



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
DEMOCRATIC AND POPULAR
REPUBLIC OF ALGERIA
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND
SCIENTIFIC RESEARCH

جامعة زيان عاشور الجلفة
ZIANE ACHOUR UNIVERSITY OF DJELFA
كلية علوم الطبيعة والحياة
FACULTY OF NATURE AND LIFE SCIENCES
قسم العلوم الفلاحية والبيطرية
DEPARTMENT OF AGRONOMICAL AND VETERINARY SCIENCES

THESIS
SUBMITTED IN FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE
DOCTORATE DEGREE IN AGRONOMICAL SCIENCES

OPTION: FOREST ECOLOGY

By: ZEHRAOUI Rabia

Theme

**BIODIVERSITY AND PHYTOECOLOGICAL DIAGNOSIS
OF GREEN DAM AREAS FOR REHABILITATION
PROPOSALS (REGION OF DJELFA)**

Jury members:

M ^{me} Belhadj Safia	Professor (Djelfa Univ)	President
M ^{me} Kadik Leila	Professor (USTHB)	Supervisor
Mr. Ouinten Mohamed	Professor (Lagouat Univ)	Examiner
Mr. Dahia Mostefa	Professor (Djelfa Univ)	Examiner
M ^{me} Brague Bouragba Nadia	research director (INRF)	Examiner
M ^{me} Senni Rachida	M.C.A (Djelfa Univ)	Examiner

Defended on : 09/03/2023



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE
DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة زيان عاشور الجلفة
UNIVERSITE ZIANE ACHOUR -DJELFA-
كلية علوم الطبيعة والحياة
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
قسم العلوم الفلاحية والبيطرية
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES ET VETERINAIRES

THESE
EN VUE DE L'OBTENTION DU
DIPLOME DE
DOCTORAT DE TROISIEME CYLE (D-LMD) EN SCIENCES
AGRONOMIQUES

OPTION : ECOLOGIE FORESTIERE

Par : ZEHRAOUI Rabia

Thème

**BIODIVERSITE ET DIAGNOSTIC PHYTOECOLOGIQUE
DE STATIONS DU BARRAGE VERT EN VUE DE
PROPOSITIONS DE REHABILITATION (REGION DE
DJELFA)**

Devant un jury composé de :

M ^{me} Belhadj Safia	Professeure (Univ. Djelfa)	Présidente
M ^{me} Kadik Leila	Professeure (USTHB)	Directrice de Thèse
Mr. Ouinten Mohamed	Professeur (Univ. Lagouat)	Examinateur
Mr. Dahia Mostefa	Professeur (Univ. Djelfa)	Examinateur
M ^{me} Brague Bouragba Nadia	Directrice de Recherches (INRF)	Examinatrice
M ^{me} Senni Rachida	MCA (Univ. Djelfa)	Examinatrice

Soutenu le : 09/03/2023

Remerciements

Cette thèse est l'aboutissement d'un travail de plusieurs années, qui clôture un processus de maturité scientifique. Ce chemin qui n'a pas été toujours de tout repos, a connu de nombreux rebondissements, de magnifiques rencontres, des moments de joie, un apprentissage continu, des périodes de doutes ainsi que des blocages et remises en question. Pour cela je tiens à adresser mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à ce travail.

Je tiens à remercier tout d'abord, professeure BELHADJ SAFIA, directrice d'option de notre doctorat et présidente du jury, pour sa confiance, son encouragement ainsi que sa rigueur scientifique. Une source d'inspiration et un modèle à suivre. Je suis fière d'être votre étudiante.

J'exprime toute ma gratitude et mes remerciements à professeure KADIK LEILA pour son encadrement, son encouragement, ses conseils, ses critiques constructives, ses corrections ainsi que ses qualités scientifiques et humaines qui m'ont aidée à réaliser ce travail. Je suis honorée d'être encadrée par vous et j'espère ne pas vous décevoir.

Je suis également reconnaissante à :

- Monsieur OUINTEN Mohamed, Professeur à l'université de Laghouat, d'avoir accepté de juger ce travail ;
- Monsieur DAHIA Mostefa Professeur à l'université de Djelfa, d'avoir accepté de juger ce travail ;
- Madame BRAGUE BOURAGBA Nadia directrice de recherches à l'INRF, d'avoir accepté de juger ce travail ;
- Madame SENNI Rachida Maître de conférences A à l'université de Djelfa, d'avoir accepté de juger ce travail.

Mes remerciements vont également à la conservation des forêts de Djelfa qui m'a aidée lors de mes sorties sur le terrain ainsi que pour toute l'équipe de l'INRF pour leur accueil. Reconnaissance et remerciement pour tout le personnel administratif et pédagogique de l'université de Djelfa ainsi qu'aux responsables et techniciens de laboratoire de notre faculté.

Je tiens également à remercier mes amis et collègues : Houma Imen , Hafsi Zakaria , Ait ouameur yassmin , Kamilia Bachir , Rima Koucherane , Louiza Aci , Louzabi Sihem , Zahra Bouabdeli pour leurs encouragements, leur soutien et leur aide tout au long de ce travail .

Je voudrais remercier également toute ma famille, particulièrement ma maman, qui m'a soutenue et cru en moi durant ces années et cela malgré les difficultés et les aléas de la vie. Ainsi que B. Larbi pour son encouragement. Pour terminer ma reconnaissance va à toutes les personnes qui ont contribué à réaliser cette thèse.

Dédicaces

Je ne peux dédier ce travail, qu'à ceux qui m'ont donné la vie, qui se sont sacrifiés pour moi, à qui je dois tout, qui ont fait de moi tout ce que je suis aujourd'hui, à savoir mes deux merveilleux parents ; à ma merveilleuse mère que Dieu la garde pour moi Bensaad keltoum et à mon défunt papa Zehraoui Djilali ; paix a ton âme (j'espère que tu es fier de moi)

RESUME

L'Algérie, fait face ces dernières années à une dégradation de ses écosystèmes en raison du phénomène de désertification accentué par l'action anthropozoïque. Conscientes de cette situation alarmante, les autorités algériennes ont entamé un programme de reboisement d'envergure nationale dès 1972. L'un des premiers reboisements, fut celui de la station pilote de Moudjebara (Djelfa) ; le concept a été étendu à toute la steppe et nommé « Barrage vert ». C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude de la biodiversité de différentes stations du Barrage vert de la région de Djelfa ainsi qu'un diagnostic phytoécologique et dendrométrique, dans le but de dresser un état des lieux de ces écosystèmes préforestiers et d'en déduire l'incidence sur la biodiversité floristique originelle. Cette étude a permis de recenser 22 familles et plus de 106 espèces botaniques. Les familles les plus représentées sont les Asteraceae, les Poaceae et les Fabaceae. L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et la classification ascendante hiérarchique (CAH) ont permis d'identifier quatre groupements de végétaux. La physionomie de la végétation ainsi que la densité des plantations nous ont permis d'interpréter les axes de l'AFC. L'étude des caractéristiques dendrométriques et l'appréciation de l'état phytosanitaire des plantations indiquent que nous sommes devant des peuplements monospécifiques dégradés à pin d'Alep, avec une densité de plantation particulièrement élevée. L'analyse des caractéristiques édaphiques a mis en évidence des sols peu profonds squelettiques, avec un pH neutre à basique, à texture limoneuse, limono-argileuse. Malgré des résultats dendrométriques peu satisfaisants, on constate le retour d'espèces steppiques propres à la région. A l'issue de ce travail nous recommandons aux gestionnaires d'opter pour la diversification des essences et l'introduction d'espèces steppiques utiles, fourragères ou à intérêt médicinal.

Mots clés : Reboisement- barrage vert-Djelfa-désertification- phytoécologie – biodiversité floristique-dendrométrie.

ABSTRACT

Marginal areas bordering deserts under arid climate are subjected to desertification through a biomass reduction. Among measures to overcome desertification, reforestation campaigns across the country have been adopted in Algeria since 1972. The most famous reforestation project was named "the green dam". Djelfa is one of the most important areas of the Algerian Green Dam. This study intends to show the impact of the "green dam" reforestations on floristic biodiversity. For this work we conducted studies on: biodiversity and floristic inventory; phytoecology and dendroecology. We identified 22 botanical families and more than 106 species. (CFA) and (HAC) allowed us to identify 04 groups. Phytoecology, dendrology, and defoliation studies enable us to describe the state of these reforested areas and to evaluate their Impact on the floristic biodiversity. Dendrological results are unsatisfactory in these reforested areas. We noticed the comeback of original steppic biodiversity. Finally, we recommend introducing suitable forage or medicinal species into reforested areas.

Keywords: Reforestation- green dam – Djelfa – Desertification-phytoecology- Floristic biodiversity- dendroecology

ملخص

تواجه الجزائر في السنوات الأخيرة تدهورًا في أنظمتها البيئية بسبب ظاهرة التصحر مما أدى إلى تقلص المساحات الخضراء مع مرور الزمن. بعد إدراك السلطات الجزائرية لهذا الوضع المتدني و الخطير لأنظمتها البيئية، فقد أنجزت برنامجًا وطنيًا للتشجير و ذلك منذ عام 1972 في إطار برنامج السد الأخضر. تعتبر منطقة الجلفة من أهم مناطق السد الأخضر الجزائري . في هذا السياق ، تعد هذه الأطروحة كدراسة للتنوع البيولوجي في محطات مختلفة من السد الأخضر بمنطقة الجلفة. يمثل هذا العمل بذلك تشخيصًا لهذا النظام البيئي من خلال دراسة التنوع البيولوجي النباتي ومختلف القياسات الخاصة بالأشجار في مختلف المحطات و ذلك لاستنتاج تأثير التشجير على التنوع البيولوجي الأصلي للمنطقة . أظهرت هذه الدراسة وجود 22 عائلة نباتية و 106 صنف نباتي . كما بينت الدراسة الإحصائية AFC و CAH وجود 4 مجموعات نباتية تختلف فيما بينها من حيث التنوع البيولوجي , مقاسات و حالة الأشجار . بالرغم من الحالة السيئة للأشجار المغروسة في محطات السد الأخضر إلا أننا نلاحظ وجود تنوع بيولوجي لا بأس به خاصة مع عودة الأنواع النباتية الرعوية الاستبسية المميزة للمناطق السهبية . يمكننا أن نخرج بمجموعة من الاقتراحات لإعادة تأهيل السد الأخضر الجزائري مثل إدخال أنواع رعوية و غابية أكثر تلاؤمًا مع الطبيعة السهبية للمنطقة لاستعمالات العلفية أو الطبية.

الكلمات المفتاحية

التشجير – السد الأخضر-الجلفة-تصحر- دراسة بيئة النبات- التنوع البيولوجي النباتي-دراسة قياسات الأشجار

LISTE DES FIGURES

Chapitre 1

- Fig.1** Bilan des prévisions / réalisations des plans de développement (1967-1977) 6
D'après les données de LETREUCH (1991) (Modifié ,2020).
- Fig.2** Bilan des prévisions /réalisations des plans de développement (1984-1999). 7
D'après les données de LETREUCH (1991) (Modifié, 2020).
- Fig.3** Bilan des prévisions et des réalisations : totale et par région. D'après le rapport 10
de l'ANF (1991) (Modifié, 2020).
- Fig.4** Bilan des pourcentages de réalisation et de réussite totale et par région. D'après 10
le rapport de l'ANF (1991) (Modifié, 2020).
- Fig.5** Evolution du pourcentage d'utilisation du Pin d'Alep dans les reboisements du 12
Barrage vert. Etabli d'après les travaux de BENSALID (1995) (Modifié, 2020).
- Fig.6** Situation géographique du Barrage vert (OLDACHE, 2002). 13
- Fig.7** Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (BENTOUATI, 2006). 16

Chapitre 2

- Fig.8** Situations géographique de la région de Djelfa (carte-algerie.com / 25
Modifié, 2020).
- Fig.9** Carte de la situation géographique des stations d'étude. 26
- Fig.10** Situation géographique de la station de Moudjbara (Google Earth 27
Modifiée, 2022).
- Fig.11** Reboisements de Moudjebara (Original, 2013). 27
- Fig.12** Situation géographique de la station d'Ain Maabed (Google Earth 28
Modifiée, 2022).
- Fig.13** Reboisements de la bande routière de Ain Maabed (Original, 2013). 28
- Fig.14** Patrimoine forestier de la région de Djelfa. D'après la conservation des forêts 30
Djelfa (2013) (Modifié, 2020).
- Fig.15** Différentes classes des pentes dans la région de Djelfa. Selon 31
PNUE/PAM/PAP (2000), MOLLENHAUER (1980) in (KOUSSA& BOUZIANE,
2018)
- Fig.16** Carte topographique de la région de Djelfa (topographic-map.com / Modifiée, 32
2020).
- Fig.17** Géologie de la zone d'étude à partir de la Représentation des unités géologiques 34
des monts des Ouled Nails (partie centrale de l'Atlas saharien ; extrait de la carte

géologique de l'Algérie au 1/500.000, 2^{ème} édition BETIER *et al*, 1951)

Fig.18 Réseau hydrographique de la région de Djelfa. D'après DHW Djelfa (2012) *in* 37
KHERFANE (2014).

Fig.19 La carte de l'ensemble géomorphologique de Djelfa en fonction de la lithologie 38
du terrain. D'après POUGET (1980) *in* KOUSSA& BOUZIANE (2018).

Fig.20 Evolution de la pluviométrie dans la région de Djelfa depuis 1972 40

Fig.21 Variation des précipitations moyennes mensuelles en mm (1972-2014) 40

Fig.22 Les régimes saisonniers (précipitation en mm) durant la période (1972-2014) 41

Fig.23 Moyennes des températures annuelles (1972 -2014) 42

Fig.24 Variation des températures moyennes (1972-2014) 43

Fig.25 Evolution des températures moyennes depuis 1972 dans la région de Djelfa. 44

Fig.26 Diagramme ombrothermique des stations étudiées. 45

Fig.27 Projection des stations étudiées dans le climagramme d'Emberger (1972-2014) 46

Chapitre 3

Fig.28 Schéma synthétique de la méthodologie. 50

Fig.29 Schéma synthétique des variables écologiques enregistrées. 51

Fig.30 Coefficients d'abondance-dominance. Etabli selon la méthode BRAUN 52
BLANQUET (1952).

Fig.31 Classification des types biologiques. Selon RAUNKIAER (1904). 53

Fig.32 Echelle Dominance –recouvrement. Etabli selon l'échelle TOMASELLI. 54

Fig.33 Méthode de la croix de bûcheron (Original, 2020). 57

Fig.34 Méthode de mesure de la circonférence (Original, 2020). 57

Fig.35 Mesures de la Circonférence des arbres en situations particulières (RONDEUX, 58
1999).

Fig.36 Les Facteurs de dépérissement des arbres forestiers. D'après les travaux ZINE 59
El-ABIDINE (2003) (Modifié, 2020).

Fig.37 Méthode d'évaluation du taux de défoliation (Original, 2020). 60

Fig.38 Atteintes du tronc observées sur le terrain (Original, 2013). 61

Fig.39 Triangle des textures minérales (GOBAT & *al.*, 2003). 62

Chapitre 4

Fig.40 Proportions des familles représentées dans les relevés. 63

Fig.41 Répartition des relevés sur les plans factoriels relatifs aux axes 1-2 de l'AFC. 65

Fig.42 Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) des relevés étudiés. 66

Fig.43 Spectres biologiques brut et réel (globaux).	75
Fig.44 Spectres biologiques bruts par groupement (identifiés par l'AFC).	77
Fig.45 Spectres biologiques réels des groupements (identifiés par l'AFC).	78
Fig.46 Spectre biogéographique global.	80
Fig.47 Spectres biogéographiques par groupement.	81
Fig.48 Description générale des reboisements du barrage vert de la région de Djelfa.	85
Fig.49 Schéma récapitulatif des résultats obtenues pour les différents groupements identifiées (Original, 2020).	89
Fig.50 Modèle simplifié de propositions de réhabilitation (Original, 2020).	97

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre 1

Tableau.1 Activités sylvicole constituant les étapes de reboisement. D'après les travaux de DANCAUSE (2004)	4
Tableau.2 Actions de mise en valeur forestière d'après le rapport du SEFNOR (1979)	9
Tableau.3 Bilan de Réalisation de reboisement dans le Cadre de l'Opération Consolidation et Extension du Barrage vert (Conservation des forêts de Djelfa, 2012).	21
Tableau.4 Travaux de reboisements réalisés dans la région de Djelfa (1962- 2014) (DEROUCHE, 2015).	21
Tableau.5 Bilan des réalisations : période 1974-2011(Conservation des forêts de Djelfa, 2012)	22

Chapitre 2

Tableau.6 Patrimoine forestier de la région de Djelfa. D'après DEROUCHE. (2015).	29
Tableau.7 Les massifs de forêts naturels de la région de Djelfa (DEROUCHE, 2015).	29
Tableau.8 Répartition des surfaces en fonction des classes de pente (KOUSSA & BOUZIANE, 2018).	32
Tableau.9 Les principales subdivisions phytogéographiques de la zone d'étude d'après la classification de BARRY & CELLES (1974).	36
Tableau.10 Quotient pluviothermique et étage bioclimatique des stations étudiées durant la période (1972-2014).	46
Tableau.11 Valeurs de l'indice de sécheresse estivale d'Emberger-Giacobbe pour la zone d'étude (1972-2014).	47
Tableau.12 Valeurs de l'indice d'aridité des stations étudiées pour la période (1972-2015).	47
Tableau.13 Valeurs moyenne mensuelles et annuelles des gelées. ONM Djelfa (1972 - 2014).	48

Chapitre 4

Tableau.14 Liste des espèces végétales recensées.	64
Tableau.15 Valeurs propres et taux d'inertie pour les axes 1 et 2 de l'AFC.	65
Tableau 16 Description des relevés du groupement 1 (G1).	67
Tableau.17 Espèces présentes dans le groupement 1 (G1).	68
Tableau.18 Description des relevés du groupement 2 (G2).	69
Tableau.19 Espèces présentes dans le groupement 2 (G2).	69

Tableau.20 Description des relevés du groupement 3 (G3).	70
Tableau.21 Espèces présentes dans le groupement 3 (G3).	71
Tableau.22 Description des relevés du groupement 4 (G4).	72
Tableau.23 Espèces présentes dans le groupement 4 (G4).	72
Tableau.24 Espèces présentes dans les relevés 7-8.	73
Tableau.25 Espèces présentes dans le relevé 48.	74
Tableau.26 Résultats des différents indices de biodiversité.	82
Tableau.27 Caractéristiques dendrométriques et défoliation des groupements étudiés.	84
Tableau.28 Matrice de corrélation de Pearson ($p < 0,05$) pour l'ensemble des variables dendrométriques.	85
Tableau.29 Caractéristiques physicochimiques des sols des différents groupements.	86
Tableau.30 Caractéristiques granulométriques des sols des différents groupements.	86

LISTE DES ABREVIATIONS

- ANF** : Agence Nationale des Forêts
- ANPN** : Agence Nationale de la Protection de la Nature
- BNEF** : Bureau national des études forestières
- Cosm** : Cosmopolite
- DGF** : Direction générale des forêts
- DHW** : Direction de l'hydraulique et des Ressources en Eau de wilaya
- DPAT** : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire
- End** : endémique
- End-NA** : Endémique nord Afrique
- Eur** : Européen
- FAO** : Food and Agriculture Organisation
- GTF** : Groupements des Travaux Forestiers
- HCDS** : Haut Commissariat de développement de la steppe
- Ibro-Maur** : Ibéro-Mauritanien
- IDM** : Indice d'aridité de « De Martonne »
- INRF** : Institut nationale de recherches forestières
- Med** : Méditerranéen
- ONM** : Office national de météorologie
- ONTF** : Office national des travaux forestiers
- Sah** : Saharien
- SEFOR** : Secrétariat d'état aux forêts et au reboisement
- Sind** : indien

