sari, D.J., (1977). l'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis. SNED, Alger. 624 p., 81 fig.
- Scarascia-Mugnozza G., Hinckley T.M. and Stettler R.F.1986- Evidence for non stomatal inhibition of net photosynthesis in rapidly dehydrated shoots of Populus. Canadian Journal of Forest Research, 16: 1371-1375
- Schönenberger, A. (1957). Associations forestières de la Dorsale tunisienne. *Annales du Service Botanique et Agronomique de Tunisie*, 30, 149–155.
- Saint-Yves, A. (1932). Contribution à l'étude des variations du pin d'Alep. *Annales de l'École Nationale des Eaux et Forêts*.
- Savornin, J. (1931). La géologie algérienne et nord-africain depuis 1830. Service de la carte géologique. Jules Carbonel imprimeur-éditeur, Alger, 395 p. + pl. + cartes
- Stewart, Ph., & Roustide, R. (1974). *Cours de sylviculture*. Alger : Institut National Agronomique.
- Taabni, M., & Kouti, A. (1987). État de l'aménagement du milieu rural en Algérie : exemple d'un bassin versant dans les Beni Chougrane. *Études méditerranéennes*, 11. Poitiers : C.I.E.M.
- Taabani, M., & Kouti, A. (1992). *Stratégies de conservation, mise en œuvre et réaction du milieu et des paysans dans l'Ouest algérien*. Communication présentée au IX<sup>e</sup> réunion du Réseau érosion, C.E.G.T.–C.I.E.M., Poitiers, France.
- Taabni, M., & Kouti, A. (1993). Stratégies de conservation, mise en œuvre et réactions du milieu et des paysans dans l'Ouest algérien. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 70(5), 408–422.
- Tansley, A. G. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16(3), 284–307.
- Tinthoin, R., (1948) Les aspects physiques de tell Oranais, essai de morphologie de pays semi-aride. Ouvrage publié avec le concours de C.N.R.S., Edit. L. Fouque, 639p.
- Tomaselli, R. (1973). La vegetazione forestale d'Italia. *Collana Verde, Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste*, 33, 25–62. Rome.
- Trabaud, L. (1987). Fire, life cycles of plants, and phytomass production of the garrigue ecosystems in southern France. *Ecologia Mediterranea*, 13(4), 113–127.
- Tregubov, V. (1963). Étude des groupements végétaux du Maroc oriental méditerranéen. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille*, 23, 121–196.
- Tüxen, R. (1956). Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. *Angew. Pflanzensoziologie*, 13, 5-42.
- Valdés, B., Rejdali, M., Achhal, A., El Kadmiri, S., Jury, L., & Montserrat, M. (2002). *Catalogue des plantes vasculaires du nord du Maroc* (Vols. 1–2). Madrid.
- Valez, R. (1999). Protection contre les incendies de forêt : principes et méthodes d'action. Ciheam, Zaragoza. Options méditerranéennes, série B. étude et recherche. 26. 123pp.

- Vallejo, V. R., Aronson, J., Pausas, J. G., & Cortina, J. (2012). Restoration of Mediterranean woodlands. In J. van Andel & J. Aronson (Eds.), *Restoration Ecology* (pp. 241–264). Wiley-Blackwell.
- Varga, P., Chen, H. Y. H., & Klinka, K. (2005). Tree-size diversity between single- and mixed-species stands in three forest types in western Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 35(3), 593–601.
- Velicer, W. F., & Fava, J. L. (1998). Effects of variable and subject sampling on factor pattern recovery. *Psychological Methods*, 3(2), 231–251.
- Walter, H., & Breckle, S.-W. (1991). *Écologie des zones arides*. Paris : Masson.
- Zohary, M. (1962). *Plant life of Palestine and Jordan*. New York : Ronald Press.

---

# *Annexes*

---

Annexe 1 :

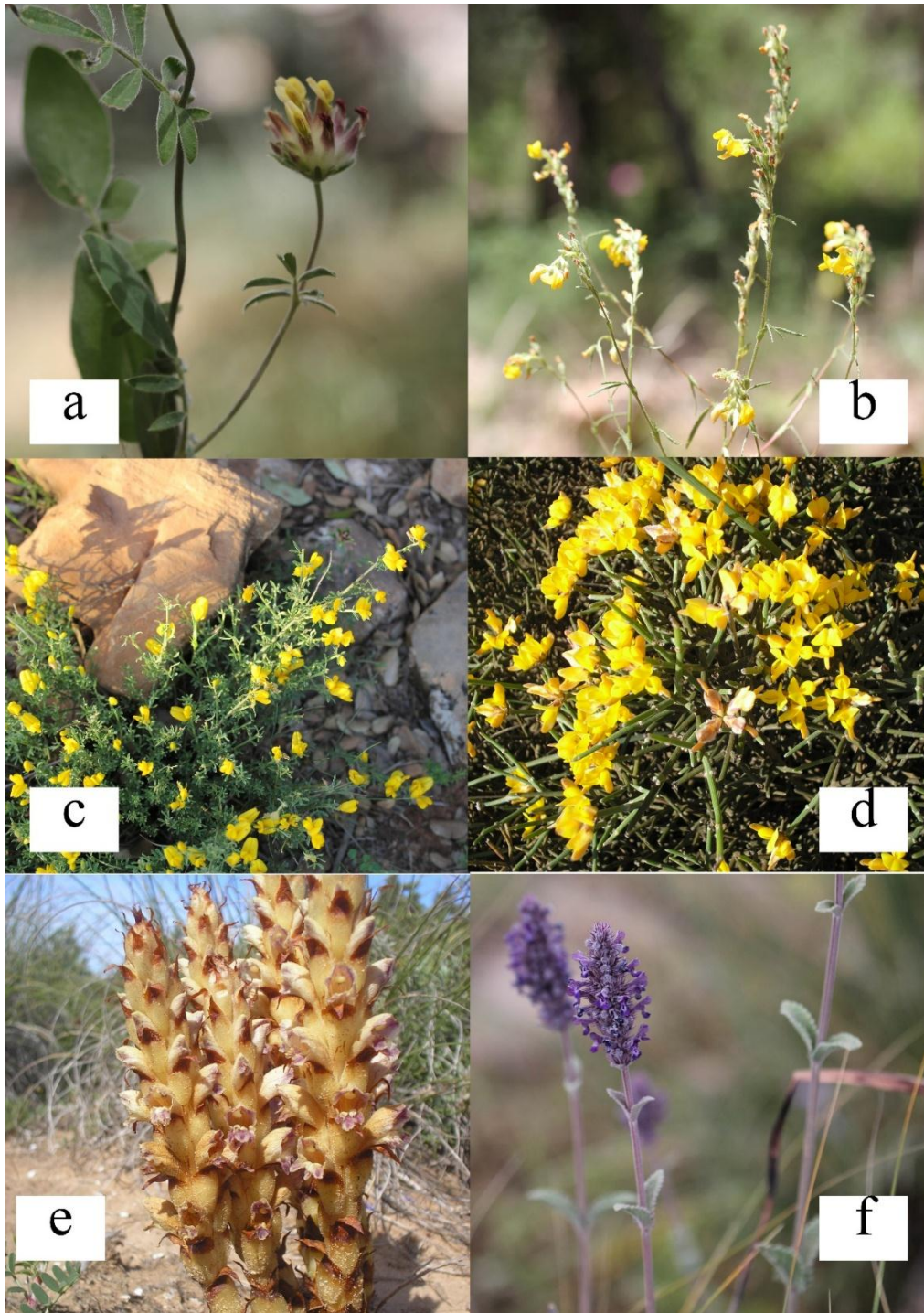


Planche 1. a) *Anthyllis vulneraria* subsp. *saharae*, b) *Ononis euphrasiifolia*, c) *Cytisus fontanesii* subsp. *fontanesii*. d) *Genista quadriflora*, e) *Orobanche latisquama*, f) *Nepeta tuberosa* subsp. *reticulata*. Photographs by Cherifi M.

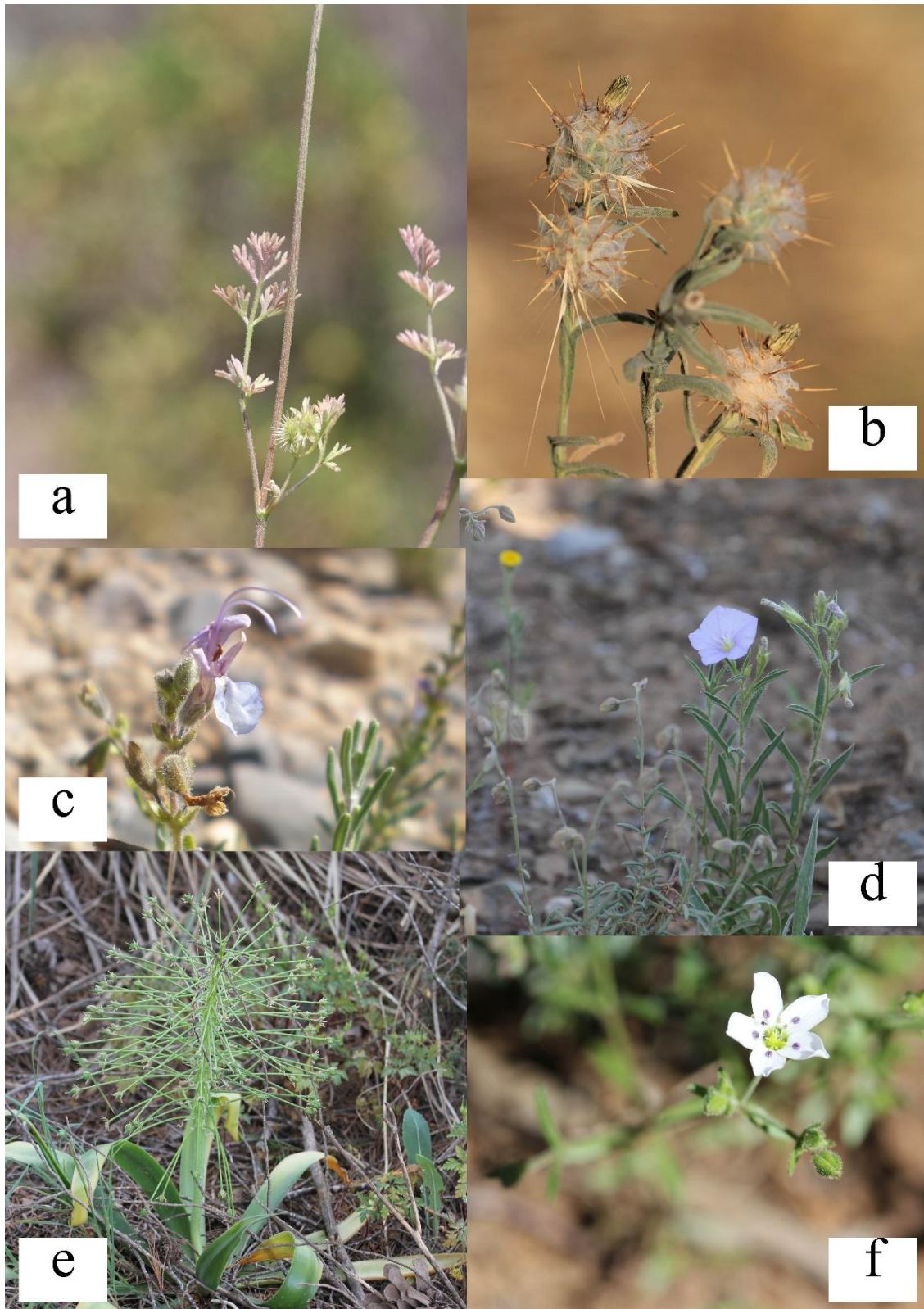


Planche 2. a) *Daucus durieua*, b) *Centaurea eriophora*, c) *Salvia jordanii*, d) *Convolvulus valentinus*, e) *Oncostema elongata*, f) *Arenaria emarginata*. Photographs by Cherifi M.