SOMMAIRE

Introduction	1
Chapitre 1 : Synthèse bibliographique	
I. Le reboisement	3
1. Généralités sur le reboisement	3
2. Etapes d'un reboisement	3
3. Modalités de reboisement	4
4. Historique du reboisement en Algérie	4
II. Le Barrage vert	8
1. Présentation et historique du Barrage vert	8
2. Délimitation du Barrage vert	12
3. Biotope et Phytocénose	13
3.1 Biotope	13
3.2 Phytocénose	14
3.2.1 Des formations forestières	14
3.2.2 Des formations steppiques	14
3.3 Gestion des reboisements du Barrage vert	15
3.3.1 Choix de l'essence	15
3.3.2 Origine des graines	16
3.3.3 Elevage des plans en pépinières	17
3.3.4 Transport des plans	17
3.3.5 Préparation du terrain	18
3.3.6 Ouverture des protêts	18
3.3.7 Plantation	18
III. Cas de la région de Djelfa	20
IV. Projets de réhabilitation en cours	23
Chapitre 2 : Cadre physique	
I. Etude du milieu	25
1. Situation administrative et géographique de étudiée	25
2. Présentation de la zone d'étude	26
3. La végétation	28
3.1 Les forêts naturelles	29
3.2 Les reboisements	30
4. Le relief	31
4.1 Zone de plaine du nord	33
4.2 Zone de dépressions des chotts	33
4.3 Zone de la dépression d'Ouled Nail	33
4.4 Zone Du plateau prédésertique	33
5. Géologie	33
5.1 Le crétacé	35
5.1.1 Le crétacé inférieur	35
5.1.2 Le crétacé moyen ou Lagunaire	35

5.1.3 Le crétacé supérieur	35
5.2 Le Néocène	35
5.3 Le Quaternaire	35
6. Situation biogéographique	36
7. Hydrogéologie et hydrologie	37
8. Pédologie	38
II. Synthèse climatique	39
1. Les précipitations	39
2. La température	41
3. Synthèse climatique	44
3.1 Diagramme ombrothermique	44
3.2 Climagramme d'Emberger	45
3.3 Indice de sécheresse estivale	46
3.4 Indice d'aridité	47
3.5 Le vent	47
3.6 Les gelées	48

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

I. Echantillonnage	49
II. Etapes expérimentales	51
1. Relevé phytoécologique	51
1.1 Relevé écologique	51
1.2 Inventaire floristique	52
1.3 Biologie et biogéographie	53
1.3.1 Biologie	53
1.3.1.1 Spectre biologique brut	54
1.3.1.2 Spectre biologique réel	54
1.3.2 Biogéographie	55
2. Biodiversité	55
2.1 Richesse spécifique	55
2.2 Indice de Shannon	55
2.3 Indice d'Equitabilité	56
2.4 Indice de perturbation	56
3. Relevé dendrométrique	56
3.1 Hauteur des arbres	56
3.2 Circonférence des arbres	57
3.3 Densité du peuplement	59
3.4 Dépérissement et état phytosanitaire	59
3.4.1 Défoliation	60
3.4.2 Examen du tronc	60
4. Relevé pédologique	61
5. Analyses des données	62

Chapitre 4 : Résultats et discussion

I. Résultats et discussion	63
-----------------------------------	-----------

1. Diversité et abondance spécifique	63
2. Analyse factorielle de correspondance (AFC) et Classification hiérarchique ascendante (CHA)	65
2.1 Description des groupements identifiés	66
2.2 Interprétation des axes	74
3. Diversité biologique	75
3.1 Spectres biologiques globaux	75
3.2 Spectres biologique par groupement	77
4. Diversité biogéographique	80
5. Indices de biodiversité	81
6. Dendrométrie et état phytosanitaire	83
7. Caractéristiques édaphiques	86
8. Récapitulatif	87
9. Discussion	90
II. Propositions de réhabilitation	93
1. Facteur d'échec des reboisements du Barrage vert	93
2. Propositions de réhabilitation	94
Conclusion et perspectives	98
Références bibliographiques	
Annexes	

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Selon **REQUIER-DESJARDINS & al. (2009)**, la désertification qui menace de plus en plus la sécurité environnementale mondiale ne fait pas littéralement référence à l'avancée des déserts, le phénomène est plutôt lié à l'action anthropique et à la variabilité climatique mais aussi aux modifications de la biodiversité, des écosystèmes arides et semi-arides.

C'est en **1927** que **LAVAUDEN** a donné pour la première fois un sens scientifique au phénomène de désertification, pour décrire une dégradation du couvert végétal. En **1949**, **AUBREVILLE** utilise le terme "désertification" pour signifier la dynamique de transformation du couvert végétal. Quant à **LE HOUEROU (1980)**, il l'a défini comme l'ensemble d'actions qui induisent à long terme la réduction de la flore, contribuant ainsi à l'accroissement des zones désertiques dans des paysages qui n'en montraient pas les caractéristiques.

Pour **DREGNE (1984)**, en Algérie, au Maroc et en Tunisie, le pourcentage des territoires concernés par la désertification a été estimé à près de 80% de l'ensemble des terres au début des années 80. Selon **KHALDI (2014)**, en Algérie hormis les zones sahariennes, le phénomène d'ensablement touche surtout les hautes plaines ; plus de 600.000 ha de terres en zones steppiques ont évolué en paysages désertiques sans espoirs de remontées biologiques. La steppe algérienne est sujette à une exploitation anthropozoïque, où la désertification y gagne du terrain.

Selon **LETREUCH (1991)**, après l'indépendance, le pays a hérité de paysages dans un état de dégradation avancée. La guerre de libération a amplifié de façon considérable la destruction des écosystèmes déjà menacés par une désertification imminente. Ainsi à des causes naturelles de dégradation se sont rajoutées au cours du temps, des causes anthropiques diverses.

Face à cette problématique, les politiques de lutte contre la désertification ont été nombreuses et diversifiées (**DGF, 2004**). C'est dans ce contexte que l'Algérie a entrepris dès son indépendance plusieurs projets de reboisements, dont le projet du « Barrage vert », afin de contrecarrer l'avancée du désert. Il consistait en un boisement artificiel situé en zone aride et semi-aride, allant de frontière Algéro-marocaine jusqu'à la frontière Algéro-tunisienne.

Ce projet national très ambitieux fut inspiré par le reboisement chinois décrit par **BALAI (1994) in OLDACHE (2021)**, entamé au début des années 60 pendant la révolution

culturelle. Ce projet de reboisement avait pour but de lutter contre l'avancée du désert de Takla-Makan (Chine). A l'époque, les préoccupations mondiales n'étaient pas aussi sensibles qu'elles le sont aujourd'hui aux problèmes écologiques ; c'est dire à quel point notre pays était en avant-garde sur des questions aussi importantes que la désertification et le changement climatique, des sujets qui sont d'actualité de nos jours.

Le « Barrage vert » a été longtemps délaissé en raison des conditions politiques et économiques du pays surtout durant la décennie noire. Cependant, ces dernières années le projet suscite l'intérêt des préoccupations nationales.

Peu de travaux approfondis sur le bilan des plantations ont été menés depuis la mise en place du « Barrage vert », hormis de rares études comme celles de : **GRIM (1973)**, **LETREUCH (1991)**, **BALAI (1994)**, **BENSAID (1995)**, **OLDACHE (2002, 2021)**, **BENSOUIAH (2004)**, **KHAOUANI (2019)**. Il apparaît donc nécessaire d'enrichir les travaux s'y rapportant.

Dans le présent travail nous nous sommes focalisé sur une zone d'étude relativement restreinte à savoir : les reboisements du « Barrage vert » de la région de Djelfa ; un choix motivé principalement par la symbolique de la région dans l'histoire du Barrage vert (prémises du chantier).

La présente étude aura pour objectif de répondre à plusieurs questions :

- Quel est l'impact de ces reboisements sur l'écosystème local et particulièrement sur la flore originelle ?
- Quel est le bilan critique des reboisements étudiés ?
- Comment peut-on réhabiliter les reboisements étudiés ?
- Enfin, peut-on peut on considérer que « Barrage vert » dans la région étudiée comme une réussite ou bien un échec ?

Cette thèse est composée de quatre chapitres :

- ❖ **Chapitre 1** : une synthèse bibliographique sur le Barrage vert.
- ❖ **Chapitre 2** : Le cadre physique de l'étude.
- ❖ **Chapitre 3** : La méthodologie nécessaire à ce travail.
- ❖ **Chapitre 4** : Les résultats obtenus ainsi que leurs discussions.

CHAPITRE 1 :
Synthèse bibliographique

I. LE REBOISEMENT

1. Généralités sur le reboisement

D'après plusieurs auteurs dont **KADIK B (1982)**, le reboisement consiste à créer ou à reconstituer des peuplements forestiers à partir d'espèces adaptées au climat et au sol. Les plants sont issus de graines, de fragments de tiges ou de racines cultivées en pépinière ou plantés sur place selon des techniques appropriées. Par conséquent, les plantations doivent répondre aux objectifs des reboiseurs, que ce soit pour la production de bois ou pour la protection des sols, de la flore, de la faune et/ou la création d'espaces récréatifs. Le but du reboisement est de planter des parcelles nues ou dégradées avec une végétation à croissance rapide qui peut s'adapter au climat et aux conditions du sol.

Plusieurs auteurs se sont intéressés aux facteurs qui contribuent à l'échec d'un reboisement. **DEL CAMPO & al. (2007)**, ont défini les facteurs contextuels : climat, météorologie et sol, pour expliquer la variabilité de la survie des semis. Selon **DAGET (1977)**, le climat méditerranéen est caractérisé par une répartition inégale des précipitations et des périodes plus ou moins sèches en été, qui sont les principaux facteurs limitants pour un reboisement. D'après les constatations de **RATHGEBER (2002)**, en climat méditerranéen, la croissance est principalement impactée par le bilan hydrique. Les travaux de **MAESTRE & CORTINA (2004)**, montrent que les propriétés du sol ont une forte influence sur les techniques de plantation utilisées.

Pour **CHERAK (2010)**, en Algérie, la qualité des plants ainsi que le manque d'information sur l'origine et à l'insuffisance des recherches sur les sites d'introduction, sont les principales causes d'échecs constatés au niveau des reboisements. A cela s'ajoute le manque d'entretien des plants pendant les premières années d'installation. Tous ces facteurs, souvent combinés à des conditions climatiques difficiles, entraînent dans la plupart des cas le dépérissement des jeunes plants.

Dans ce travail nous allons tenter de déterminer les facteurs d'échec de reboisements du « Barrage vert » de Moudjebara et d'Ain Maabed dans la région de Djelfa.

2. Etapes d'un reboisement

Selon **DANCAUSE (2008)**, le reboisement est une technique de régénération végétale qui passe par plusieurs étapes (**Tableau 1**) comparable à une chaîne. La réussite d'un reboisement dépend de plusieurs activités sylvicoles. Il est à souligner que négliger une de ces étapes, peut occasionner un échec de la plantation.

Tableau 1. Activités sylvicoles constituant les étapes de reboisement. D'après les travaux de DANCAUSE (2008) :

ETAPES
La production (semences, boutures, plants)
La planification
La préparation du terrain
Le transport des plants
L'entretien des plants
La mise en terre des plants
Le suivi et l'entretien (dégagement et éclaircie)

3. Modalités de reboisement

Selon LETREUCH (1991), on peut reconnaître trois modalités de reboisement :

- Le reboisement industriel, qui est destiné à alimenter en matières premières l'industrie du papier et vise à une exploitation à courte évolution (10-15-20 ans), d'essence à croissance rapide, telles que l'Eucalyptus et certains pins ;
- Le reboisement de protection (reboisement mixte), dont le rôle de protection n'est pas exclusif, on lui reconnaît aussi un rôle de production plus ou moins important, selon les circonstances ;
- Le reboisement de protection pure ; ici l'accent est mis sur le rôle protecteur que les arbres exercent sur les éléments essentiels de l'environnement : climat, sol. On vise soit à améliorer les climats locaux soit à protéger les sols de l'érosion.

Dans notre cas, les reboisements qui nous intéressent le plus, sont les reboisements de protection.

4. Historique du Reboisement en Algérie

D'après BOUAICHI (2017), les zones arides de l'Atlas saharien de l'Algérie sont touchées par un phénomène de désertification, qui se traduit par des paysages de plus en plus désertiques ainsi qu'une réduction souvent irréversible du couvert végétal. En parallèle le nomadisme et le surpâturage induisent et accentuent le phénomène de défrichement des parcours. D'après le même auteur, sur un plan socioéconomique, l'impact de la désertification se manifeste à travers la précarité de l'élevage ovin due à la réduction des disponibilités

fourragères ; le phénomène est une résultante de la stérilisation des terres et de parcours par l'ensablement.

En 1831, l'Algérie comptait 5 millions d'hectares de forêts ; cent-vingt ans plus tard, 25% de ces peuplements avaient disparu (**LETREUCH, 1991**). La superficie totale de la forêt algérienne était estimée à 3 millions d'ha en 1916. En 1955, on comptait 3.289.000 d'ha, avant l'indépendance elle était estimée à 2.500.000 ha dont 1,8 million dégradés. (**MADOUI, 2003**).

Selon **LETREUCH (1991)**, les premières tentatives de restauration forestières entreprises en Algérie entre 1850 et 1910 furent peu scientifiques. Après cette période le reboisement se poursuivit mais la sylviculture algérienne de l'époque manquait de connaissances, surtout en ce qui concerne l'acclimatation des essences exotiques, étant donné que les renseignements météorologiques faisaient souvent défaut à l'échelle locale. L'auteur continue en affirmant que jusqu'en 1930 l'enseignement tiré du reboisement était relativement maigre et peu concluant. Le manque d'adaptation des techniques et l'intensité de la saison sèche décourageaient à chaque fois les forestiers.

La guerre de libération amplifie de façon considérable la destruction des forêts où se réfugiaient les populations pourchassées. Ainsi, à des causes naturelles de dégradation se sont rajoutées au cours du temps des causes anthropiques diverses. Après l'indépendance, le pays a alors hérité de paysages dans un état de dégradation avancée. Les préoccupations nationales visaient à améliorer la situation lamentable des forêts et des nappes alfatières ; c'est ainsi que déjà entre 1962 et 1966, 63.857 ha de reboisement furent affectés. Ainsi est née l'idée du « Barrage vert ».

Si les actions étaient mal maîtrisées, désorganisées et peu scientifiques aux premières années de l'indépendance, elles ont fait progressivement l'objet de programmes de plus en plus cohérents et inscrits dans le cadre de trois différents plans de développement (Fig.1) à savoir :

- Le plan triennal 1967-1969 ;
- Le premier plan quadriennal 1970-1973 ;
- Le deuxième plan quadriennal 1974-1977.

Dans le cadre du plan quadriennal de 1974-1977, les autorités algériennes ont entrepris un vaste programme de reboisement visant à la sauvegarde et à la mise en valeur des zones présahariennes. C'est dans ce contexte que s'inscrit le lancement du « Barrage vert ».

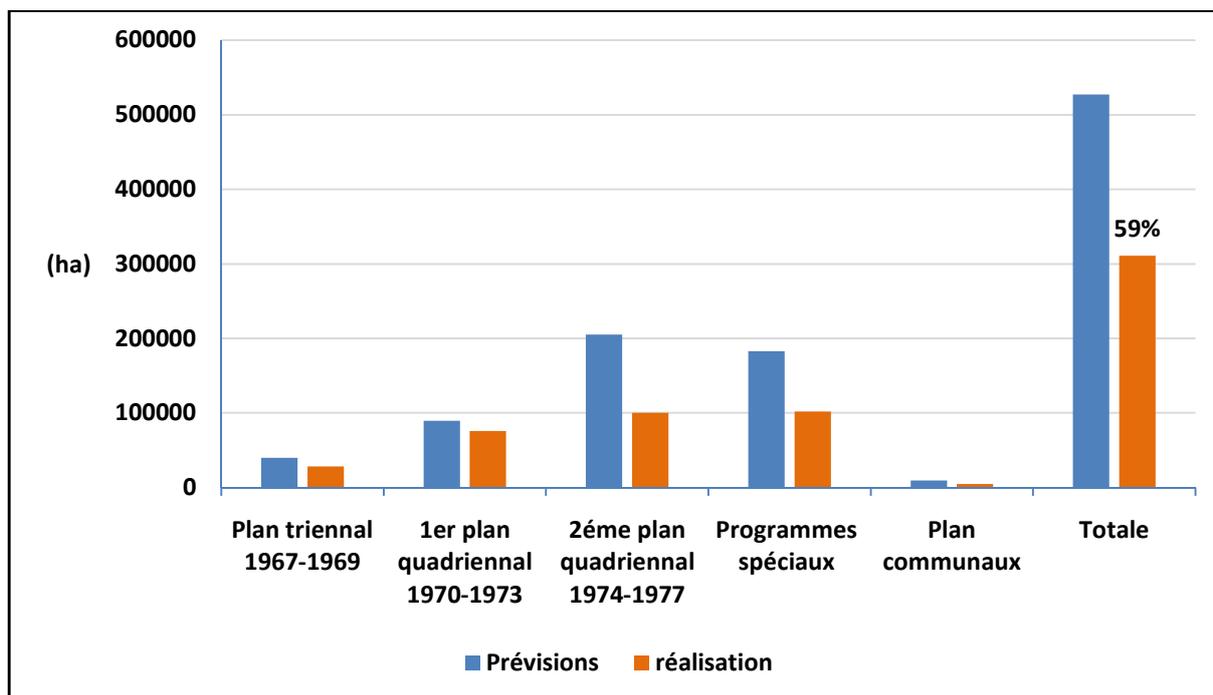


Fig.1 Bilan des prévisions /réalisations des plans de développement (1967-1977)

Etabli d'après les données LETREUCH (1991) (**Modifié, 2020**).

D'après **BERRIAH (2015)**, jusqu'à 1980, les initiatives de reboisement étaient plutôt timides, cette phase considérée comme transitoire a connu la création du « Secrétariat d'Etat aux forêts », qui a permis de dresser le bilan de l'ensemble du secteur et la préparation des plans de développement :

- Le premier plan quinquennal (1980 - 1984) ;
- Le deuxième plan quinquennal (1985 - 1989).

Une restructuration opérée en 1990 a donné naissance à l'Agence Nationale des Forêts (ANF) et l'Agence Nationale de Protection de la Nature (ANPN), entraînant la suppression de la direction centrale des forêts au sein du Ministère de l'Agriculture. Plus tard, l'ANF laissa place à la Direction Générale des Forêts (DGF). L'office national des travaux forestiers (ONTF) fut dissout et remplacé par six offices régionaux de développement forestier.

Le graphe de la figure 2 représente le bilan des prévisions et réalisations des différents plans de développement entre 1980 et 1999.

Selon **BENSOUIAH (2004)**, l'année 2000 fut marquée par la mise en œuvre du P.N.D.A. (Plan national de développement agricole), qui se décline en différents programmes. A travers

ce plan, on peut repenser la lutte contre la désertification en l'intégrant dans une politique globale. Le plan national de reboisement (P.N.R.) constitue le principal aspect de la politique forestière adoptée. Ce plan étalé sur 20 ans, intègre dans sa stratégie une population capable de participer à la gestion du patrimoine compte tenu de la spécificité des aires forestières qui sont très peuplées.