## Annexe 2 : Catalogue floristique :

<b>Pteridophyta</b>				
<b>Aspleniaceae Mett. ex A. B. Frank</b>	<i>Asplenium ceterach</i> L.	G.	Sub-cosm.	AC.
<b>Gymnospermae</b>				
<b>Cupressaceae Rich. ex Bartl.</b>	<i>Cupressus arizonica</i> Greene.	Ph.	Intro.	AC.
	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Ph.	Intro.	AR.
	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.	Ph.	Intro.	R.
	<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>macrocarpa</i> (Sm.) Neilr.	Ph.	Atl. Méd.	AC.
	<i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>oxycedrus</i> .	Ph.	Atl. Méd.	AC.
	<i>Juniperus phoenicea</i> L. subsp. <i>turbinata</i> (Guss.) Arcang.	Ph.	Méd.	C.
	<i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Mast.	Ph.	AMI.	C.
<b>Ephedraceae Dumort.</b>	<i>Ephedra altissima</i> Desf.	Phl.	Afn	C.
<b>Pinaceae Lindl.</b>	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Ph.	Méd.	C.
<b>Monocotyledonae</b>				
<b>Alliaceae Borkh.</b>	<i>Allium roseum</i> L.	G.	Méd.	C.
	<i>Allium subhirsutum</i> L.	G.	Med. Ethiopie.	C.
<b>Araceae Juss.</b>	<i>Arisarum vulgare</i> subsp. <i>subexertum</i> (Webb & Berthel.) G. Kunkel	G.	Méd.	C.
	<i>Arisarum vulgare</i> O. Targ. Tozz. subsp. <i>vulgare</i>	G.	Méd.	C.
<b>Arecaceae Schultz</b>	<i>Chamaerops humilis</i> L.	Nph.	Méd.	CC.
<b>Asparagaceae Juss.</b>	<i>Agave americana</i> L.	Ch.	Intro. (Nat).	C.
	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Phl.	Méd.	CC.
	<i>Asparagus albus</i> L.	Ch.	Méd.	C.
	<i>Asparagus horridus</i> L.	Ch.	Méd.	C.
	<i>Asparagus officinalis</i> L.	Ch.	Sub-cosm.	AR.
<b>Asphodelaceae Juss.</b>	<i>Asphodelus ramosus</i> L. subsp. <i>ramosus</i> .	G.	Méd.	CC.
<b>Cyperaceae Juss.</b>	<i>Carex halleriana</i> Asso.	H.	Méd.	C.
<b>Dioscoreaceae R. Br.</b>	<i>Dioscorea communis</i> (L.) Caddick & Wilkin.	Phl.	Sub-cosm.	C.
<b>Hyacinthaceae Batsch ex Borkh</b>	<i>Squilla maritima</i> (L.) Steinh	G.	Méd.	C.
	<i>Squilla pancration</i> Steinh	G.	Méd.	C.
	<i>Oncostema elongata</i> (Parl.) Speta.	G.	Afn.	AR.
	<i>Ornithogalum baeticum</i> Boiss..	G.	Afnl.	C.
	<i>Stellarioides sessiliflora</i> (Desf.) Speta	G.	AM.	AC.
	<i>Ornithogalum narbonense</i> L.	G.	Méd.	AC.

	<i>Prospero obtusifolium</i> (Poir.) Speta.	G.	Méd.	C.
	<i>Oncostema peruviana</i> (L.) Speta	G.	Méd.	C.
<b>Iridaceae Juss.</b>	<i>Gladiolus italicus</i> Mill.	G.	Méd.	C.
	<i>Moraea sisyrinchium</i> (L.) Ker Gawl.	G.	Sub-cosm.	CC.
<b>Liliaceae Juss.</b>	<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.	G.	Méd.	C.
	<i>Muscari neglectum</i> Ten. & Sangiovanni	G.	Sub-cosm.	AC.
<b>Orchidaceae Juss.</b>	<i>Ophrys speculum</i> Link.	G.	Méd.	AC.
	<i>Ophrys tenthredinifera</i> Willd.	G.	Méd.	C.
<b>Poaceae Barnhart</b>	<i>Aegilops neglecta</i> Req. ex Bertol. subsp. <i>neglecta</i> .	Th.	Sub-cosm.	C.
	<i>Aegilops triuncialis</i> L.	Th.	Sub-cosm.	C.
	<i>Aira caryophyllea</i> subsp. <i>plesiantha</i> (Boreau) K. Richt.	Th.	Méd.	R.
	<i>Aira cupaniana</i> Guss.	Th.	Méd.	C.
	<i>Ampelodesmos mauritanicus</i> (Poir.) T. Durand & Schinz.	G.	Méd.	CC.
	<i>Anisantha madritensis</i> (L.) Nevski subsp. <i>madritensis</i> .	Th.	Eur.-Méd.	CC.
	<i>Anisantha rubens</i> (L.) Nevski.	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Anisantha sterilis</i> (L.) Nevski.	Th.	Sub-cosm.	AC.
	<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski.	Th.	Sub-cosm.	C.
	<i>Avena barbata</i> Pott ex Link subsp. <i>barbata</i> .	Th.	Sub-cosm.	C.
	<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) P. Beauv.	H.	Méd.	C.
	<i>Bromus intermedius</i> Guss.	Th.	Méd.	AC.
	<i>Bromus lanceolatus</i> Roth.	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Catapodium rigidum</i> (L.) C. E. Hubb.	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Cynosurus echinatus</i> L.	Th.	Méd.-Macar.	C.
	<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hackelii</i> (Asch. & Graebn.) Cif. & Giacom.	H.	Sub-cosm.	C.
	<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman.	H.	Méd.	C.
	<i>Echinaria capitata</i> (L.) Desf.	Th.	Sub-cosm.	C.
	<i>Gastridium ventricosum</i> (Gouan) Schinz & Thell.	Th.	Sub-cosm.	AC.
	<i>Hordeum marinum</i> Huds. subsp. <i>marinu</i>	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>glaucum</i> (Steud) Tzvelev.	Th.	Cosm.	AR.
	<i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>leporinum</i> (Link) Arcang.	Th.	Cosm.	CC.
	<i>Koeleria vallesiana</i> (Honck.) Gaudin.	H.	Méd.	AC.

	<i>Lagurus ovatus</i> L. subsp. <i>ovatus</i> .	Th.	Méd.	CC.
	<i>Lolium perenne</i> L.	Th.	Méd.	C.
	<i>Lygeum spartum</i> L.	H.	Méd.	C.
	<i>Macrochloa tenacissima</i> (L.) Kunth subsp. <i>tenacissima</i>	G.	AfnI.	CC.
	<i>Patzkea coerulescens</i> (Desf.) H. Scholz.	H.	Ibér.-Maur.- Sicile.	CC.
	<i>Piptatherum coerulescens</i> (Desf.) P. Beauv.	H.	Méd.	AC.
	<i>Rostraria balansae</i> (Coss. & Durieu) Holub.	Th.	AM.	C.
	<i>Rostraria cristata</i> (L.) Tzvelev.	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Stipa balansae</i> H. Scholz.	G.	Afn.	AC.
	<i>Stipa capensis</i> Thunb.	Th.	Méd.	C.
	<i>Stipa lagascae</i> Roem. &Schult.	H.	Méd.	C.
	<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P. Beauv.	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Vulpia ciliata</i> Dumort.	Th.	Sub-cosm.	C.
	<i>Vulpia geniculata</i> (L.) Link.	Th.	AfnI.	C.
	<i>Vulpiella stipoides</i> (L.) Maire.	Th.	Ital.- Sardaigne- Baléares.	C.
<b>Smilacaceae Vent.</b>	<i>Smilax aspera</i> L.	Phl.	Sub-cosm.	C.
<b>Dicotyledonae</b>				
<b>Anacardiaceae Lindl.</b>	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Nph.	Méd.	C.
<b>Apiaceae Lindl.</b>	<i>Bupleurum balansae</i> Boiss. & Reut.	Ch.	AM.	AC.
	<i>Bupleurum gibraltarium</i> Lam.	Nph.	AfnI.	AC.
	<i>Bupleurum rigidum</i> L.	H.	Méd.	AR.
	<i>Bupleurum semicompositum</i> L.	Th.	Méd.	AC.
	<i>Daucus aureus</i> Desf.	Th.	Méd.	CC.
	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>carota</i> .	H.	Méd.	C.
	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>maximus</i> (Desf.) Ball.	H.	Méd.	CC.
	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>maritimus</i> (Lam.) Batt.	H.	Méd.	R.
	<i>Daucus durieua</i> Lange.	Th.	AfnI.	RR.
	<i>Eryngium dichotomum</i> Desf.	H.	Méd.	CC.
	<i>Eryngium ilicifolium</i> Lam.	Th.	AfnI.	CC.
	<i>Eryngium pusillum</i> L.	Th.	Méd.	R.
	<i>Eryngium tricuspdatum</i> subsp. <i>mauritanicum</i> (Pomel) Batt.	H.	Méd.	R.
	<i>Ferula communis</i> L.	H.	Méd.	CC.

	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Ch.	Méd.	CC.
	<i>Kundmannia sicula</i> (L.) DC.	H.	Méd.	CC.
	<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Thapsia garganica</i> L.	H.	Méd.	CC.
	<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertn. subsp. <i>nodosa</i> .	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Torilis pseudonodosa</i> Bianca	Th.	Sub-cosm.	CC.
<b>Aristolochiaceae</b> <b>Juss.</b>	<i>Aristolochia baetica</i> L.	Phl.	AMI.	AC.
<b>Asteraceae</b> <b>Martinov</b>	<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.	Th.	Sub-cosm.	C.
	<i>Anacyclus radiatus</i> Loisel. Subsp. <i>radiatus</i> .	Th.	Sub-cosm.	AR.
	<i>Andryala arenaria</i> (DC.) Boiss. & Reut.	Th.	AfnI.	RR.
	<i>Andryala integrifolia</i> L.	Th.	Méd.	C.
	<i>Andryala laxiflora</i> DC.	Th.	AfnI.	RR.
	<i>Asteriscus aquaticus</i> Less.	Th.	Méd.	AC.
	<i>Atractylis caespitosa</i> Desf.	Th.	AfnI.	CC.
	<i>Atractylis cancellata</i> L.	Th.	Méd.	C.
	<i>Bellis microcephala</i> Lange	Th.	AfnI.	AR.
	<i>Bellis sylvestris</i> Cirillo.	H.	Méd.	C.
	<i>Bombycilaena discolor</i> (Pers.) M. Láinz.	Th.	Sub-cosm.	C.
	<i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L.	Th.	Sub-cosm.	C.
	<i>Carduus pycnocephalus</i> L. subsp. <i>pycnocephalus</i> .	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Carduus tenuiflorus</i> Curtis.	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Carlina involucrate</i> Poir.	H.	Méd.	CC.
	<i>Carlina lanata</i> L.	Th.	Méd.	C.
	<i>Catananche caerulea</i> L.	H.	Méd.	C.
	<i>Centaurea eriophora</i> L.	Th.	AMI.	R.
	<i>Centaurea infestans</i> Coss. & Durieu	H.	AM.	CC.
	<i>Centaurea melitensis</i> L.	H.	Méd.	AC.
	<i>Centaurea pullata</i> L.	H.	Méd.	AC.
	<i>Centaurea sphaerocephala</i> L.	H.	Méd.	CC.
	<i>Cirsium echinatum</i> (Desf.) DC.	Ch.	Méd.	CC.
	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	H.	Sub-cosm.	C.
	<i>Crepis vesicaria</i> L.	Th.	Sub-cosm.	C.
	<i>Echinops spinosissimus</i> subsp. <i>spinosus</i> Greuter.	H.	S. Méd. Sah.	AC.
	<i>Echinops strigosus</i> L.	Th.	AfnI.	CC.
	<i>Filago gallica</i> L.	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Filago germanica</i> (L.) Huds.	Th.	Sub-cosm.	AC.

<i>Filago pyramidata</i> L.	Th.	Méd.	C.
<i>Galactites duriaei</i> Spach ex Durieu.	H.	AMI.	CC.
<i>Galactites tomentosus</i> Moench.	H.	Méd.	C.
<i>Glossopappus macrotus</i> (Durieu) Briq. & Cavill.	Th.	AfnI.	CC.
<i>Hedypnois rhagadioloides</i> (L.) F.W. Schmidt.	Th.	Méd.	C.
<i>Helichrysum pendulum</i> (C. Presl) C. Presl.	Ch.	Méd.	C.
<i>Helminthotheca aculeata</i> (Vahl) Lack.	H.	Sicile Afn	AC.
<i>Hyoseris radicata</i> L.	H.	Sub-cosm.	C.
<i>Hypochaeris achyrophorus</i> L.	Th.	Méd.	C.
<i>Hypochaeris glabra</i> L.	Th.	Méd.	C.
<i>Hypochaeris salzmanniana</i> subsp. <i>maroccana</i> Förther & Podlech.	Th.	AM.	AC.
<i>Leontodon maroccanus</i> (Pers.) Ball.	Th.	AMI.	AC.
<i>Leontodon saxatilis</i> subsp. <i>rothii</i> Maire.	Th.	Méd.	CC.
<i>Mauranthemum decipiens</i> (Pomel) Vogt & Oberpr.	Th.	AMI.	AC.
<i>Mauranthemum paludosum</i> (Poir) Vogt & Oberpr.	H.	AfnI.	C.
<i>Mauranthemum paludosum</i> (Poir.) Vogt & Oberpr. subsp. <i>paludosum</i>	Ch.	Sub-cosm.	C.
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	H.	Sub-cosm.	C.
<i>Phagnalon rupestre</i> (L.) DC. subsp. <i>rupestre</i> .	Ch.	Méd.	C.
<i>Phagnalon saxatile</i> (L.) Cass.	Ch.	Méd.	C.
<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh.	H.	Sub-cosm.	AC.
<i>Urospermum picroides</i> (L.) F. W. Schmidt	Th.	Sub-cosm.	C.
<i>Reichardia intermedia</i> (Sch. Bip.) Samp.	Th.	Sub-cosm.	C.
<i>Rhagadiolus stellatus</i> (L.) Gaertn.	Th.	Sub-cosm.	AC.
<i>Rhaponticum coniferum</i> (L.) Greuter.	H.	Méd.	AC.
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	H.	Cosm.	CC.
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	Th.	Cosm.	C.
<i>Sonchus mauritanicus</i> Boiss. & Reut.	H.	Afn.	RR.
<i>Sonchus maritimus</i> L.	H.	Sub-cosm.	AC.
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Th.	Cosm.	CC.
<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	Th.	Méd.	C.
<i>Staelhelia dubia</i> L.	H.	Méd.	AC.
<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertn.	Th.	Méd.	AC.
<i>Xeranthemum inapertum</i> (L.) Mill.	Th.	Sub-cosm.	CC.