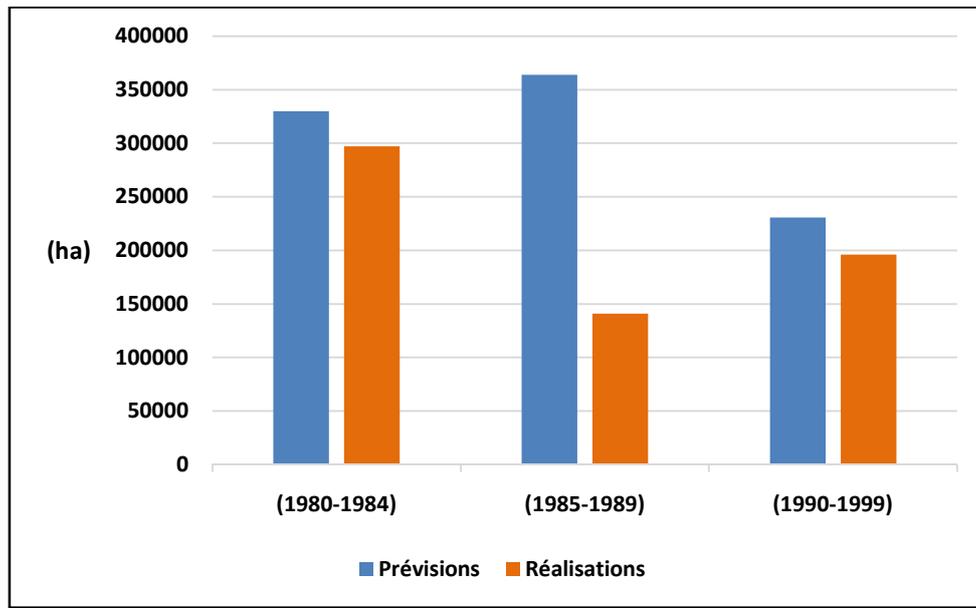


Fig. 2 Bilan des prévisions /réalisations des plans de développement (1984-1999)
Etabli d'après les données LETREUCH (1991) (**Modifié, 2020**).

Toujours selon **BERRIAH (2015)**, ce n'est qu'en 1999 que l'ambitieux plan national de reboisement (PNR) fut adopté. Ce plan visant la reconstitution du couvet forestier algérien ainsi que la protection, la valorisation et le développement des ressources naturelles dans le cadre du développement durable. D'une durée de 20 ans (2000-2020), il concerne une surface globale de 1 245 000 ha, avec un rythme annuel de réalisation de l'ordre de 100 000 ha. L'auteur continue en disant que, la surface des plantations forestières représente 53%, soit 663 000 ha et le chêne liège est en tête des essences utilisées avec 160 000 ha (24%) ; en 2015 les opérations de reboisement ont conduit à la réalisation de 18 500 hectares, mais malheureusement le taux de réussite moyen national reste faible.

Parmi toutes ces initiatives de reboisements en Algérie depuis l'indépendance, le projet du « Barrage vert » reste le plus ambitieux et le plus colossal, que ce soit d'un point de vue de surface ou de moyens nécessaires à sa réalisation.

II. LE BARRAGE VERT

1. Présentation et historique du barrage vert

"Quelle est la nature de ce barrage-vert sur lequel on avait fondé beaucoup d'espoir ? Est-ce un rempart constitué d'arbres contre un envahisseur : le désert" a révélé **KAUCHE** le 30 novembre 1972 dans un article du quotidien d'Oran "la République"

D'après l'étude d'**OLDACHE (2021)**, le « Barrage vert » est le projet de reboisement le plus important que l'Algérie a entrepris après l'indépendance, afin de lutter contre l'avancée du désert. Jusque-là les campagnes de reboisements étaient plutôt réduites. Selon l'auteur un slogan a même été trouvé : *" l'Algérien avance, le désert recule !"* .

Selon **ECKOLM (1977)**, des réalisations de grande envergure ont été entreprises en Chine durant la révolution culturelle chinoise (au début des années 60), dans l'objectif de lutter contre l'ensablement dans le désert de TaklaMakan. Pour **OLDACHE (2021)**, le « Barrage vert » fut entamé dans les années 70 en s'inspirant du modèle chinois précité, visant à la mise en valeur et à la sauvegarde des zones présahariennes.

Dans l'esprit de ses promoteurs, ce projet ambitieux consistait à établir une ceinture verte afin de stopper le phénomène de désertification, en créant une barrière végétale au niveau de l'atlas saharien, depuis la frontière marocaine à l'ouest jusqu'à la frontière tunisienne à l'est, sur une longueur de 1500 km et une largeur de 5 à 20 Km. Il devait occuper une superficie totale de 3.000.000 d'hectares.

Selon **BENSAID (1995)**, les préoccupations d'ordre écologique et la volonté d'extension du patrimoine forestier ont conduit les autorités à entreprendre plusieurs projets de reboisement, mais ce n'est qu'en 1972 que le président Houari Boumediene décrète officiellement le lancement du projet du « Barrage vert » à Saïda, même si le lancement réel fut dans la région de Djelfa, au niveau de la station pilote de Moudjebara avec les premiers essais de reboisement et cela dès 1968.

Selon l'auteur, les deux bureaux qui se sont occupés des études purement techniques du projet furent :

- le Bureau national des études forestières
- le Bureau national des études de développement rural.

Toujours d'après **BENSAID(1995)**, des pépinières ont vu le jour dès 1973, certaines étaient gérées par le service forestier de l'époque (ONTF), d'autres l'étaient par des entreprises de Wilaya et d'autres étaient mises en place et gérées directement par les groupements des travaux forestiers (GTF) ; les premières pépinières à être créées, d'une capacité de production annuelle de 4 à 7 millions de plants chacune, sont celles de : Moudjebara, Zénina (El Idrissia),

et Draâ Essouari. Selon l’auteur, l’exécution des travaux a été prise en charge par le ministère de la défense nationale et plus particulièrement par les appelés du service national en accord avec la direction des forêts (devenue en 1978, le secrétariat d’état aux forêts et au reboisement). Sept groupements du service national implantés sur toute la bande du projet, avaient déjà reboisé une superficie totale de 40.823 Ha en 1979. Avec le temps les actions se sont étalées sur plusieurs régions telles que : Djelfa, Msila, Batna, Khenchela, Tébessa, Naâma, Laghouat et El-Bayadh. En 1981, le HCDS est créé, son objectif principal est d’assurer un développement intégré de la steppe.

Selon **LETREUCH (1991)**, parallèlement aux travaux de reboisement, de petites actions de mise en valeur ponctuelles ont été menées. Au niveau de chaque groupement a été créé un verger d'une superficie plus ou moins importante, dans un souci de valorisation agricole et à des fin socioéconomiques. Le tableau suivant extrait du rapport du **SEFOR (1979)**, donne un aperçu des actions de mise en valeur forestières entreprises.

Tableau 2. Actions de mise en valeur forestière d’après le rapport du SEFOR (1979) (Modifié, 2020) :

REGION	TYPE	SUPERFICIE	PLANTATIONS
N'gaous	Sec	10 ha	Oliviers, Amandiers
N'gaous	Irrigué	85 ha	Abricotiers, oliviers, amandiers, pruniers,
Tadmit	Irrigué	10 ha	poiriers, cultures maraichères
El- bayadh	Sec	12.5 ha	
Aflou	Sec	33 ha	Olivier, Amandiers
Bir El Ater	Sec	23 ha	
Bousaada	Sec	26 ha	

Plus de 17.000 hectares ont été plantés dans le cadre de l’introduction de l’arboriculture fruitière pour augmenter et diversifier les sources de revenus des populations (**DGF, 2010**). Malheureusement ces initiatives de mises en valeur ont été délaissées au fil du temps et le peu de parcelles dédiées à cet effet ont été abandonnées.

Les réalisations sont restées en deçà des prévisions faites à partir du plan quadriennal 1974-1977 ; le rapport de L’ANF (**1990**), explique cela par diverses raisons : d’ordre administratif, technique (insuffisance des moyens de transport) et forestières (manque d’études préalables, insuffisance de la production de plants forestiers). On constate clairement sur les graphes de

la figure 3 que sur des prévisions de 160.000 hectares seulement 123.831 hectares ont été réalisés soit un taux de 79%, taux variable d'une région à une autre. La figure 4 indique que sur les 123.831 hectares réalisés, le taux de réussite (pourcentage de plantations ayant survécu après trois ans) n'est que de l'ordre de 42% alors, que certains auteurs l'estimaient à peine à 15% (COTE, 1986).

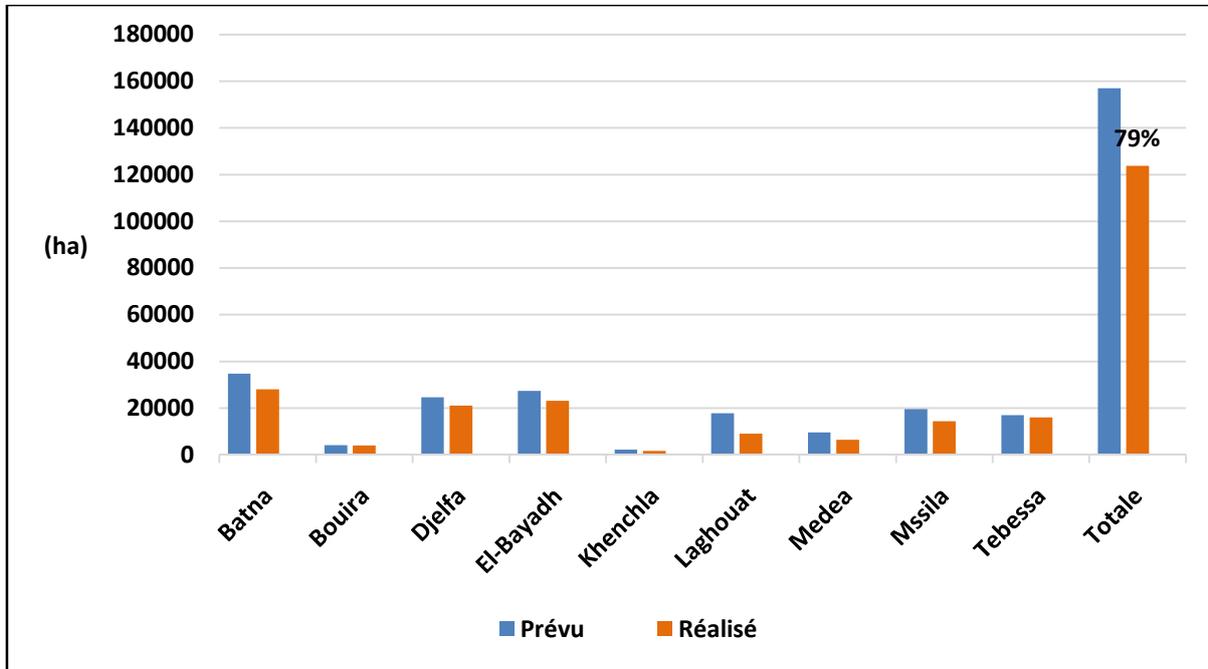


Fig. 3 Bilan des prévisions/réalisations, total et par région
Etabli d'après le rapport de l'ANF(1990) (Modifié, 2020).

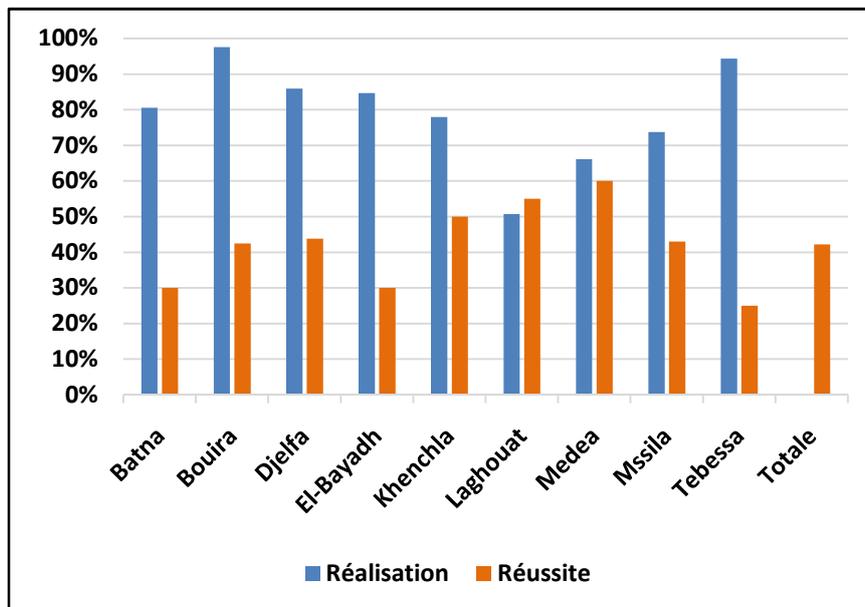


Fig. 4 Bilan des pourcentages de réalisation /réussite, total et par région
Etabli d'après le rapport de l'ANF (1990) (Modifié, 2020).

D'après la conservation des forêts de Djelfa (2011), la réalisation du "Barrage vert" a connu trois grandes périodes :

- Période allant de 1974 à 1984 :

Déjà en 1968 un immense chantier de reboisement pilote, sur une superficie de 3 000 ha fut lancé au niveau de la plaine de Moudjebara (région de Djelfa). Durant cette période les travaux se limitaient à l'installation d'infrastructures et des opérations de reboisement. Une période caractérisée par une monoculture de pin d'Alep. Cette période est caractérisée par un taux de réussite assez faible en raison des conditions écologiques locales défavorables, ainsi que le manque d'informations sur les espèces et des techniques inadaptées. En effet surtout en ce qui concerne la provenance des semis la quantité a été beaucoup trop souvent privilégiée au détriment de qualité, ainsi des graines de toutes origines confondues ont été utilisées et de façon hasardeuse. Le taux de réussite des différents reboisements, varie entre 0 à 20% dans les meilleurs cas.

- Période de 1985 à 1990 :

Les disfonctionnements ont été progressivement améliorés et surmontés. A ce stade, les opérations étaient menées conjointement par les services forestiers et les unités de l'armée nationale (particulièrement les jeunes appelés du service national). L'origine des semis était mieux appréhendée ; plusieurs essences locales ou exotiques ont été introduites dans les parcelles reboisées telles que : le cyprès de l'Arizona, le cyprès toujours vert ou l'acacia. Cette période a été marquée par un taux de réussite très satisfaisant variant entre 60 et 80 % selon les cas. Les jeunes du service national se sont retirés des travaux de reboisement à la fin de cette période.

- Période de 1990 à 2002 :

Une période marquée par le désengagement total des unités de l'armée nationale. Les services des forêts ont poursuivi les travaux. En 1994, un programme a été lancé afin de dynamiser le projet du « Barrage vert », à travers la protection du patrimoine forestier local et le renforcement des infrastructures installées. Nous allons assister alors à une diversification des actions, allant du reboisement à la mise en valeur des parcours steppiques. Même si les résultats obtenus sont plus au moins satisfaisants, ils restent toujours en dessous des attentes.

Il ne faut pas oublier que le contexte politique durant les années 90 a impacté négativement la situation. En effet les préoccupations nationales n'étaient pas portées sur le « Barrage vert », ni sur la problématique de la désertisation ; d'ailleurs les initiatives entreprises durant cette période sont très en deçà des attentes initiales.

L'évolution de l'utilisation du pin d'Alep dans les reboisements du « Barrage vert » est

illustrée par le graphe de la figure 5, inspiré par les travaux de **BENSAID (1995)** ; la diversification des essences eut été un gage de pérennité du « Barrage vert ». Le choix n'a été rectifié que bien plus tard (en 1982) par l'introduction de diverses espèces : *Quercus ilex* (chêne vert), *Cupressus arizonica* (cyprés de l'Arizona), *Cupressus sempervirens* (cyprés toujours vert), *Fraxinus* spp. (Frêne), *Eleagnus angustifolio* (L'Olivier de Bohême), *Prosopis juliflora*, *Medicago arborea*, *Pistacia atlantica* (pistachier de l'Atlas), accompagnées d'espèces fruitières telles que : l'amandier, l'abricotier, le figuier et le grenadier (**BENSAID, 1995**).

Comme nous l'avons cité précédemment ces ambitions de diversification ont été malheureusement délaissées avec le temps et sont restées limitées à certaines parcelles comme projets pilotes.

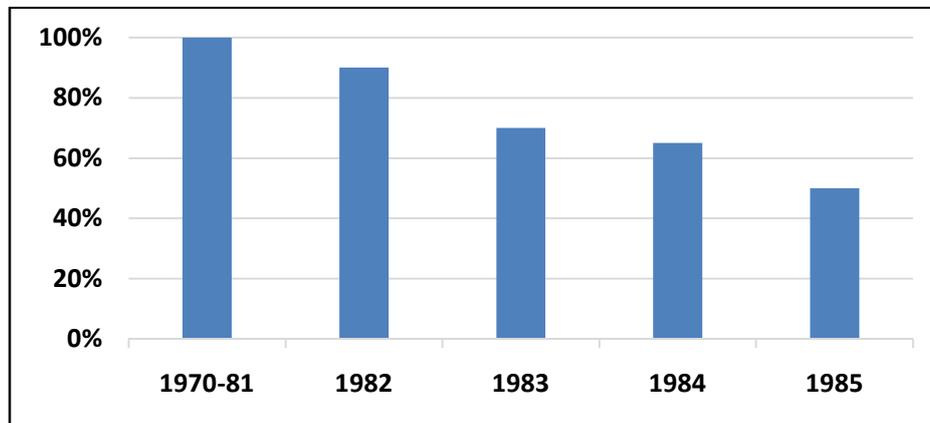


Fig.5 Evolution du pourcentage d'utilisation du pin d'Alep dans les reboisements du « Barrage vert ». Etabli selon les travaux de **BENSAID (1995)** (**Modifié, 2020**).

2. Délimitation du barrage vert

Selon **BENSAID (1995)**, au départ du projet, la délimitation du champ d'action dédiée au « Barrage vert » a été faite à main levée sur la zone présaharienne entre les courbes isohyètes : 300millimètres au nord et 200millimètres au sud. Selon les travaux de **LETREUCH (1991)**, les opérations avaient pour point de départ les massifs forestiers préexistants déjà à : Djelfa, Ain-sefra, El Bayadh, Aflou, Bousaada, Tebessa, et Batna, pour s'étendre par la suite aux régions steppiques avoisinantes. Sa limite nord passe par Ain Sefra, El Bayadh, nord de Djelfa. Sa limite sud passe par Ain sefra, El Bayadh, sud de Djelfa, Msila, sud des Aures et Bir El Ater. La figure 6 illustre la situation géographique du « Barrage vert » selon **OLDACHE (2002)**.