<b>Boraginaceae Juss.</b>	<i>Cynoglossum cheirifolium</i> subsp. <i>heterocarpum</i> (Kunze) Font Quer	H.	Méd.	C.
	<i>Echium humile</i> subsp. <i>pycnanthum</i> (Pomel) Greuter & Burdet	H.	AfnI.	C.
	<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I. M. Johnst.	Th.	Méd.	C.
	<i>Nonea micrantha</i> Boiss. & Reut.	Ch.	Méd.	C.
<b>Brassicaceae Burnett</b>	<i>Brassica maurorum</i> Durieu.	Th.	AM.	R.
	<i>Cardamine hirsuta</i> L.	Th.	Sub-cosm.	C.
	<i>Carrichtera annua</i> (L.) DC.	Th.	Méd.	C.
	<i>Diplotaxis tenuisiliqua</i> Delile.	Th.	AM.	AC.
	<i>Diplotaxis virgata</i> (Cav.) DC. subsp. <i>virgata</i> .	Th.	AMI.	AC.
	<i>Draba verna</i> L.	Th.	Sub-cosm.	AC.
	<i>Brassica souliei</i> (Batt.) Batt.	Th.	AM.	CC.
	<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	Ch.	Méd.	C.
	<i>Sinapis flexuosa</i> Poir.	Th.	AMI.	R.
	<i>Sinapis pubescens</i> L. subsp. <i>pubescens</i> .	H.	Paléo-Temp.	C.
	<i>Sisymbrium austriacum</i> subsp. <i>hispanicum</i> (Jacq.) P. W. Ball & Heywood.		AMI.	C.
	<i>Sisymbrium erysimoides</i> Desf.	Th.	Afn.	C.
<b>Campanulaceae Juss.</b>	<i>Campanula dichotoma</i> L.	Th.	Méd.	CC.
	<i>Campanula rapunculus</i> L.	H.	Sub-cosm.	C.
<b>Caprifoliaceae Juss.</b>	<i>Lonicera biflora</i> Desf.	Phl.	AMI.	R.
	<i>Lonicera implexa</i> Aiton.	Phl.	Méd.	AC.
<b>Caryophyllaceae Juss.</b>	<i>Arenaria emarginata</i> Brot.	Th.	AfnI	R.
	<i>Arenaria leptoclados</i> (Rchb.) Guss.	Th.	Sub-cosm.	AC.
	<i>Dianthus sylvestris</i> Wulfen subsp. <i>sylvestri</i>	H.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Minuartia hybrida</i> (Vill.) Schischk.	Th.	Sub-cosm.	C.
	<i>Minuartia montana</i> L.	Th.	Méd.	AC.
	<i>Paronychia arabica</i> (L.) DC.	Th.	Méd.	C.
	<i>Paronychia argentea</i> Lam.	H.	Méd.	C.
	<i>Paronychia capitata</i> (L.) Lam. subsp. <i>capitata</i> .	H.	Méd.	C.
	<i>Silene colorata</i> Poir.	Th.	Méd.	C.
	<i>Silene nocturna</i> L.	Th.	Méd.	AC.
	<i>Silene secundiflora</i> Otth subsp. <i>secundiflora</i> .	Th.	AfnI	R.
	<i>Silene tridentata</i> Desf.	Th.	Méd.	C.
	<i>Spergula arvensis</i> L.	Th.	Cosmo.	C.
<i>Spergula fallax</i> (Lowe) E. H. L. Krause.	Th.	Méd.	C.	

	<i>Vaccaria hispanica</i> (Mill.) Rauschert.	Th.	Méd.	C.
<b>Casuarinaceae R. Br.</b>	<i>Casuarina equisetifolia</i> J. R. Forst. & G. Forst.	Ph.	Intro.	C.
<b>Cistaceae Juss.</b>	<i>Cistus clusii</i> Dunal.	Nph.	Ibéro-Baléare, Sicile et Afn.	C.
	<i>Cistus creticus</i> subsp. <i>eriocephalus</i> (Viv.) Greuter & Burdet.	Nph.	Méd.	AC.
	<i>Cistus halimifolius</i> L.	Nph.	Méd.	AC.
	<i>Cistus heterophyllus</i> Desf.	Nph.	AM.	C.
	<i>Cistus monspeliensis</i> L.	Nph.	Méd.	C.
	<i>Cistus umbellatus</i> subsp. <i>viscosus</i> (Willk.) Demoly	Ch.	AMI.	R.
	<i>Cistus salviifolius</i> L.	Ch.	Sub-cosm.	AC.
	<i>Fumana fontanesii</i> Pomel.	Ch.	AM.	AC.
	<i>Fumana laevipes</i> (L.) Spach.	Ch.	Sub-cosm.	C.
	<i>Fumana thymifolia</i> (L.) Webb.	Ch.	Méd.	C.
	<i>Helianthemum cinereum</i> (Cav.) Pers.	Ch.	Sub-cosm.	RR.
	<i>Helianthemum organifolium</i> subsp. <i>africanum</i> M. B. Crespo, M. A. Alonso & al.	Ch.	AM.	CC.
	<i>Helianthemum syriacum</i> (Jacq.) Dum. Cours.	H.	Sub-cosm.	C.
	<i>Helianthemum virgatum</i> (Desf.) Pers.	Ch.	AfnI.	CC.
	<i>Helianthemum viscarium</i> Boiss. & Reut.	Ch.	AMI.	AC.
	<i>Tuberaria plantaginea</i> (Willd.) Gallego	Th.	Méd.	R.
<b>Convolvulaceae Juss.</b>	<i>Convolvulus althaeoides</i> L. subsp. <i>althaeoides</i> .	H.	Macar-Méd.	C.
	<i>Convolvulus althaeoides</i> subsp. <i>tenuissimus</i> (Sm) Batt.	H.	Macar-Méd	C.
	<i>Convolvulus siculus</i> subsp. <i>elongatus</i> Batt.	Th.	Méd.	R.
	<i>Convolvulus siculus</i> L. subsp. <i>siculus</i> .	Th.	Méd.	CC.
	<i>Convolvulus valentinus</i> Cav.	Ch.	AMI.	R.
<b>Crassulaceae DC.</b>	<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau.	Ch.	Méd.	C.
	<i>Umbilicus gaditanus</i> Boiss.	H.	Méd. Atl.	AC.
	<i>Umbilicus patens</i> Pomel	H.	Afn.	AC.
<b>Dipsacaceae Juss.</b>	<i>Knautia mauritanica</i> Pomel	H.	Sub-cosm.	AC.
	<i>Lomelosia stellata</i> (L.) Raf.	Th.	Méd.	C.
<b>Euphorbiaceae Juss.</b>	<i>Euphorbia falcata</i> L.	Th.	Méd.	AC.
	<i>Euphorbia helioscopia</i> L. subsp. <i>helioscopia</i>	Th.	Méd.	CC.

	<i>Euphorbia pterococca</i> Brot.	Th.	Méd.	AC.
<b>Ericaceae Juss.</b>	<i>Arbutus unedo</i> L.	Ph.	Méd.	C.
	<i>Erica multiflora</i> L.	Nph.	Méd.	C.
<b>Fabaceae Lindl.</b>	<i>Acacia saligna</i> (Labill.) H. L. Wendl.	Ph.	Intro.	AC.
	<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>maura</i> (Beck) Maire.	H.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>saharae</i> (Sagorski) Jahand. & Maire.	H.	AM.	R.
	<i>Astragalus epiglottis</i> L.	Th.	Méd.	C.
	<i>Astragalus sesameus</i> L.	Th.	Méd.	C.
	<i>Bituminaria bituminosa</i> (L.) C. H. Stirt.	H.	Méd.	C.
	<i>Calicotome infesta</i> subsp. <i>intermedia</i> (C. Presl) Greuter	Nph.	AfnI.	C.
	<i>Calicotome villosa</i> (Poiret) Link.	Nph.	Méd.	AC.
	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Ph.	Méd.	C.
	<i>Coronilla scorpioides</i> (L.) W.D.J. Koch.	Th.	Méd.	C.
	<i>Cytisus fontanesii</i> Spach ex Ball subsp. <i>fontanesii</i> .	Nph.	AMI.	AR.
	<i>Ebenus pinnata</i> Aiton.	Ch.	Afn.	C.
	<i>Genista hirsuta</i> subsp. <i>eriolada</i> (Spach) Raynaud.	Nph.	AM.	AR.
	<i>Genista quadriflora</i> Munby.	Nph.	AM.	R.
	<i>Genista tricuspida</i> Desf.	Nph.	Afn.	CC.
	<i>Hedysarum pallidum</i> Desf.	Nph.	Afn.	C.
	<i>Hedysarum spinosissimum</i> L.	Th.	Méd.	C.
	<i>Hippocrepis biflora</i> Spreng.	Th.	Méd.	C.
	<i>Hippocrepis ciliata</i> Willd.	Th.	Méd.	C.
	<i>Lotus creticus</i> L.	H.	Méd.	C.
	<i>Lotus edulis</i> L.	Th.	Méd.	C.
	<i>Lotus ornithopodioides</i> L.	Th.	Méd.	C.
	<i>Medicago arabica</i> (L.) Huds.	Th.	Méd.	R.
	<i>Medicago laciniata</i> (L.) Mill. subsp. <i>laciniata</i>	Th.	Sub-cosm.	AC.
	<i>Medicago littoralis</i> Loisel.	Th.	Méd.	AC.
	<i>Medicago marina</i> L.	Ch.	Méd.	C.
	<i>Medicago minima</i> (L.) L.	Th.	Sub-cosm.	C.
	<i>Medicago truncatula</i> Gaertn.	Th.	Méd.	C.
	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	Th.	Méd.	AC.
	<i>Ononis euphrasiifolia</i> Desf.	Th.	AMI.	R.
<i>Ononis ornithopodioides</i> L.	Th.	Méd.	C.	
<i>Ononis reclinata</i> subsp. <i>minor</i> (Moris) Arcang.	Th.	Méd.	AC.	

	<i>Ulex parviflorus</i> subsp. <i>africanus</i> (Webb) Greuter.	Nph.	AM.	AC.
	<i>Retama raetam</i> (Forssk.) Webb <i>subsp. raeta</i>	Ph.	AfnI.	AC.
	<i>Scorpiurus muricatus</i> L.	Th.	Méd.	C.
	<i>Scorpiurus vermiculatus</i> L.	Th.	Méd.	C.
	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	Th.	Méd.	C.
	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Trifolium glomeratum</i> L.	Th.	Sub-cosm.	AC.
	<i>Trifolium squarrosum</i> L.	Th.	Méd.	C.
	<i>Trifolium stellatum</i> L.	Th.	Méd.	CC.
	<i>Medicago monspeliaca</i> (L.) Trautv.	Th.	Méd.	AC.
	<i>Tripodion tetraphyllum</i> (L.) Fourr.	Th.	Méd.	C.
	<i>Vicia lutea</i> L.	Th.	Méd.	AC.
	<i>Vicia monantha</i> Retz.	Th.	Méd.	C.
	<i>Vicia peregrina</i> L.	Th.	Méd.	R.
<b>Fagaceae Dumort.</b>	<i>Quercus coccifera</i> L.	Ph.	Méd.	C.
	<i>Quercus rotundifolia</i> Lam.	Ph.	Méd.	AC.
<b>Gentianaceae Juss.</b>	<i>Blackstonia perfoliata</i> subsp. <i>grandiflora</i> (Viv.) Maire.	Th.	Méd.	C.
	<i>Blackstonia perfoliata</i> (L.) Huds. <i>subsp. perfoliata</i> .	Th.	Méd.	R.
	<i>Centaurium erythraea</i> subsp. <i>majus</i> (Hoffmanns. & Link) M. Laínz.	Th.	Sub-cosm.	R.
	<i>Centaurium erythraea</i> subsp. <i>suffruticosum</i> (Salzm. exGriseb.) Greuter.	Th.	Sub-cosm.	C.
	<i>Centaurium pulchellum</i> (Sw.) Druce subsp. <i>pulchellum</i>	Th.	Paléo-temp.	C.
	<i>Centaurium tenuiflorum</i> (Hoffmanns. & Link) Fritsch.	Th.	Paléo-temp.	C.
<b>Geraniaceae Juss.</b>	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	Th.	Méd.	C.
	<i>Erodium malacoides</i> (L.) L'Hér.	Th.	Méd.	CC.
	<i>Geranium molle</i> L.	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Geranium purpureum</i> Vill.	Th.	Afn.	CC.
<b>Globulariaceae DC.</b>	<i>Globularia alypum</i> L.	Ch.	Méd.	CC.
<b>Lamiaceae Martinov</b>	<i>Clinopodium graveolens</i> subsp. <i>rotundifolium</i> (Pers.) Govaerts	Th.	Méd.	CC.
	<i>Ajuga iva</i> (L.) Schreb.	H.	Méd.	C.