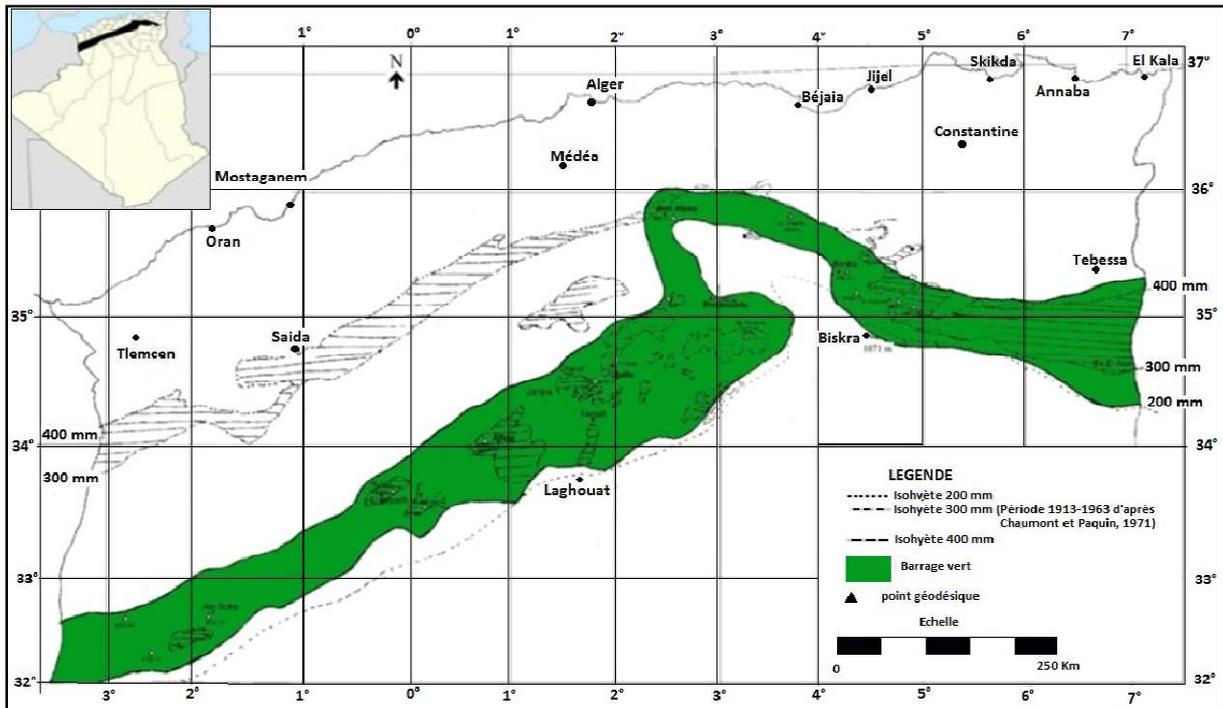


Fig.6 Situation géographique du Barrage vert (OLDACHE, 2002).

3. Biotope et phytocénose :

3.1 Biotope

D'après **KHAOUANI (2019)**, nous nous trouvons dans une zone très marginale de l'Atlas Saharien où les températures minimales du mois le plus froid varient entre (-1,8°C) et (+1,9°C). Les températures maximales oscillent entre (40°C) et (45°C), Le minimum absolu atteint (-11 C°) et le maximum absolu peut dépasser (+45 C°). Le nombre de jours de gelée peut aller jusqu'à (40 jours/an). Les précipitations annuelles moyennes sont très faibles et limitées, elles varient entre (100) et (400 mm). Le nombre de jours de pluie est estimé entre (37) et (80 jours/an), à cela s'ajoute le sirocco qui peut se manifester entre 20 et 30 jours/an et peut atteindre jusqu'à 60 jours/an. Ces caractéristiques climatiques semblent limiter l'introduction de nombreuses espèces.

Pour **BOUAICHI (2017)**, les sols des régions du « Barrage vert » sont généralement : peu profonds, parfois squelettiques, avec une faible teneur en matières organiques et un taux élevé en calcaire actif, l'accumulation de calcaire de différents types (diffus, nodulaires, massifs ...) est à signaler, le pH est généralement basique, il varie de (6,5) à (8,9). Ces sols possèdent une structure plutôt instable et une texture à tendance limoneuse à sablo-limoneuse, ils présentent souvent des croûtes superficielles, ce qui complique l'installation du système racinaire des jeunes plants ; le degré hygrométrique est plutôt faible avec une moyenne

annuelle qui varie entre (40) et (50 %), ce taux est supérieur en zone montagneuse. D'après **LEUTRECH (1991)**, les quelques caractéristiques générales que nous venons de citer suffisent à démontrer que les conditions sont souvent défavorables, en particulier pour la zone sud-ouest du « Barrage vert ».

Il existe cependant des zones privilégiées qui bénéficient de précipitations un peu plus conséquentes, atteignant parfois les (500mm) telles que : (les monts des ksour, les monts de OuledNail, Djebel Amour, Djebels Saharie, Bou Khellel, Fernane, ...); ces conditions climatiques faciliteraient l'installation d'une végétation avec de meilleures chances de réussite.

3.2 Phytocénose

Le type de formations végétales que l'on peut rencontrer dans les régions du « Barrage vert » est :

3.2.1 Des formations forestières :

Selon **BOUAICHI (2017)**, nous rencontrons dans les régions du « Barrage vert » et particulièrement en montagne, des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis*), de chêne vert (*Quercus ilex*) et de genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) ; sans oublier la présence des formations à pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*) et à Jujubier (*Zizyphus lotus*) surtout au niveau des dayas (dépressions alluvionnaires à la texture limoneuse) ; on distingue alors trois principales associations végétales :

- Quercetum ilicis*,
- Pinetum halepensis*,
- Juniperetum phoeniceae*.

Parmi les associations précitées, *Pinetum halepensis* est la plus représentée au regard des deux autres, qui sont presque totalement dégradées selon **LETREUCH (1991)**.

3.2.2 Des formations steppiques

LETREUCH (1991), décrit les steppes des régions du « Barrage vert », comme des formations végétales basses et ouvertes caractérisées par l'absence de ligneuses typiques des régions semi-arides ou arides. Selon le même auteur il existe plusieurs associations liées à la nature du sol et aux conditions d'aridité. On distingue des :

- **Steppes à Alfa**

Même si les steppes à alfa dominant généralement les hauts plateaux, il n'en reste pas moins vrai que cette formation est un stade de dégradation avancé des formations forestières. Sur les versants sud des Monts de Djelfa et de Boussaâda, où la pluviométrie ne dépasse que très

rarement les (300mm), l'alfa se développe au détriment des quelques peuplements dégradés de genévrier rouge et même de pin d'Alep ; ces formations se développent donc sous un climat continental où le froid et la sécheresse, sont très prononcés (LETREUCH, 1991).

- **Steppes à Sparte**

Pour KADIK B (1984) et GUIT (1994), le sparte (*Lygeum spartum*) se trouve essentiellement sur les glacis à croûte calcaire, sur des sols sableux (52 % de sable fins), dans l'étage aride frais et froid à la pluviométrie variant entre (200) et (300 mm) ; on le trouve aussi en association avec l'alfa mais au niveau des micro-dépressions à peine perceptibles sur le terrain.

- **Steppes à Armoise blanche**

Selon POUGET (1980), *Artemisia herba alba* communément appelée armoise blanche ou « Chih », occupe les sols à textures fines. Elle est consommée par les troupeaux, de ce fait elle constitue un excellent parcours. Par endroit la formation à alfa disparaît dès que les sols deviennent argileux et c'est la formation à *Artemisia herba alba* qui la remplace (LETREUCH, 1991).

- **Steppes à halophiles**

Les steppes à halophiles occupent les terrains salés, non loin des dépressions salées ou des chotts. Les espèces halophiles se présentent assez souvent en peuplements d'allure monospécifiques à : *Arthrocnemum indicum*, *Salsola tetrandra*, *Atriplex halimus*...etc (POUGET, 1980). A ces steppes correspondent des séries de dégradation, en cas d'excès de pâturages, une prolifération de plantes épineuses est remarquée comme : *Noea mucronata*, *Atractylis serratuloides*, *Peganum harmala*.etc (BOUAICHI, 2017).

Les travaux du « Barrage vert », ont entre autres pour but de compléter et de relier entre eux les peuplements de pin d'Alep et de genévrier de Phénicie encore existant tout le long de l'atlas saharien par des reboisements. Des couloirs à alfa les séparaient, mais qui ne sont que le terme ultime de dégradation de peuplements de même nature (LETREUCH, 1991).

3.3 Gestion des reboisements du barrage vert

3.3.1 Choix de l'essence

Selon CHERAK (2010), en Algérie, le pin d'Alep est naturellement présent dans pratiquement toutes les variantes bioclimatiques, particulièrement dans l'étage semi-aride. Avec un taux de couverture de 35%, le pin d'Alep reste l'espèce qui occupe la première place de la surface boisée du pays. Il est présent partout, d'Est en Ouest comme le montre la carte

de la figure 7 qui représente l'aire de répartition du pin d'Alep en Algérie. Sa plasticité et sa rusticité lui ont conféré un grand pouvoir d'expansion formant ainsi de vastes massifs forestiers.

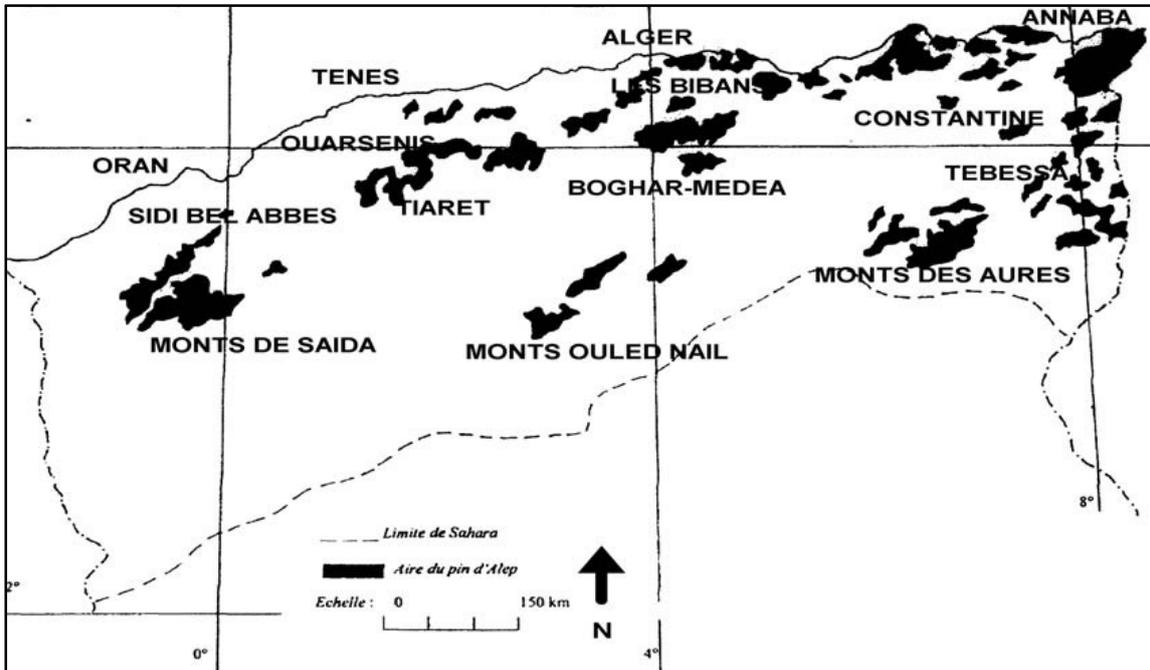


Fig.7 Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (BENTOUATI, 2006).

Comme le montrent les travaux de nombreux auteurs dont **LETREUCH (1995)**, les reboisements du « Barrage vert » sont caractérisés par un recours quasi-exclusif au pin d'Alep ; ce choix est justifié par le fait que l'essence croît naturellement dans la région par sa rusticité. Néanmoins la monoculture reste une pratique plutôt dangereuse sur de vastes surfaces ; le pin d'Alep est une essence hautement combustible, les peuplements sont aisément mis à feu, l'incendie s'y propage très vigoureusement et les arbres sont rapidement détruits. D'autre part les peuplements purs (surtout les jeunes plants) sont exposés aux attaques épidémiques de la chenille processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* Chiffé.), selon le même auteur.

3.3.2 Origine des graines :

Pour **GRIM (1973)** et **TREEP (1974)**, la problématique de l'origine des graines conditionne fortement la qualité du semis ; le choix des provenances fut mis en avant dès le lancement du projet du « Barrage vert ». Selon les auteurs, plusieurs provenances furent sélectionnées et la quantité a souvent été privilégiée au détriment de la qualité (comme nous l'avons cité précédemment), afin de répondre aux objectifs fixés ; les forêts situées à proximité des chantiers de reboisement ne pouvant pas fournir les graines nécessaires à l'élevage en

pépinière, il y a eu alors recours à des plants élevés dans des pépinières de la Mitidja, afin de satisfaire les besoins en plants dans des régions telles que : Tébessa, Djelfa ou el Bayadh. Si parfois la récolte des graines se fait dans des forêts situées dans des régions aux conditions bioclimatiques analogues, le plus souvent le choix des arbres semenciers a été fait en fonction de l'accessibilité au peuplement et non sur des bases génétiques. D'après l'auteur, à ce problème d'origine des graines s'ajoute la contrainte du transport qui induit aussi un stress souvent fatal pour les jeunes plants.

3.3.3 Elevage des plans en pépinières

D'après **MONJAUZE (1956)**, le sachet plastique a été introduit en Algérie aux environs de 1954. Il est largement utilisé en pépinière. Sa nature ainsi que sa forme cylindrique contribuent fortement aux différentes déformations selon le même auteur. En effet, pour **BENSAID (1995)**, les racines butent sur les parois imperméables du sachet et s'enroulent autour du pivot. Lorsque les racines latérales subissent le même phénomène, on assiste à la formation d'un chignon qui étrangle le pivot et empêche ainsi la circulation de sève, ce phénomène est aggravé par le long séjour des jeunes plants en pépinière (parfois jusqu'à une année). A ce problème s'ajoute celui de la nature des substrats utilisés pour le remplissage des sachets qui sont souvent inadaptés, lorsqu'ils sont trop argileux, la motte se dessèche vite et durcit en étouffant le système racinaire, il n'est pas rare de trouver alors sur le terrain des plants morts avec leur mottes dures et intactes. Toujours selon **BENSAID (1995)**, à partir de 1982, une attention particulière fut portée au substrat, des mélanges plus adéquats furent utilisés, des commissions furent chargées de la surveillance de la conformité des plants avant leur acheminement sur les différents chantiers.

3.3.4 Transport des plants :

Les plants produits sont acheminés vers la zone de plantation en bacs plastique qui ne protège pas les plants contre le dessèchement, arrivés au chantier, ils sont déjà totalement secs (**BENSAID, 1995**). Pour **DELLAL (1980)**, tout plant arraché d'un emplacement pour être replacé ailleurs subit un stress ; il est préférable alors de ne lui faire subir ce stress qu'à une période où il a le plus de chances de pouvoir bien les supporter ; de plus, il doit être transporté avec le plus grand soin et être replacé le plus rapidement possible après son extraction.

3.3.5 Préparation du terrain :

Pour **LETREUCH (1991)** et **GRECO (1966)**, les travaux de préparation du terrain sont classiques et quasi identiques dans toute la zone concernée. On procède alors à la technique du rootage systématique simple ou croisé selon la nature du sol, qui se trouve être une opération qui s'applique dans les régions où la profondeur du sol est faible et limitée par une dalle ou un encroûtement calcaire ; il consiste à briser la masse calcaire et la faire remonter en surface dans le but d'augmenter la capacité de rétention hydrique, d'améliorer la perméabilité à l'air et d'assurer un ancrage profond des racines. Néanmoins, selon les travaux de **LETREUCH (1991)**, cette technique présente de gros inconvénients car elle détruit la steppe à alfa, (ce qui a pour conséquence la destruction des pacages). En outre ce rootage coûte très cher et il n'empêche pas la formation progressive de la croûte calcaire ; de plus même s'il est censé faciliter la pénétration des eaux dans le sol, il accentue largement l'évaporation superficielle, au point d'entraîner un véritable gaspillage des faibles réserves hydriques du terrain, au détriment de la végétation.

3.3.6 Ouverture des potêts

En Algérie, on utilisait des potêts de (0,4 x 0,4 x 0,4 m), mais en pratique, ils ne sont qu'à 20 ou 30 cm de profondeur (**DELLAL, 1980**). **CHABA (1983)** a indiqué dans ses travaux que le volume et la profondeur des potêts, n'ont aucune influence sur la reprise des plants jusqu'à 18 mois ; passé ce délai l'influence de la profondeur du potêts sur la croissance des plants commence à être perceptible. D'après les constatations du même auteur les essais préliminaires effectués sur la morphogenèse du système racinaire de pin d'Alep, il serait possible d'augmenter le volume de terres par des décapitations ou par l'utilisation de conteneurs pouvant éliminer le risque de racines en spirales.

3.3.7 Plantation :

Dans les zones semi arides et arides, les périodes de plantation sont choisies en fonction de la pluviométrie. En Algérie, les plantations s'effectuent entre les mois de septembre et mars (**CHABA, 1983**).

Selon **LETREUCH (1991)**, au début des opérations du projet du « Barrage vert », on pensait qu'il était plus économique de planter à forte densité dès le départ et de faire des sélections par des coupes d'éclaircies ensuite. Voilà pourquoi Il a été décidé d'une façon complètement empirique que les plantations se feraient à la densité de 2 000 plants par hectare. (Égal à un écartement de 2,50 m x 2,50 m). Il semblerait selon l'auteur qu'en raison de la pauvreté des

CHAPITRE 1 : Synthèse bibliographique

sols et du climat très précaire en zone méditerranéenne, la tendance est au contraire de diminuer cette densité autour de 1000 à 1200 plants /ha (Voir moins).

L'une des régions les plus importantes du « Barrage vert », est la région de Djelfa, voilà pourquoi nous nous sommes intéressés à cette région dans le présent travail.

III. CAS DE LA REGION DE DJELFA

Djelfa comme toutes zones proches du Sahara, connaît ces dernières années un grave danger du déséquilibre de ses écosystèmes forestiers et steppiques. Cela peut justifier la forte présence du « Barrage vert » dans cette région.

On peut lire dans les travaux de **MECIFI (1977)**, que déjà en 1968 un immense chantier de reboisement pilote, sur une superficie de 3 000 ha fut entrepris au niveau de la plaine de Moudjebara (région de Djelfa). D'après **OULDACHE (2021)**, c'est en 1972, que furent lancés les grands reboisements des bandes routières reliant 'Ain-Ousséra à Djelfa et reliant Djelfa à Boussaada.

Ces réalisations furent les prémisses officielles d'un projet de plus grande ampleur que fut le « Barrage vert » à proprement parler. Selon un rapport des services de la conservation des forêts de Djelfa (**2012**), les travaux furent lancés officiellement et à grande échelle dans la région en 1974 dans la commune de Taadmit, située à 50 Km au sud du chef-lieu de la Wilaya. Toujours Selon la conservation des forêts de Djelfa (**2012**), la réalisation du projet dans la région a connu 03 périodes importantes :

-De 1974 à 1984 : les impacts choisis, sont essentiellement des terrains de parcours, situés dans la zone sud de l'Atlas saharien, aire limite du pin d'Alep (essence principale des reboisements)

-De 1985 à 1990 : de nombreux efforts ont été fournis afin d'améliorer la qualité des reboisements, pour ce faire, et sur la base de plusieurs études, deux grands impacts ont été retenus au niveau de la région :

*l'impact de Moudjebra et Mliliha qui sont la continuité naturelle des forêts des Djellals

*L'impact d'Ain maâbed qui est la continuité naturelle de la forêt domaniale de sahy Guebli vers le massif de Sénalba Chergui

-Après 1990: Cette période fût marquée par une diversification des actions, allant du reboisement, à l'amélioration des parcours steppiques, au désenclavement des populations, même s'il est toujours utile de rappeler que la principale activité reste le reboisement.

Malheureusement les résultats obtenus restent toujours, en dessous des attentes. Les tableaux 3, 4 et 5 nous donnent quelques informations à propos de la réalisation effectuées dans la région entre 1962 et 2014.

Tableau 3. Bilan de Réalisations de reboisements dans le cadre de l'opération consolidation et d'extension du Barrage vert Selon la Conservation des forêts de Djelfa (2012) :

Commune	Impacte	Volume prévu	Volume réalisé	Année de réalisation
Ain El Ibell	Djellal chergui	2.454 Ha	2.454 Ha	1996-1999
Zaccar	Djellal Gharbi	1.081 Ha	1.081 Ha	1996-1997
Ain Maabed	Djebal Dagdague Fartassa	750 Ha	750 Ha	1996
Charef	El Hamam	500 Ha	500 Ha	1996
Zaafrane	Zaafrane	400 Ha	500 Ha	1999-2000
M'liliha	Djebal Kardada	2.615 ha	2.615 Ha	1994-1996
BouiretLahdeb	Seguiaa	500 Ha	500 Ha	1996-1997
Had Shary	Had Shary	700 Ha	700 Ha	1996-1999
Dar El Chioukh	Tastara	100 Ha	100 Ha	1999
Hassi El Euch	Hassi El Euch	248 Ha	248 Ha	1996-1999
Hassi Bahbah	Gueltat Stal	300 Ha	300 Ha	1996
Birine	Birine	400 Ha	400 Ha	1998-2000

Tableau 4 : Travaux de reboisement réalisés dans la région de Djelfa (1962- 2014) (DEROUECHE, 2015) :

Période de 1962 à 1996		Période de 1997 à 2014	
Année	Reboisement (ha)	Année	Reboisement (ha)
62-70	3407	1997	3599
71-80	27034,34	1998	1432
1981	1580	1999	400
1982	700	2000	522
1983	2335	2001	92
1984	100	2002	250
1985	380	2003	100
1986	169	2004	140
1987	0	2005	0
1988	0	2006	495
1989	0	2007	3460
1990	1439	2008	2215
1991	800	2009	820
1992	0	2010	1010
1993	132	2011	500
1994	1366	2012	150
1995	2911	2013	650
1996	1682	2014	389
Totale		60272.34	

Tableau 5 : .Bilan des réalisations : période 1974-2011(Conservation des forêts de Djelfa, 2012) :

PERIODES	ACTIONS	SURFACE
1974-1980	-Reboisement.	7.800 ha
1980-1991	-Reboisement.	11.300 ha
1991-1994	-Reboisement.	1.400 ha
	-Fixation des dunes.	600 ha
	-Plantation fruitières.	50 ha
	Amélioration pastorale.	100 ha
	Travaux sylvicoles.	1.000 ha
	-Aménagement de point d'eau.	01U
	- Aménagement des pistes	15 km
1994-2000	-Plantation fruitières.	46 ha
	Entretien des Reboisement	5.000 ha
	-Amélioration pastorale.	1.000 ha
	-Travaux sylvicoles.	14.378 ha
	-Ouverture de piste.	50 km
	- Aménagement des pistes.	300ha
2001-2011	-Echenillage	10.220 ha
	-Fixation des dunes.	3.311 ha
	-Plantation fruitières.	732 ha
	-Plantation pastorale	3.918,75 ha
	-Entretien des Reboisement	6.667 ha
	-Travaux sylvicoles.	9.042 ha
	-Ouverture de piste.	630.5ha
	- Aménagement des pistes.	1.027 ha
-Echenillage	51.742,3 ha	

IV. PROJETS DE REHABILITATION EN COURS

Selon **ETTOUAHRIA (2021)**, la relance du projet du « Barrage vert » fut ordonnée officiellement le 30 août 2020, comme on peut le lire dans un communiqué de presse ayant sanctionné la réunion du conseil des ministres présidée par le chef de l'état ; s'agissant des perspectives et du plan d'action de ce projet. On peut lire aussi dans le même communiqué : « Il est prévu en premier lieu l'extension de sa superficie à 4,7 millions d'ha avec la réhabilitation des superficies forestières existantes sur une étendue de 159.000 ha ainsi que les superficies pastorales sur une étendue de 1,89 million d'ha. Il est également projeté un reboisement sur une superficie de 288.000 hectares ».

BENAROUS (2022), rapporte que dans un communiqué officiel, le ministère de l'environnement a annoncé le lancement d'une mission de travail dans la région de Djelfa du 27 au 30 mars 2022, dans le cadre de la « ClimGov » Climate Governance », qui a été mené en partenariat avec le ministère des affaires étrangères et l'agence allemande de développement. Selon la même source la dite mission organisera des ateliers et des formations pour les acteurs locaux, ainsi que des visites des forêts de Senelba et de certaines stations du « Barrages vert », le projet « ClimGov » ouvre des perspectives pour la région afin de bénéficier de l'expérience et du financement allemands. L'un des fruits de ce projet sera d'établir une cartographie des acteurs locaux dans les domaines de l'agriculture et de la foresterie, afin de permettre une meilleure répartition des rôles.

Selon les services de la **conservation des forêts de Msila (2022)**, le ministère de l'agriculture et du développement rural a procédé lors de la célébration de la journée internationale de la lutte contre la désertification, le 17 juin 2021 à Msila, au lancement de « l'initiative nationale pour la restauration du « Barrage vert » et d'un projet de proposition de financement du Fonds vert climat (FVC), piloté conjointement avec la DGF et l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

D'après l'article de **l'APS (2022)**, consacré à la Réunion internationale de haut niveau sur l'environnement "Stockholm+50" 2022 ; lors de l'allocution du représentant de l'Algérie, convoquée par l'ONU dans la capitale suédoise. Ce dernier s'est penché sur la problématique de la désertification en stipulant que : « le plan d'action adopté par le pays pour la réhabilitation du Barrage vert algérien afin de porter la couverture forestière à 4,7 millions

CHAPITRE 1 : Synthèse bibliographique

d'ha, ainsi que la réhabilitation des écosystèmes détériorés», en rappelant que la date anniversaire de lancement du projet coïncide avec la première conférence de Stockholm en 1972.

Selon le **BNEDER (2022)**, un atelier de concertation organisé conjointement par la Direction Générale des Forêts (DGF), le Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural (BNEDER) et l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) qui s'est tenu le lundi 06 juin 2022, dans la wilayat d'El Bayadh dans le cadre du lancement de l'Initiative nationale de réhabilitation du « Barrage Vert » et du projet de financement du Fonds Vert Climat (FVC).

CHAPITRE 2 :
Cadre physique

I. ETUDE DU MILIEU

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

Comme le montre la figure 8, Djelfa est limitée par : Médéa au Nord, M'sila au Nord-Est, Tiaret au Nord-Ouest, à l'Est par Biskra, au Sud-Ouest par Laghouat et au Sud-Est par Ouargla. La région est comprise entre 2° et 5° de longitude Est et entre 33° et 35° de latitude Nord. Erigée au rang de Wilaya suite au découpage administratif de 1974, Djelfa est composée de 36 communes regroupées en 12 daïras.

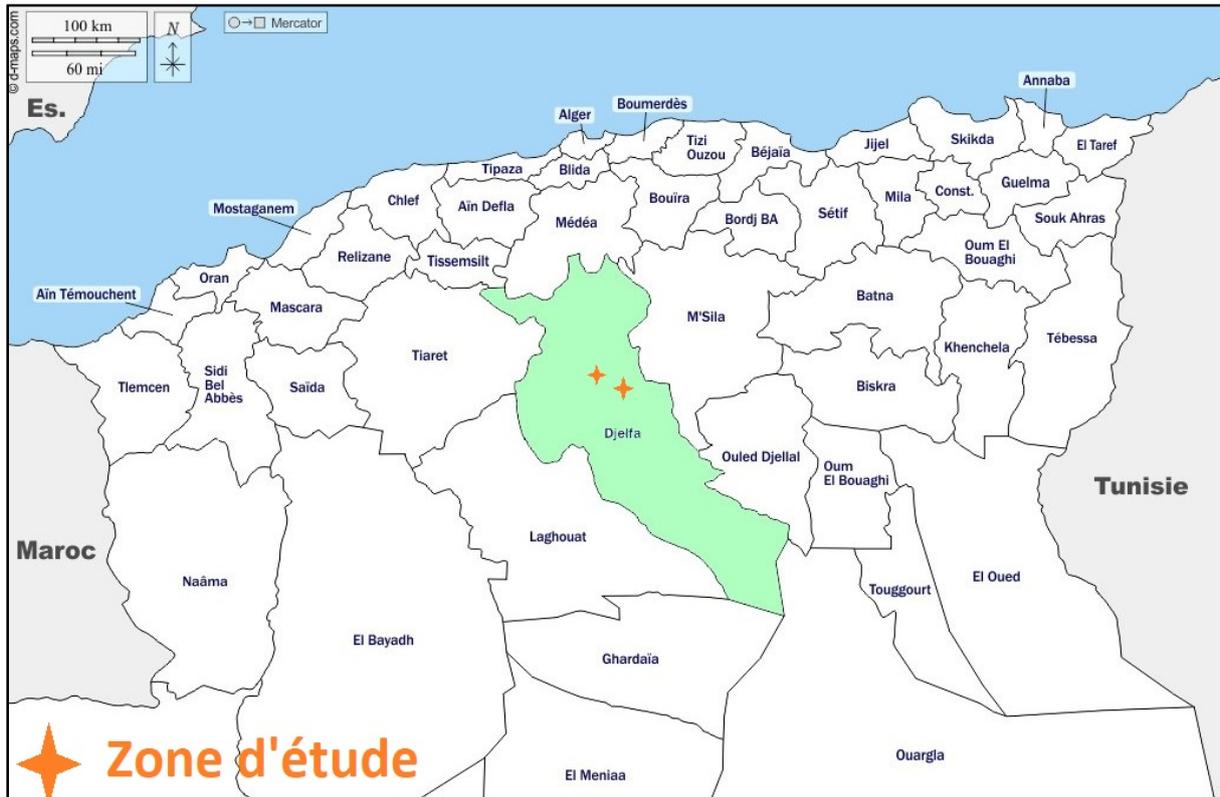


Fig.8 Situation géographique de la région de Djelfa (carte-algerie.com / Modifié, 2020).

Notre zone d'étude est située dans la wilaya de Djelfa. Selon **CHERFAOUI (2017)**, cette région steppique et pastorale est à près de 300 km au sud d'Alger, sa surface totale est 32.362 km² soit 1.36 % du pays. En plus de son immensité territoriale Djelfa occupe une place stratégique au cœur des hauts plateaux, car elle représente un passage entre le Nord et le Sud, l'Ouest et l'Est. De ce fait c'est une zone de transition entre les hautes plaines steppiques de l'Atlas Tellien et les terres désertiques de l'Atlas Saharien.

La wilaya Djelfa est connue pour ses déficits hydriques et la pauvreté de ses potentiels édaphiques, elle bénéficie de 300 à 400mm de précipitations ; ces conditions extrêmes sont

adéquates à un patrimoine forestier typique mélangé entre forêts naturelles et reboisements (KADIK B, 1983).

2. Présentation de la zone d'étude

Dans le présent travail, nous nous focaliserons sur deux stations de reboisements du « Barrage vert » de la région de Djelfa (Figure.9) à savoir :

- Les reboisements de "Ain Maabad" : qui sont la continuité de la forêt domaniale de "Sahary Guebli" vers le massif de "Sénalba Chergui".
- Les reboisements de "Moudjebara" : qui sont une continuité des forêts naturelles de "Djellals".

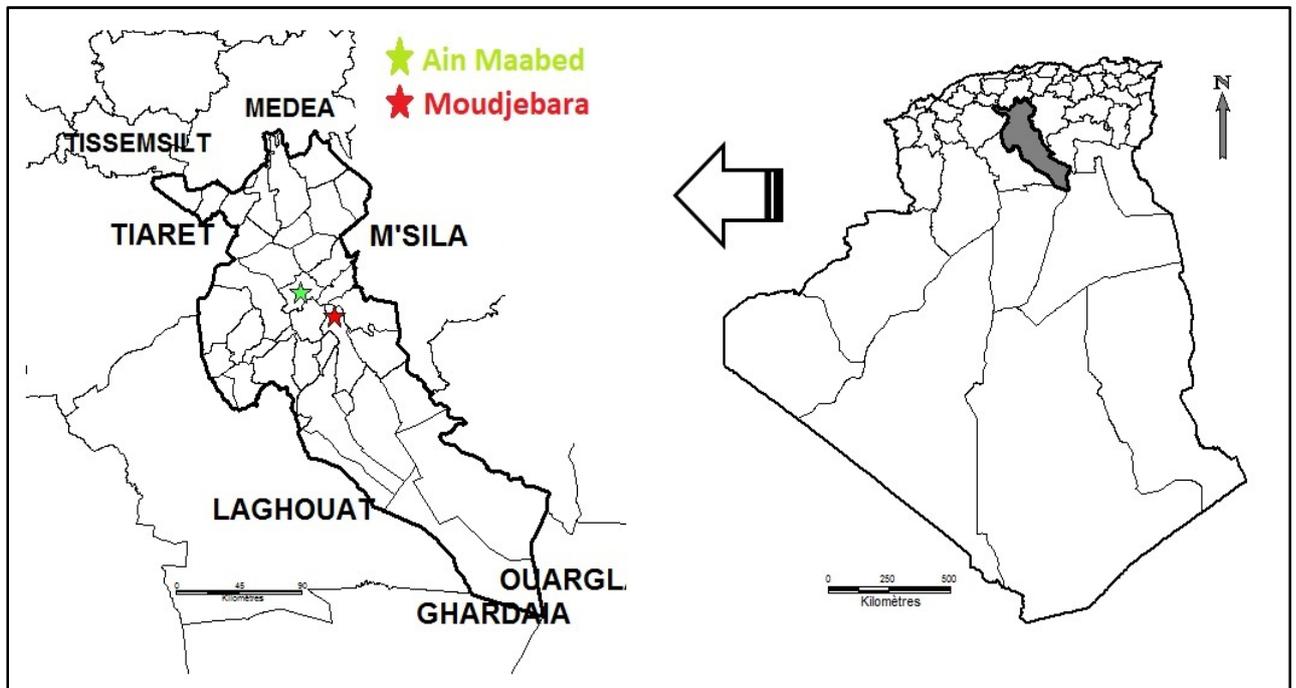


Fig.9 Carte de la situation géographique des stations d'étude.

Le choix de nos stations a été motivé par leur symbolique historique. En effet ces deux stations furent les premières à être reboisées dans le cadre du projet du « Barrage vert ».

- Les reboisements de Moudjebara, (Fig.10, 11)

Ce site est l'un des premiers périmètres reboisés et ce dès 1968 ; une parcelle pilote a été reboisée dans le cadre du projet du « Barrage vert » (bien avant la date de lancement officiel). Ses zones limitrophes sont : au Nord la ville de Djelfa, au Sud la forêt dégradée de Djellal chergui, à l'Ouest la route nationale N1 et à l'Est la commune de Moudjbara qui est une importante nappe alfatière (DGF, 2010). Déployé à l'arrière de la forêt naturelle des monts

Djellal chergui, ce reboisement se trouve à cinq kilomètres au Sud-est de la ville de Djelfa et à une altitude qui varie entre 1200 et 1400m. Le reboisement est caractérisé par un relief relativement plat légèrement vallonné (**CHAKALI, 1985**). Situé dans une enclave avec un taux de recouvrement très variable entre 10 et 100%, d'après le même auteur.

- Les reboisements de "Ain Maabed"(Fig.12, 13)

Ce site a été officiellement le lieu de lancement du projet dans la région de Djelfa en 1972, dans la continuité de la forêt domaniale de "Sahary Guebli" en allant vers le massif de "Senalba Chergui». A une altitude entre 1000 et 1168m, les reboisements d'Ain Maabed sont légèrement vallonnés par endroits et s'étendent tout le long de la route nationale reliant le chef lieu de wilaya (au sud) à la commune d'Ain Maabed (au nord), à l'Ouest Senalba Chergui et à l'Est Sahary Guebli.



Fig.10 Situation géographique de la station de Moudjebara (**Google Earth Modifiée, 2022**).



Fig. 11 Reboisements de Moudjebara (**Originale, 2013**).



Fig.12 Situation géographique de la station d'Ain Maabed (**Google Earth Modifiée, 2022**).



Fig. 13 Reboisements de la bande routière de Ain Maabed (**Originale, 2013**).

3. La végétation

Comme on peut le constater dans les travaux de **POUGET (1980)**, le couvert végétal de la région de Djelfa est essentiellement constitué de hautes steppes arides sur des sols généralement maigres en contact direct avec la roche mère, où on distingue des vides entre les touffes de végétation.

D'après **DEROUCHE (2015)**, les forêts de Djelfa occupent une surface de l'ordre de 6% de la surface forestière nationale. Ces massifs se concentrent dans la partie centrale du territoire de la région ; ils occupent les zones montagneuses et sont estimés à 209552 ha. Le tableau 6 regroupe la distribution de cette surface forestière.

Tableau 6 Patrimoine forestier de la région de Djelfa selon les travaux de DEROUCHE (2015) :

TYPE DE FORET	SUPERFICIE (ha)
Forêts naturelles	152.753,05
Forêts denses de Pin d'Alep	71.707,64
Maquis	81.045,41
Reboisements	56.799,34
TOTAL	209.552,39

3.1 Les forêts naturelles

Toujours selon **DEROUCHE (2015)**, la région de Djelfa dispose d'une association de 08 massifs forestiers, répartis sur une grande portion de son territoire régional qui couvre une surface totale de 152753 ha comme le montre le tableau 7 ; les plus importants sont les massifs de Senalba Chergui et Gharbi, Sahary Guebli et Dahri.

L'auteur indique que les peuplements de Sahary Guebli sont localisés à l'Est de la commune de Djelfa ; cette forêt naturelle de l'Atlas saharien sépare en grande partie le milieu aride des zones semi arides et s'étend sur une surface de protection de 32400 ha.

DEROUCHE (2015), rajoute qu'au Sud-ouest de la ville de Djelfa, se trouve une série de forêts montagneuses qui sont classées parmi les futaies naturelles les plus représentatives de la région, à savoir : les pinèdes de Senalba Chergui et Guarbi.

Tableau 7 Les massifs de forêts naturelles de la région de Djelfa (**DEROUCHE 2015**) :

Massifs forestiers	Superficie (ha)
Forêt domaniale de Sahary Guebly	31800,30
Massif de Sahary Dahri.	29 151,09
Forêt domaniale de Senelba Garbi	42339,96
Forêt domaniale de Senelba Chergui	19833,63
Forêt domaniale de Djellal (Chergui et Gharbi)	7374,54
Forêt de Chouach	3846,05
Forêt de BoudeirTakouka	3407,48
Massif de Bouk'hil	15000
Total	152753,05

3.2 Les reboisements

La carte de la figure 14 représente l'essentiel du patrimoine forestier de la région de Djelfa, où on peut clairement y voir nos stations à savoir les reboisements de : Moudjebara et d'Ain Maabed.