	<i>Calamintha candidissima</i> (Munby) Benth.	H.	A.	C.
	<i>Lavandula dentata</i> L.	Ch	AMI.	C.
	<i>Lavandula multifida</i> L.	Ch.	Afn.	AC.
	<i>Lavandula stoechas</i> L.	Ch.	Méd.	C.
	<i>Marrubium vulgare</i> L.	H.	Cosmo	CC.
	<i>Micromeria inodora</i> (Desf.) Benth.	Ch.	AfnI.	CC.
	<i>Nepeta tuberosa</i> subsp. <i>reticulata</i> (Desf.) Maire.	H.	AMI.	R.
	<i>Phlomis crinita</i> subsp. <i>mauritanica</i> (Munby) Murb.	H.	AfnI.	C.
	<i>Prasium majus</i> L.	Nph.	Méd.	CC.
	<i>Pseudodictamnus hirsutus</i> subsp. <i>intermedius</i>	Ch.	AfnI.	C.
	<i>Salvia jordanii</i> J.B.Walker	Nph.	AfnI.	R.
	<i>Salvia rosmarinus</i> Spenn.	Nph.	Méd.	C.
	<i>Salvia verbenaca</i> L.	H.	Méd. Atl.	CC.
	<i>Sideritis incana</i> L. subsp. <i>incana</i> .	Ch.	Méd.	AC.
	<i>Sideritis montana</i> L.	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Stachys ocymastrum</i> (L.) Briq.	Th.	Méd.	C.
	<i>Teucrium bracteatum</i> Desf.	Ch.	AM.	AC.
	<i>Teucrium capitatum</i> L.	Ch.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Teucrium fruticans</i> L.	Ch.	Méd.	R.
	<i>Teucrium polium</i> L. subsp. <i>polium</i> .	Ch.	Méd.	CC.
	<i>Teucrium pseudochamaepitys</i> L.	Ch.	Méd.	CC.
	<i>Thymus munbyanus</i> subsp. <i>coloratus</i> (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet.	Ch.	AM.	C.
	<i>Thymus munbyanus</i> Boiss. & Reut. subsp. <i>munbyanus</i> .	Ch.	AM.	AR.
	<i>Thymus saturejoides</i> subsp. <i>commutatus</i> Batt.	Ch.	AM.	RR.
	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Ch.	Sub-cosm.	CC.
<b>Linaceae DC. ex Gray</b>	<i>Linum usitatissimum</i> L.	Ch.	Méd.	CC.
	<i>Linum suffruticosum</i> L. W.	Ch.	Méd.	AC.
	<i>Linum strictum</i> L.	Th.	Méd.	AC.
	<i>Linum munbyanum</i> Boiss. & Reut.	Th.	AM.	AR.
	<i>Linum tenue</i> Desf.	Th.	AMI.	R.
	<i>Linum trigynum</i> L.	Th.	Méd.	C.
<b>Malvaceae Juss.</b>	<i>Malope malacoides</i> L. subsp. <i>malachoides</i> .	Th.	Méd.	R.
	<i>Malva arborea</i> (L.) Webb & Berthel.	Nph.	Méd.	R.
	<i>Malva hispanica</i> L.	Th.	AMI.	AC.

<b>Moraceae Link</b>	<i>Ficus carica</i> L.	Ph.	Subspontané.	CC.
<b>Myrtaceae Juss.</b>	<i>Eucalyptus gomphocephala</i> DC.	Ph.	Introd.	C.
<b>Oleaceae Hoffmanns. &amp; Link</b>	<i>Chrysojasminum fruticans</i> (L.) Banfi.	Nph.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Olea europea</i> L.	Ph.	Méd.	CC.
	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	Ph.	Méd.	CC.
<b>Orobanchaceae Teryokhin</b>	<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	Th.	Méd.	CC.
	<i>Orobanche latisquama</i> (F. W. Schultz) Batt.	G.	AMI	AR.
	<i>Odontites purpureus</i> (Desf.) G. Don.	Ch.	AfnI.	CC.
	<i>Orobanche minor</i> Sm.	G.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Phelipanche mutelii</i> (F.W. Schultz) Pomel	G.	Méd.	CC.
	<i>Phelipanche schultzii</i> (Mutel) Pomel	G.	Sub-cosm.	AC.
<b>Oxalidaceae R. Br.</b>	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	G.	Intro.	CC.
<b>Papaveraceae Juss.</b>	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Th.	Sub-cosm.	C.
<b>Plantaginaceae Juss.</b>	<i>Plantago afra</i> L.	Th.	Méd.	CC.
	<i>Plantago albicans</i> L.	H.	Méd.	C.
	<i>Plantago amplexicaulis</i> Cav.	H.	Méd.	AR.
	<i>Plantago bellardii</i> All.	Th.	Méd.	CC.
	<i>Plantago cupanii</i> Guss.	Th.	Méd.	AR.
	<i>Plantago lagopus</i> L. subsp. <i>lagopus</i> .	H.	Méd.	CC.
	<i>Plantago lanceolata</i> L.	H.	Sub-cosm.	AC.
<b>Polygalaceae R. Br.</b>	<i>Polygala rupestris</i> Pourr..	Ch.	Méd.	AC
<b>Polygonaceae</b>	<i>Rumex bucephalophorus</i> L. subsp. <i>gallicus</i> (Steinh.) Rech. f.	Th.	Méd.	C.
	<i>Rumex thyrsoides</i> Desf.	H.	Méd.	C.
<b>Primulaceae Vent.</b>	<i>Coris monspeliensis</i> L.	Ch.	Méd.	CC.
	<i>Anagallis arvensis</i> L.	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Asterolinon linum-stellatum</i> (L.) Duby	Th.	Cosmo.	CC.
	<i>Anagallis monelli</i> L.	H.	Méd.	CC.
<b>Urticaceae Juss.</b>	<i>Urtica dioica</i> L.	H.	cosmo.	AC.
<b>Ranunculaceae Juss.</b>	<i>Clematis cirrhosa</i> L.	Phl.	Méd.	C.
	<i>Clematis flammula</i> L.	Phl.	Méd.	C.
	<i>Ranunculus paludosus</i> subsp. <i>flabellatus</i> (Desf.) Dobignard.	Th.	Méd.	C.
<b>Resedaceae DC. ex Gray</b>	<i>Reseda alba</i> L. subsp. <i>alba</i> .	Th.	Sub-cosm.	AC.
	<i>Reseda alba</i> subsp. <i>decursiva</i> (Forssk.) Maire	H.	Afn.	AC.
	<i>Reseda neglecta</i> Müll. Arg.	Th.	Sub-cosm.	AC.
	<i>Reseda luteola</i> L.	Th.	Méd.	AC.
	<i>Reseda collina</i> J. Gay	Th.	Afn.	C.