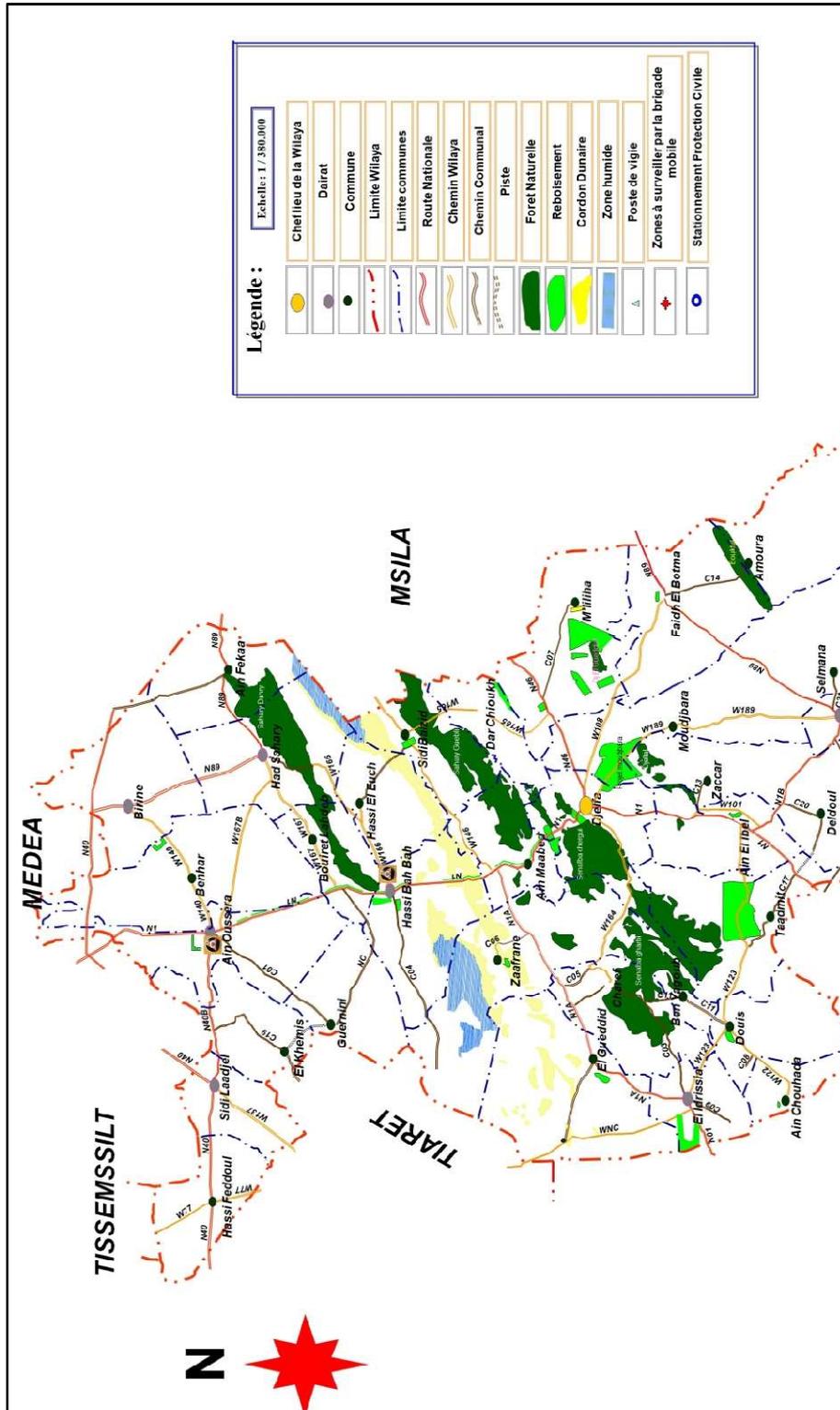


Fig.14 Patrimoine forestier de la région de Djelfa. D'après conservation des forêts de Djelfa (2013) (Modifié, 2020).

Selon LETREUCH (1991), dès 1962 plusieurs projets de reboisement ont été déployés à l'arrière des forêts naturelles de pin d'Alep dans les monts d'Ouled Nails. Parmi les principaux périmètres reboisés ceux de Moudjebara et de Taadmit ; nous citons également les reboisements des bandes routières : Djelfa - Ain Oussera (Ain Maabed, Hassi Bah bah), Djelfa- Boussaâda (Dar chyoukh, Mliliha), ainsi que les reboisements d'El idrissiaet d'El guédid. (Les tableaux 3,4 et 5)

4 Le relief

La figure 15 et le tableau 8, nous donnent un aperçu des différentes classes de pentes rencontrées dans la région de Djelfa d'après les travaux de PNUE/PAM/PAP (2000) et MOLLENHAUER (1980), qui ont montré que l'érosion devient active sur des pentes supérieures à 3 %. Les résultats indiquent que les zones à pente faible couvrent 94.15 % de la superficie totale de la région soit 33651 km² (comme nos stations étudiées), alors que celles à pente élevée et très élevée occupent 5.85 % de la superficie totale soit 2038.81 km² et correspondent à une zone mixte qui regroupe le haut de piémont et les montagnes.

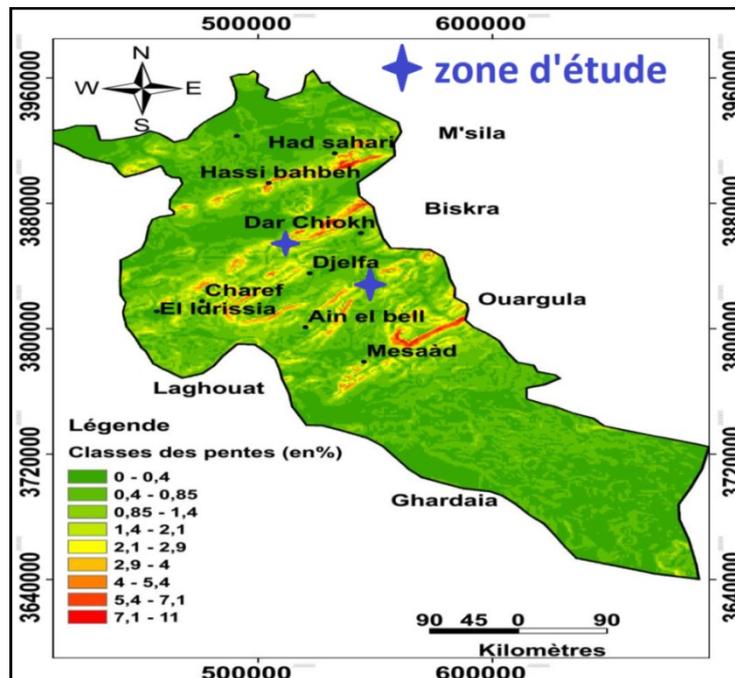


Fig.15 Différentes classes des pentes dans la région de Djelfa selon PNUE/PAM/PAP (2000), MOLLENHAUER (1980) in (KOUSSA& BOUZIANE, 2018).

Tableau 8 Répartition des surfaces en fonction des classes de pentes

(KOUSSA& BOUZIANE, 2018) :

Classe des pentes (%)	Surface (km ²)	Surface (%)
0 – 0.71	12840	37,06
0.71 – 1.4	12950	37,39
1.4 - 2,4	5482	13,46
2.4 – 3.6	2379	6,24
3.6 – 5.1	1030,47	3
5.1 – 6.9	531,3	1,6
6.9 – 9.4	270,9	0,81
9.4 - 12	117,8	0,35
12 -20	88,34	0,1

Comme on peut le constater sur la figure 16, le point le plus culminant se trouve à l'Est de l'agglomération de Ben-Yagoub dans la Daïra de Charef avec une altitude de 1613 m, quant au point le plus bas, il se trouve à l'extrême Sud de la commune de Guettara avec une altitude de 150 m.

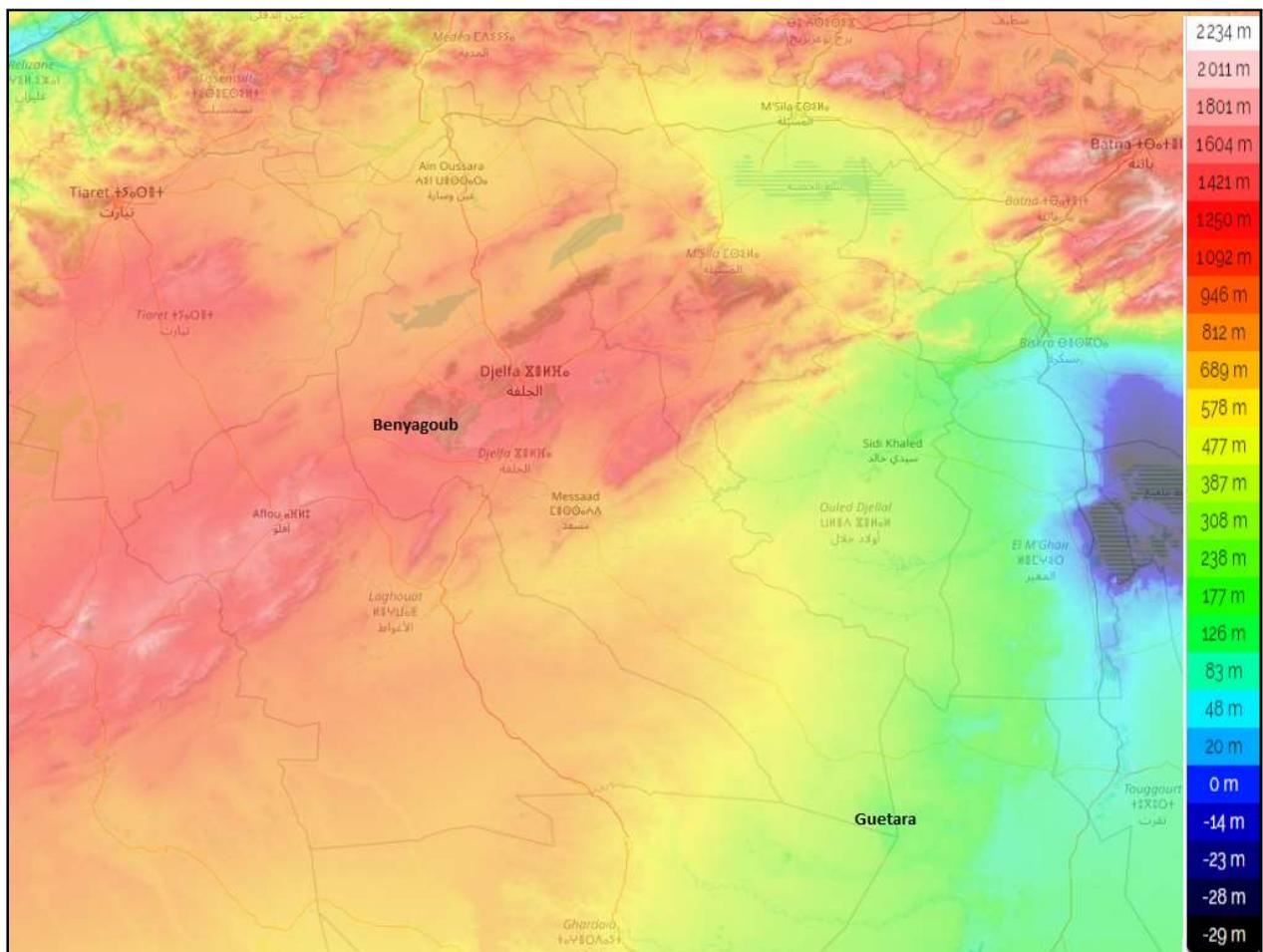


Fig.16 carte topographique de la région de Djelfa (topographic-map.com / Modifié, 2020).

Selon **KHAOUANI (2019)**, le relief de la région de Djelfa est caractérisé par la succession de quatre (04) zones distinctes du Nord au Sud :

4. 1. Zone de plaine du nord :

Appelée aussi « plaine de Ain-Oussera », elle s'étend sur une superficie de 618 778 ha, elle est comprise entre 650 m et 850 m d'altitude. Cette plaine succède au piémont Sud de l'Atlas tellien et qui précède les dépressions des chotts (Zahrez chergui et Zahrez gharbi) (**ANDI, 2015**).

4. 2 Zone des dépressions des chotts :

Zone intermédiaire entre la zone plaine du Nord et la zone de la dépression d'Ouled Nail ; les dépressions des chotts sont séparées l'une de l'autre par simple nivellement topographique. Cette zone est aussi appelée « la dépression du Sahara » ; elle se situe à des altitudes allant de 750m à 850m et s'étend sur une superficie de 457,937 ha représentant 14,20% de la superficie totale (**ANDI, 2015**).

4.3 Zone de la dépression d'Ouled Nail :

Formée de petites plaines dont l'altitude varie entre 900m et 1600m, dont les plus importantes sont celles de Maâlaba et de Mouilah à l'Est de la ville de Djelfa, elle s'étend sur une superficie de l'ordre de 352.648 ha et représentant 10,92 % de la superficie totale de la wilaya (**ANDI, 2015**).

4.4 Zone du plateau prédésertique :

Cette zone appelée « plateau Saharien », se situe dans la partie Sud de la wilaya. Elle plonge dans la dépression formée par l'Oued J'di, considérée comme la limite naturelle du Sahara, et elle s'étend sur une superficie de l'ordre de 1.789.920 ha, représentant plus de la moitié de la superficie totale de la wilaya soit 55,45% (**ANDI, 2015**).

5 Géologie

Notre zone d'étude appartient au domaine de l'Atlas saharien central qui est une chaîne de montagnes constituée d'un matériel de nature continentale plissé au cours des phases orogéniques tertiaires. Caractérisé également par une « alternance de roches dures à tendres : calcaires plus ou moins dolomitiques et grès, alternance grès, parfois argiles, marnes et marno-calcaires » (**POUGET, 1980**). L'appréciation de la géologie de notre zone d'étude s'est

faite sur les bases de l'interprétation de la carte géologique de l'Algérie au 1/500 000, d'après **BETIER (1951)**, (2ème édition). (Fig.17)

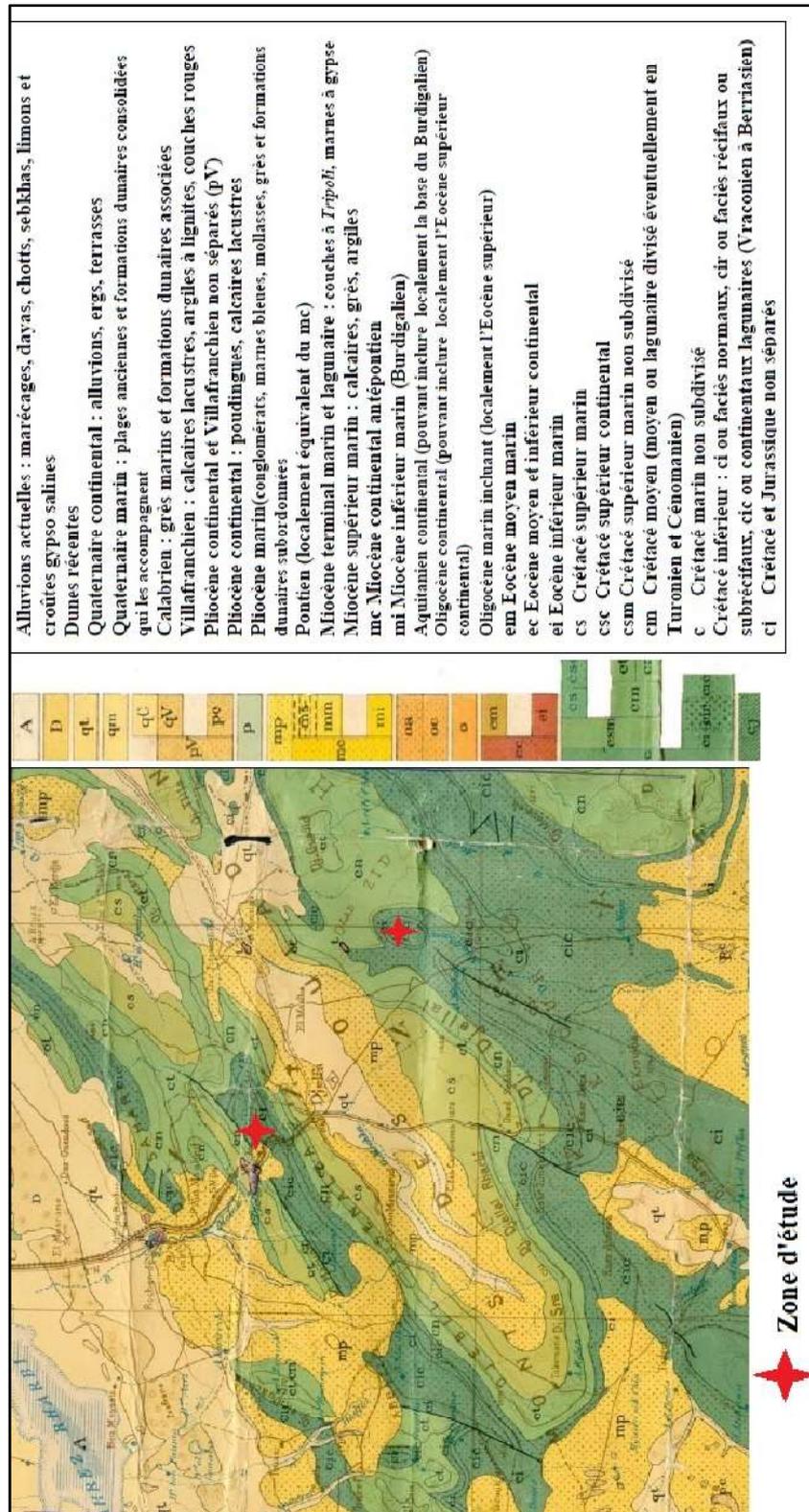


Fig.17 Géologie de la zone d'étude à partir de la représentation des unités géologiques des monts des OuledNails. Extrait de la carte géologique de l'Algérie au 1/500.000, 2^{ème} édition (**BETIER, 1951**) *in*

KADIK L (2005)

Comme on peut le constater sur les travaux de **KADIK L (2005)**, les principales unités géologiques rencontrées dans la région sont : le Crétacé qui couvre la plus grande superficie, le Néocène et le Quaternaire.

5.1 Le Crétacé

5.1.1 Le crétacé inférieur (Ci)

Selon **POUGET (1980)**, il présente des faciès très diversifiés, formés par des roches calcaires tendres, des séries gréseuses, des séries de calcaires de l'Aptien, des séries gréseuses de l'Albien etc... ; on rencontre également des faciès plus détritiques notamment les grès du crétacé inférieur continental (CiC) qui présentent des épaisseurs très variables.

5.1.2 Le crétacé moyen ou lagunaire (Cm, Cn, Ct), divisé selon le même auteur en Turonien et Cénomaniens selon **POUGET (1980)** :

- le Turonien : est bien représenté dans l'Atlas saharien en raison de la dureté de ses séries calcaires, il borde les synclinaux perchés (Djebel Bou Kahil)
- Le Cénomaniens : est caractérisé par des dépôts marins, couvre l'ensemble des hauts plateaux de l'Atlas saharien et du Sahara. Il est caractérisé par des séries marneuses, marno-calcaires où parfois alternent des bancs de calcaires plus durs

5.1.3 Le crétacé supérieur (Cs)

Selon **POUGET (1980)**, il est formé par l'alternance d'une série à dominance de marnes et marno-calcaires avec des alternances décimétriques à métriques de calcaire dur. Il se situe dans 'Atlas saharien à l'Est de la ligne Djelfa-Laghouat dans le synclinal de Djelfa et au Sud de Tiaret.

5.2 Le Néocène

Selon **POUGET (1980)**, il est représenté dans notre zone d'étude par le tertiaire continental (Néocène supérieur et pliocène), constitué d'argiles sableuses rouges à ocres venues combler les dépressions dans les hautes plaines et l'Atlas saharien. Après les grands mouvements orogéniques du milieu du tertiaire et la surrection de l'Atlas.