	<i>Reseda phyteuma</i> L.	Th.	Méd.	R.
<b>Rhamnaceae Juss.</b>	<i>Rhamnus alteranus</i> L.	Ph.	Méd.	CC.
	<i>Rhamnus lycioides</i> subsp. <i>oleoides</i> (L.) Jahand. & Maire	NPh.	Méd.	AC.
	<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	Nph.	Méd.	CC.
<b>Rosaceae Juss.</b>	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	Phl.	Sub-cosm.	C.
	<i>Sanguisorba minor</i> subsp. <i>balearica</i> (Nyman) Muñoz Garm. & C. Navarro.	H.	Cosmo.	AC.
	<i>Sanguisorba vestita</i> (Pomel) Nordborg	H.	Cosmo.	RR.
<b>Rubiaceae Juss.</b>	<i>Asperula hirsuta</i> Desf.	Th.	Méd.	CC.
	<i>Crucianella angustifolia</i> L.	Th.	Sub-cosm.	AC.
	<i>Galium aparine</i> L.	Th.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Galium murale</i> (L.) All.	Th.	Méd.	CC.
	<i>Galium parisiense</i> L.	Th.	Sub-cosm.	C.
	<i>Galium verrucosum</i> Huds.	Th.	Méd.	CC.
	<i>Rubia peregrina</i> L.	Ch.	Sub-cosm.	CC.
	<i>Sherardia arvensis</i> L.	Th.	Sub-cosm..	CC.
<b>Rutaceae Juss.</b>	<i>Ruta chalepensis</i> L.	Ch.	Méd.	C.
	<i>Ruta montana</i> (L.) L.	Ch.	Méd.	C.
<b>Santalaceae R. Br.</b>	<i>Osyris alba</i> L.	Nph.	Méd.	AC.
	<i>Osyris lanceolata</i> Hochst. & Steud.	NPh.	AMI	AC.
	<i>Thesium humile</i> Vahl.	Th.	Méd.	AC.
<b>Saxifragaceae Juss.</b>	<i>Saxifraga globulifera</i> Desf.	Ch.	AMI.	AC.
<b>Scrophulariaceae Juss.</b>	<i>Linaria bordiana</i> Santa & Simonn.	Th.	AM.	AR.
	<i>Misopates oranense</i> (Faure) D. A. Sutton.	Th.	Afn.	AR.
	<i>Verbascum sinuatum</i> L.	H.	Sub-cosm.	CC.
<b>Solanaceae Juss.</b>	<i>Withania frutescens</i> (L.) Pauquy.	Nph.	AMI.	CC.
<b>Thymelaeaceae Juss.</b>	<i>Daphne gnidium</i> L.	Nph.	Méd.	C.
<b>Valerianaceae Batsch</b>	<i>Centranthus calcitrapae</i> (L.) Dufr.	H.	Méd.	CC.
	<i>Fedia cornucopiae</i> (L.) Gaertn.	Th.	AMI.	CC.
	<i>Valerianella coronata</i> (L.) DC.	Th.	Méd.	C.
<b>Violaceae Batsch</b>	<i>Viola arborescens</i> L.	Ch.	Méd.	C.
<b>Zygophyllaceae R. Br.</b>	<i>Fagonia cretica</i> L.		Méd.	C

Annexe 3 : tableau des Abréviations utilisées dans l'ACP.

RELEVÉ	Abréviation
Altitude	Alt
Pente	Pente
Substrat	Sub
Exposition	Exp
Pâturage	Pât
Incendie	Inc
recouvrement de la litière %	RL
l'affleurement pierreux %	AP
affleurement rocheux %	AR
profondeur du sol	PS
recouvrement Global %	R G %
Recouvrement de la Strate Arboré %	RSA %
Recouvrement de la Strate Arbustive %	RSAr %
recouvrement de la Strate Buissonnante %	RSB %
recouvrement de la Strate herbacée %	RSH %
Phanérophytes	Pha
Nanophanérophytes	Nph
Chaméphytes	Cha
Hémicryptophytes	H
Géophytes	G
Thérophytes	Th
Phanérophytes lianes	Phl.
nombre total d'espèces	Nbre esp
les endémiques (AM-MI ...)	End
espèce rare (nombre)	esp R
diamètre moyen	D M
circonférence moyenne	C M
hauteur moyenne	H M
densité de la placette par sujet à ha	Dns

Annexe 4 : Attribution des codes numériques aux expositions ; N : Nord, E : Est, S : Sud, O : Ouest.

exposition	N	E	S	O	N NE	NE	E NE	E SE	SE	S SE	O SO	SO	S SO	O NO	NO	N NO	plat
code	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Annexe 5 : Codification des intensités de pâturage

Pâturage	Nulle	Faible	moyen	Fort
code	1	2	3	4

Annexe 5 : Codification de la profondeur du sol.

profondeur de sol	superficiel	peu profond	moyennement profond	profond
Profondeur en cm	≤ 20	20 à 40	40 à 60	≥ 60
code	1	2	3	4

Annexe 6 : Codification d'intensité d'incendie.

incendie	inexistant	faible	moyen	forte	très forte
code	1	2	3	4	5

Annexes 7 : Codification de la pente.

pente	null	faible	moyenne	forte	très forte
code	1	2	3	4	5

Annexe 8 : Abréviations

% : Pourcentage.

DGF : Direction générale des forêts

ANAT : Agence Nationale D'Aménagement de Territoire

B.N.E.D.R : Bureau National d'Etude et de Développement Rural

ONM : Office national de la météorologie

ha : Hectare

Km : Kilomètre

cm : Centimètre

°C : Degré Celsius

mm : Millimètre

N : Nord / O : Ouest / E : Est / S : Sud