5.3 Le Quaternaire :

Selon **POUGET (1980)**, il est représenté par les alluvions anciennes qui sont formées de couches rouges argilo sableuses grisâtres ou blanchâtres.

6 Situation biogéographique

Plusieurs auteurs ont étudié la flore algérienne et ces dès 1878 ; ce qui donne une classification en domaines et secteurs floristiques en liaison directe avec le climat. C'est en **1926** que **MAIRE** a divisé l'Algérie en deux régions : la région méditerranéenne et la région saharienne ; On peut alors en déduire que notre zone d'étude appartient à : la région méditerranéenne, domaine mauritanien, steppique, secteur de l'Atlas saharien qui est divisé en trois secteurs à savoir :

- Secteur des hauts plateaux orano – algérois ;
- Secteur du sud constantinois ;
- Secteur de l'Atlas saharien.

L'auteur stipule que **QUEZEL & SANTA (1962)** et **BARRY & CELLES (1974)** ont modifié les subdivisions de **MAIRE (1926)** précitées. Ils ont alors distingué des sous-secteurs dans les hautes plaines et l'Atlas saharien. Selon la classification de **QUEZEL & SANTA (1962)**, notre zone d'étude appartient aux formations climatiques de la région méditerranéenne du secteur de l'Atlas saharien et du sous-secteur de l'Atlas saharien algérois et selon la classification, de **BARRY & CELLES (1974)**, notre zone d'étude se situe dans le domaine Maghrébin steppique, dans le secteur de l'Atlas saharien et dans le sous-secteur de l'Atlas saharien algérois (Tableau 9).

Tableau 9. : Les principales subdivisions phytogéographiques de la zone d'étude d'après la classification de **BARRY & CELLES (1974)** :

	Groupe méditerranéen de l'Holarctis Région méditerranéenne	
	Sous région : Eu- méditerranéenne	Sous région : Saharo-sindienne
Domaine	Maghrébin steppique	Saharo- méditerranéen
Sous domaine	/	Sahara septentrional Sahara Nord occidental
Secteur	- Hauts plateaux algéro-oranais (H ₁) - Hauts plateaux constantinois (H ₂) - Atlas Saharien - Sud Constantinois	Bordure saharienne
Sous-secteur	- Atlas Saharien Oranais (AS ₁) - Atlas Saharien Algérois (AS ₂) - Atlas Saharien Aurésio-constantinois (AS ₃) - Hodna (Hd)	Algérien (SS ₁) Oranais (SS ₂)

7 Hydrogéologie et hydrologie

D'après l'étude de **KHERFANE (2014)**, le réseau hydrographique de Djelfa est en grande partie endoréique à l'exception de la région de l'extrême Nord de la région formée de l'Oued Ouark et de l'Oued Touil, en général on rencontre trois systèmes hydrographiques dans la région :

- au Nord, le bassin du Chellif qui draine la première dépression ; les eaux superficielles et souterraines y sont abondantes surtout dans le secteur occidental de la dépression (vallée de l'Oued Touil) ; partout ailleurs la ressource en eau est très faible voire insignifiante ;
- Au centre, le bassin du Zahrez : bassin versant formé de chotts où se regroupent les eaux des plaines de la dépression des Ouled Nail. L'eau est rare dans la partie septentrionale mais abondante au Sud (Oued Mellah) ;
- Au Sud, le bassin de l'Oued Jeddi qui collecte les eaux de ruissellement du versant sud de l'Atlas Saharien. La ressource en eau est très limitée à quelques résurgences de la nappe d'inter-flux des principaux Oueds (Oued Taâdmit, oued Messaâd).

Comme on peut le constater sur la figure 18, nos stations se trouvent dans des zones plus ou moins éloignées des différents cours d'eau (**KHERFANE, 2014**).

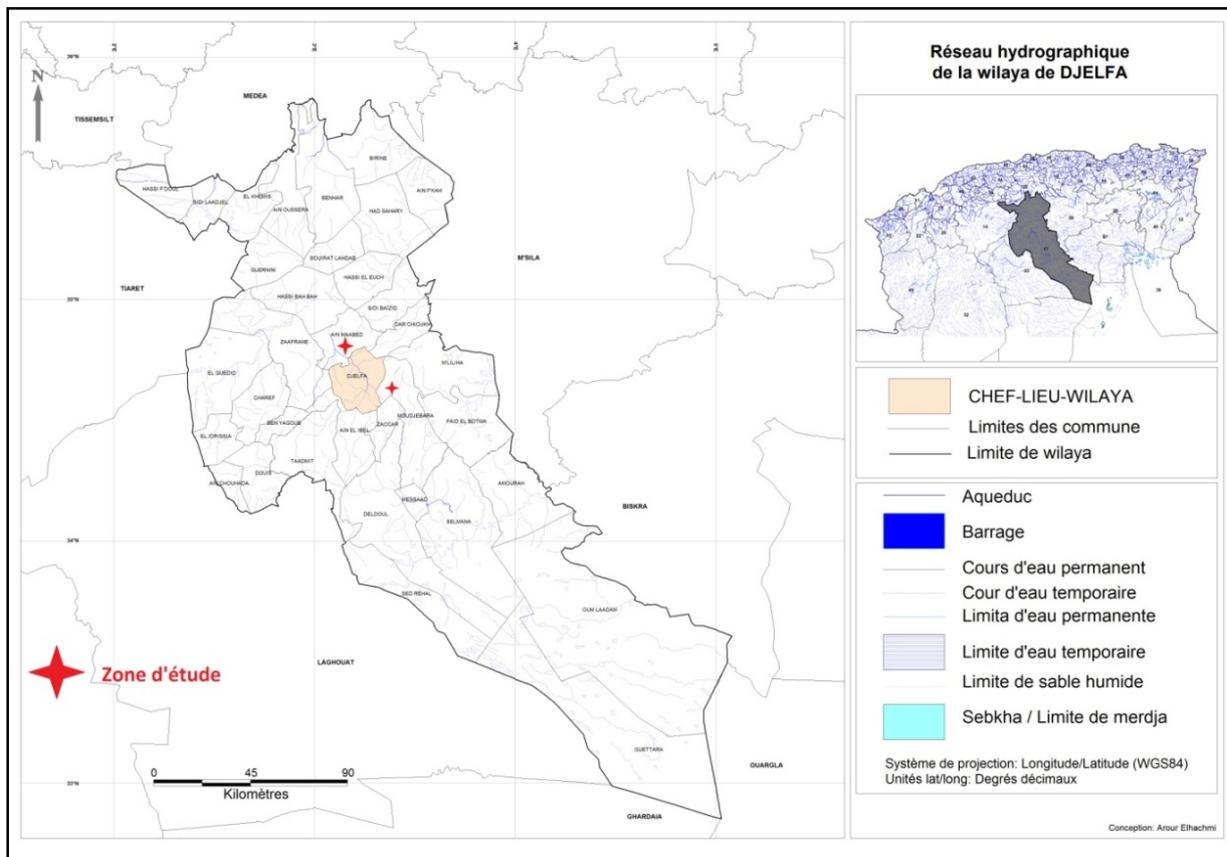


Fig.18. Réseau hydrographique de la région de Djelfa, d'après **DHW Djelfa (2012) in KHERFANE (2014)**.

8 Pédologie et lithologie.

Les sols de la région de Djelfa sont généralement squelettiques fragiles et pauvres en matière organique. Ils représentent une faible stabilité structurale (pauvres en humus). Ce sont des sols peu profonds qui présentent souvent une croûte calcaire et un taux de salinité conséquent (B.N.E.F, 1983). Pour KADIK B (1983), les sols des forêts à pin d'Alep de la région de Djelfa sont des sols bruns calcaires avec un horizon B plus calcaire que l'horizon A.

On peut alors en déduire que les stations étudiées présentent des sols à dominance calcaire, comme le montre la figure ci-dessous.

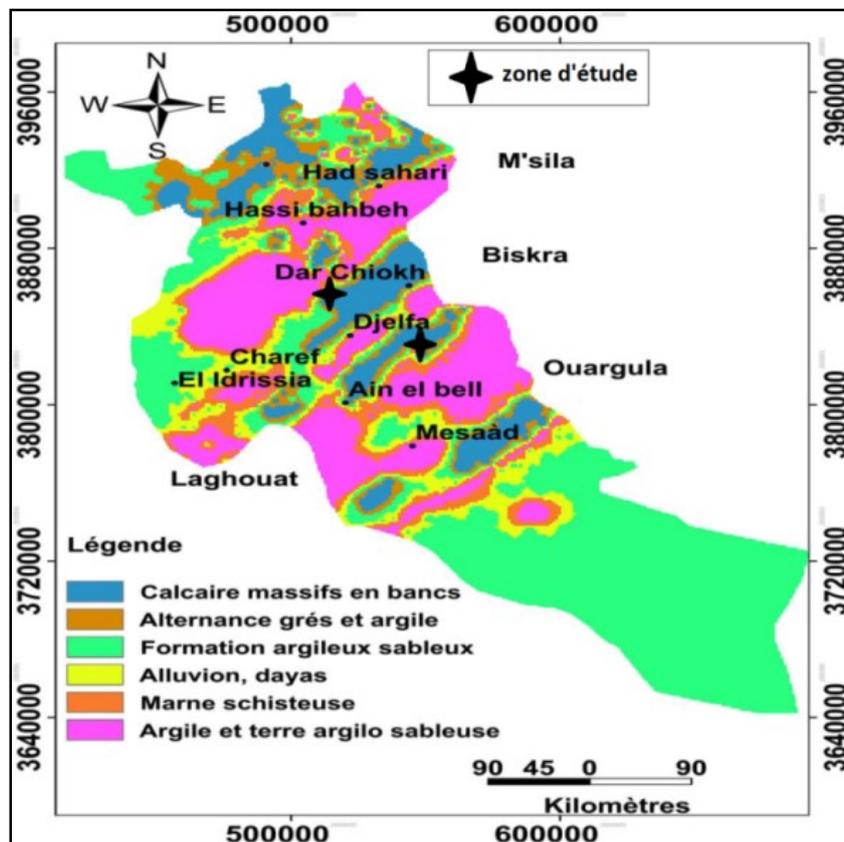


Fig.19 Carte de l'ensemble géomorphologique de Djelfa en fonction de la lithologie du terrain
D'après **POUGET (1980) in KOUSSA& BOUZIANE (2018).**

II. SYNTHÈSE CLIMATIQUE

Tous les êtres vivants sont affectés par des facteurs externes tels que : le climat, le sol et la géologie...En général les facteurs écologiques, en particulier ceux liés au climat n'agissent jamais isolément, mais en tandem. Donc l'étude de chacun de ces facteurs est sans aucun doute une approche déterminante pour la compréhension des différents phénomènes écologiques. Les conditions climatiques jouent, donc, un rôle clé dans la répartition des formations végétales. Dans cette étude, nous accorderons plus d'importance à la pluviosité et la température, qui sont d'une part les données les plus disponibles et d'autre part des facteurs hautement influents sur la flore.

Pour notre travail, nous avons pris en considération les données climatiques fournies par la station météorologique de Djelfa, qui se trouve sur une altitude de 1160 m, sur la longitude 03°15'Est et la latitude 34°41'Nord, pour la période (1972-2014). Pour ce qui est de l'extrapolation des données climatiques à la zone d'étude, nous avons utilisé les gradients calculés pour la partie centrale de l'Atlas saharien par **DJEBAILI (1978)**, pour les précipitations (P) un gradient de 22,7mm pour 100m de dénivellation, pour la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (M) un gradient de 0,8°C pour 100m de dénivellation, pour la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m) un gradient de 0,3°C pour 100m de dénivellation.

1. Les précipitations

DJEBAILI (1978), définit les précipitations comme étant un facteur climatique déterminant, car elles conditionnent la répartition du couvert végétal comme elles peuvent contribuer à la dégradation du milieu par le phénomène d'érosion. La pluviométrie varie du Nord au Sud et d'Est à l'Ouest et devient importante en hauteur. Pour **LE HOUEROU (1995)**, cette variabilité pluviométrique par endroits peut expliquer par exemple le passage entre la végétation forestière et la végétation steppique. Les précipitations sont exprimées quantitativement par le pluviomètre moyen annuel et mensuel.

La figure 20 montre une tendance à la baisse de la pluviométrie au fil des années et ce depuis 1972 (année de lancement du projet du Barrage vert), ce qui rejoint les constatations de **HIRCHE & al. (2007)**, **TORETI & al. (2010)** et **RAYMOND & al. (2016)**, de qui observent une tendance générale à l'assèchement du climat et à la diminution des précipitations surtout au niveau du bassin méditerranéen.

Les histogrammes de la figure 21, représentent une comparaison entre les précipitations moyennes mensuelles (mm) de nos deux stations (Moudjebara et Ain Maabed). De l'analyse

du graphe ci-dessous, il ressort une diminution des pluies, observée au mois de février suivie d'une remontée jusqu'au mois de Mai. Le mois le plus pluvieux est le mois de janvier. Le mois le plus sec est le mois de juillet. La quantité moyenne annuelle de la période étudiée est de 409,08 mm pour la station de Moudjebara est de 327,36 mm pour la station de Ain Maabed. On constate globalement une pluviosité plus importante à Moudjebara, ceci est en concordance avec le gradient altitudinal entre les deux stations étudiées.

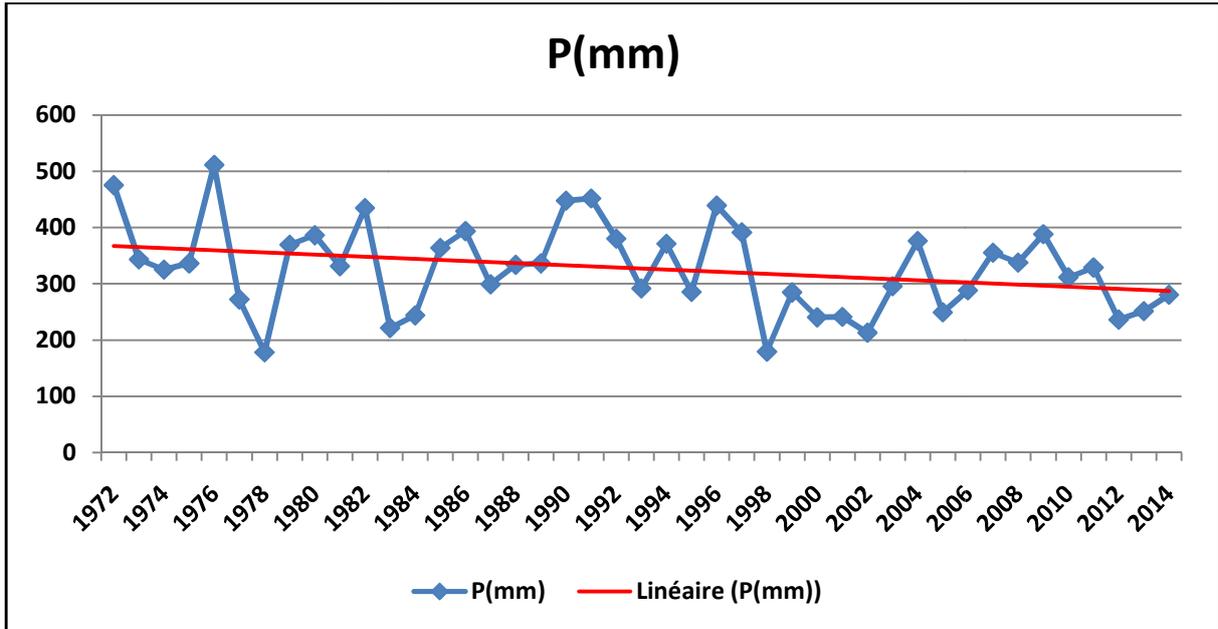


Fig.20 Evolution de la pluviométrie dans la région de Djelfa depuis 1972.

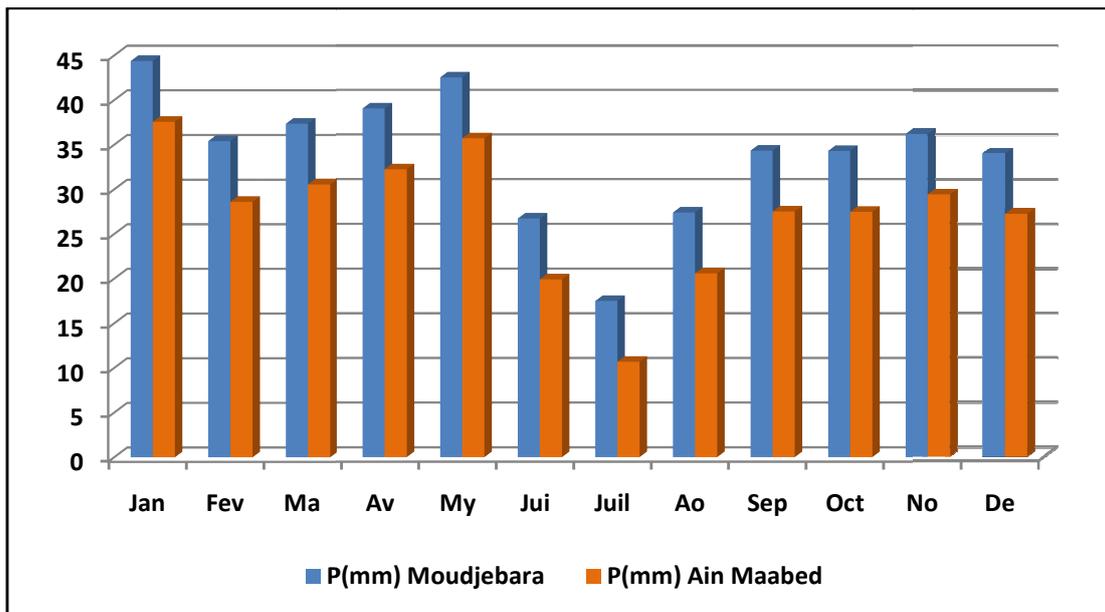


Fig.21 Variation des précipitations moyennes mensuelles en mm (1972-2014).

Pour la flore, la répartition des précipitations est plus importante que la quantité. Pour **AIDOU** (1994), l'eau qui est utile, est celle qui est disponible durant le cycle de développement végétal. **MUSSET (1953)**, fut le premier à définir la notion régime saisonnier : qui consiste à calculer la somme des précipitations par saison et à effectuer le classement par ordre de pluviosité décroissante et en rattachant chaque saison à une initiale correspondante : **P**(Printemps) **H**(Hiver) **E**(Eté) **A**(Automne).

Concernant notre zone d'étude, il est de type PHAE et ce pour les deux stations étudiées comme on peut le constater sur la figure 22.

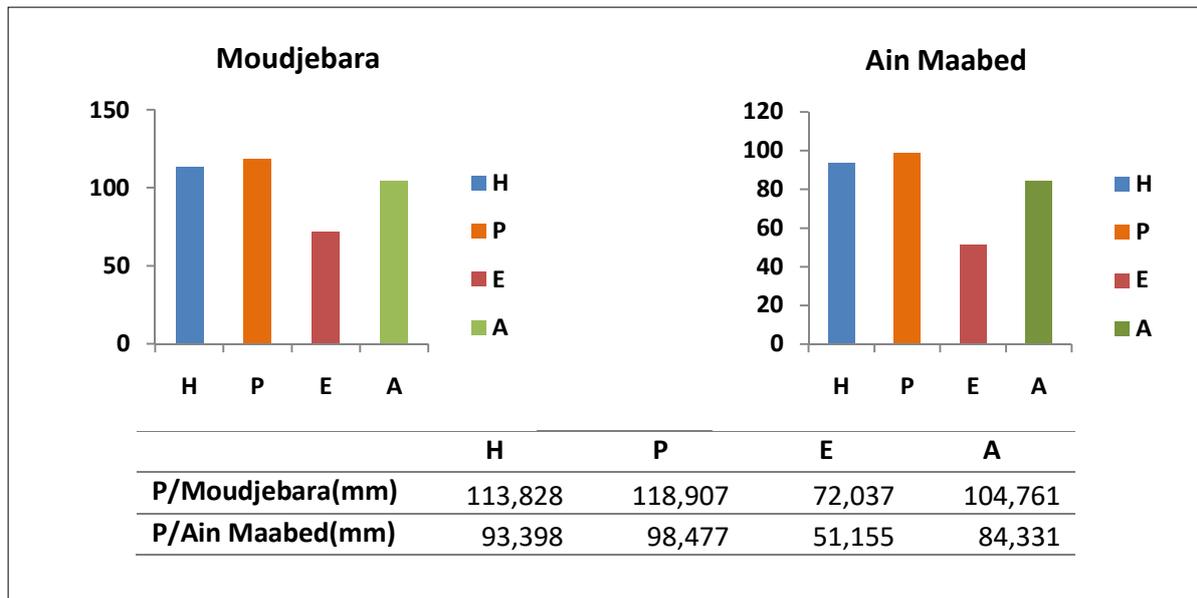


Fig.22 Les régimes saisonniers (précipitation en mm) durant la période (1972-2014).

2. La température

SOLTNER (1987), définit la température comme un facteur tout aussi déterminant que la pluviométrie, car elle intervient dans la répartition géographique du végétal, générant ainsi divers paysages. Selon **KADIK L (1984)**, la durée du froid hivernal d'une part, et les sécheresses estivales d'autre part représentent deux facteurs limitants pour la croissance des plantes. La température joue donc un rôle essentiel dans le développement de la flore c'est donc, un élément écologique fondamental.

Les données de température de nos stations sont représentées par la figure qui suit, où on peut trouver :

M: moyenne des températures maximales du mois le plus chaud;

m: moyenne des températures minimales du mois le plus froid, qui représente le degré et la durée de la période critique des gelées (**EMBERGER, 1930**);

$T^{\circ}\text{moy}$: température moyenne mensuelle, avec $T^{\circ}\text{moy} = (M+m)/2$.

Du point de vue thermique, il y a lieu de signaler surtout les hausses observées au cours des mois de juillet et août (25°C à 26°C) (fig.23).

Les données de températures de nos stations montrent que :

- * La moyenne des maxima du mois le plus chaud (**M**) est de : $33,84^{\circ}\text{C}$ pour Moudjebara et $34,08^{\circ}\text{C}$ pour Ain Maabed (juillet).
- * La moyenne des minima du mois le plus froid (**m**) est de : $0,40^{\circ}\text{C}$ pour Moudjebara et $0,47^{\circ}\text{C}$ pour Ain Maabed (janvier).
- * La température moyenne annuelle (**$T^{\circ}\text{moy}$**) est de l'ordre de : $14,74^{\circ}\text{C}$ pour Moudjebara et $14,90^{\circ}\text{C}$ pour Ain Maabed.

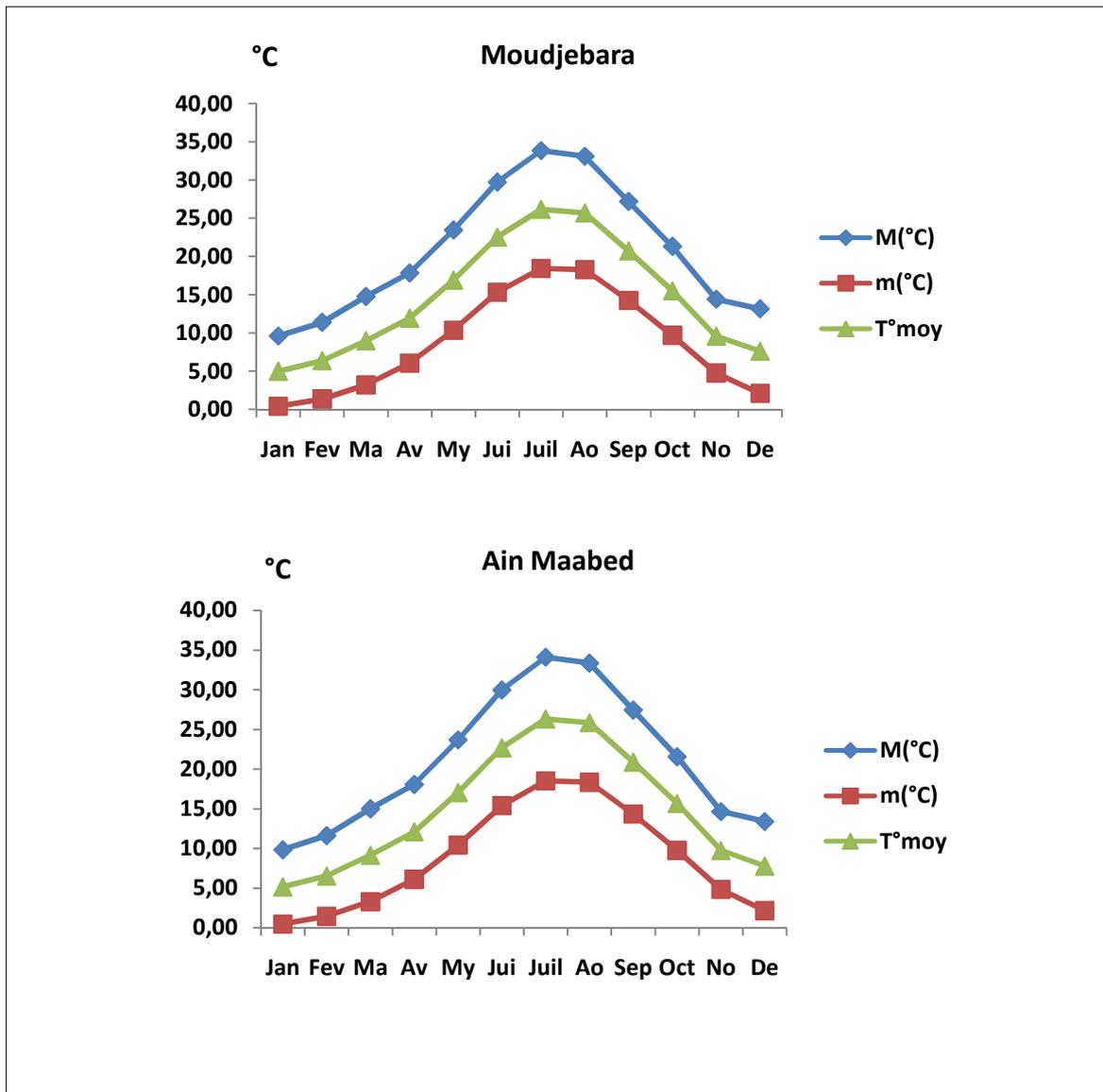


Fig.23 Moyennes des températures annuelles de 1972 à 2014.

Cela montre que la zone d'étude subit une influence thermique exprimée par un hiver froid et un été chaud ; ces extrêmes thermiques sont caractéristiques du climat méditerranéen. On note au passage que la station d'Ain Maabed enregistre des températures légèrement plus élevées que celle de Moudjebara (Fig24) et cela est en concordance avec le gradient altitudinal entre les deux stations.

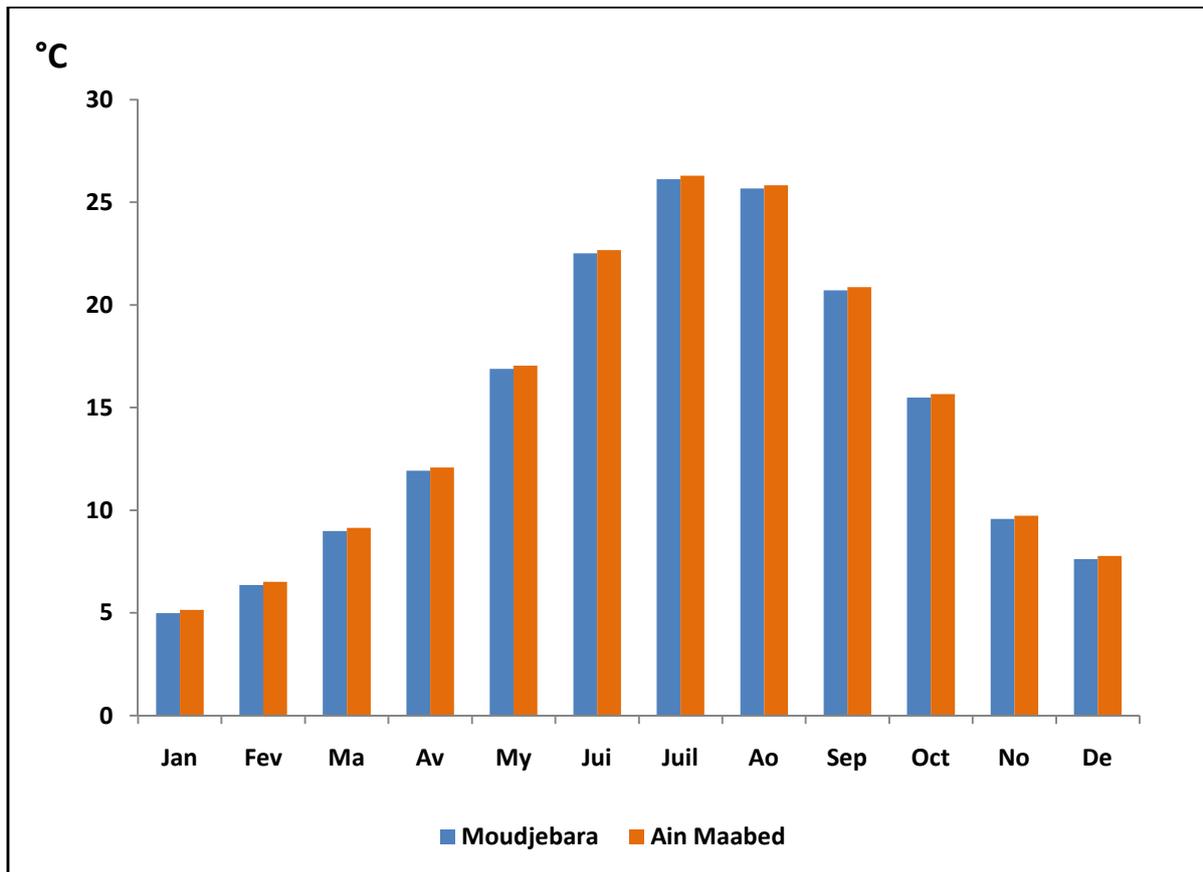


Fig.24 Variation des températures moyennes mensuelles (1972-2014).

D'une manière plus générale, on observe une augmentation des températures moyennes au fil des années et ce depuis 1972, ce qui est montré par la courbe de tendance de la figure 25. Ces résultats rejoignent les constatations de **BOUSNINA (1988)**, **SEGUIN (2007)** et de **BOUBLENZ & al. (2012)**, qui observent ces dernières décennies une légère élévation des températures moyennes à cause du phénomène de réchauffement climatique global à l'échelle mondiale et sur plusieurs années.

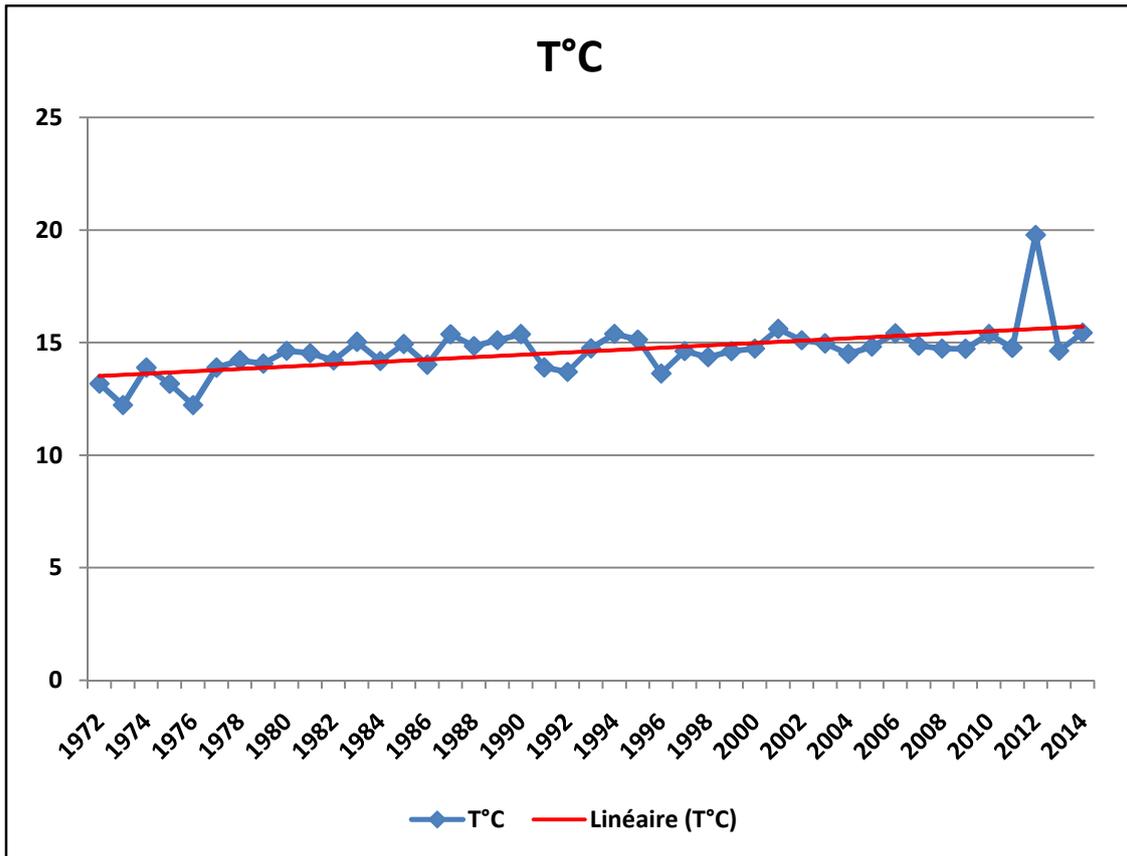


Fig.25 Evolution des températures moyennes dans la région de Djelfa depuis 1972.

3. Synthèse climatique

Pour la synthèse climatique de notre zone d'étude on s'est basé sur le diagramme ombrothermique de **BAGNOULS & GAUSSEN (1953)**, ainsi que sur le climagramme d'**EMBERGER (1930)**.

3.1 Diagramme ombrothermique

Selon les travaux de **BAGNOULS et GAUSSEN (1953)**, un mois sera considéré comme sec lorsque le total des précipitations (P /mm) est égal ou inférieur au double de la température ($T/°C$) du mois soit : $P \leq 2T$. Ce diagramme est alors construit en portant en abscisse les mois et en ordonnée les précipitations moyennes mensuelles (P) sur un axe et les températures moyennes mensuelles (T) sur le deuxième axe, en doublant l'échelle des températures par rapport aux précipitations ($P= 2T$) ; la partie du graphe comprise entre les deux courbes obtenues traduit alors à la fois l'intensité et la durée de la sécheresse.

Dans notre étude, l'exploitation des données climatiques pour les deux stations nous a permis de tracer leur diagramme ombrothermique représenté par la figure 26.

On remarque sur ce diagramme que la période sèche s'étend de la mi-avril jusqu'à fin octobre (6 mois et demi) pour la station de Moudjebara et de début avril jusqu'à fin octobre pour la station de Ain Maabed (7 mois).

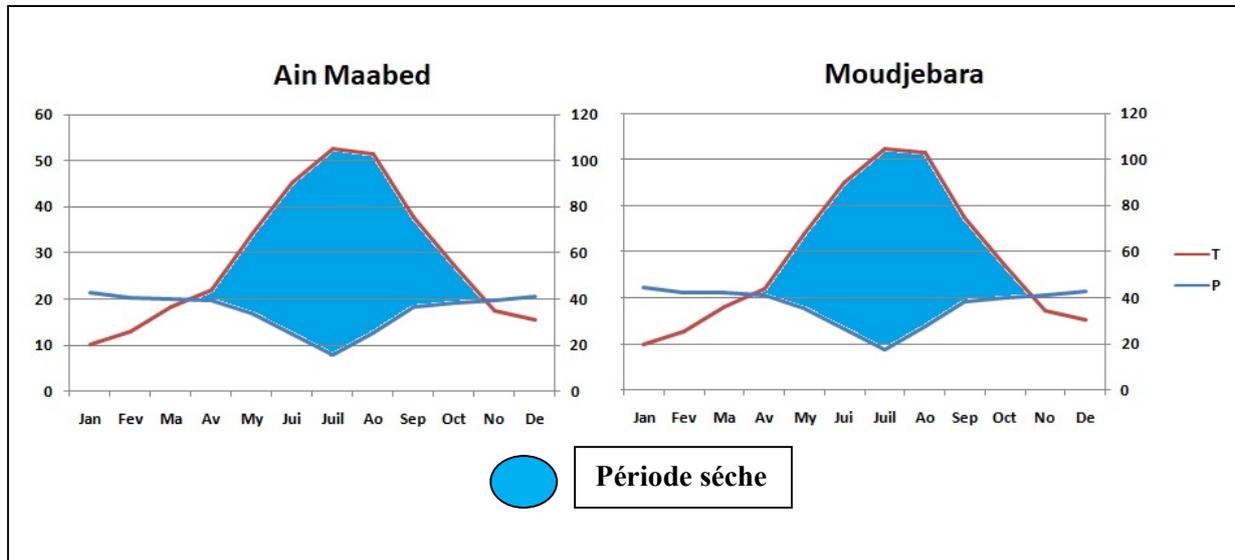


Fig.26 Diagramme ombrothermique des stations étudiées pour la période (1972-2014).

3.2 Climagramme pluviométrique d'EMBERGER

BENABADJI & BOUAZZA (2000), définissent le quotient pluviothermique d'Emberger comme l'indice climatique le plus fréquemment utilisé pour caractériser le bioclimat d'une région méditerranéenne, particulièrement en Afrique du nord ; l'indice tient compte de l'effet conjugué de la pluviométrie et la température. Il s'agit du quotient pluviothermique (Q2). **EMBERGER (1955)**, a établi la formule suivante pour définir les différents types de bioclimats en région méditerranéenne :

$$Q2=2000P/M^2-m^2$$

-Q2: Quotient pluviothermique

-P: Pluviosité moyenne annuelle

-M: Température du mois le plus chaud

-m : Température du mois le plus froid

Cette formule a été modifiée par **STEWART (1969)**, pour la formule suivante :

$$Q3 = (P / M - m). 3,43 \quad (K= 3.43 : \text{Constante relative à la région : Algérie-Maroc})$$

D'après le tableau 10 et la figure 27, notre zone d'étude se localise, sur le climagramme, dans l'étage bioclimatique semi-aride, variante thermique à hiver frais.

Tableau 10 : Quotient pluviothermique et étage bioclimatique des stations étudiées durant la période (1972-2014) :

Stations	P(mm)	M°C)	m°C)	Q3	Bioclimat	Variante thermique
Moudjebara	409,08	33,84	0.40	41.96	Semi Aride	Hiver frais
Ain Maabed	327,36	34,08	0.47	33.40	Semi Aride	Hiver frais

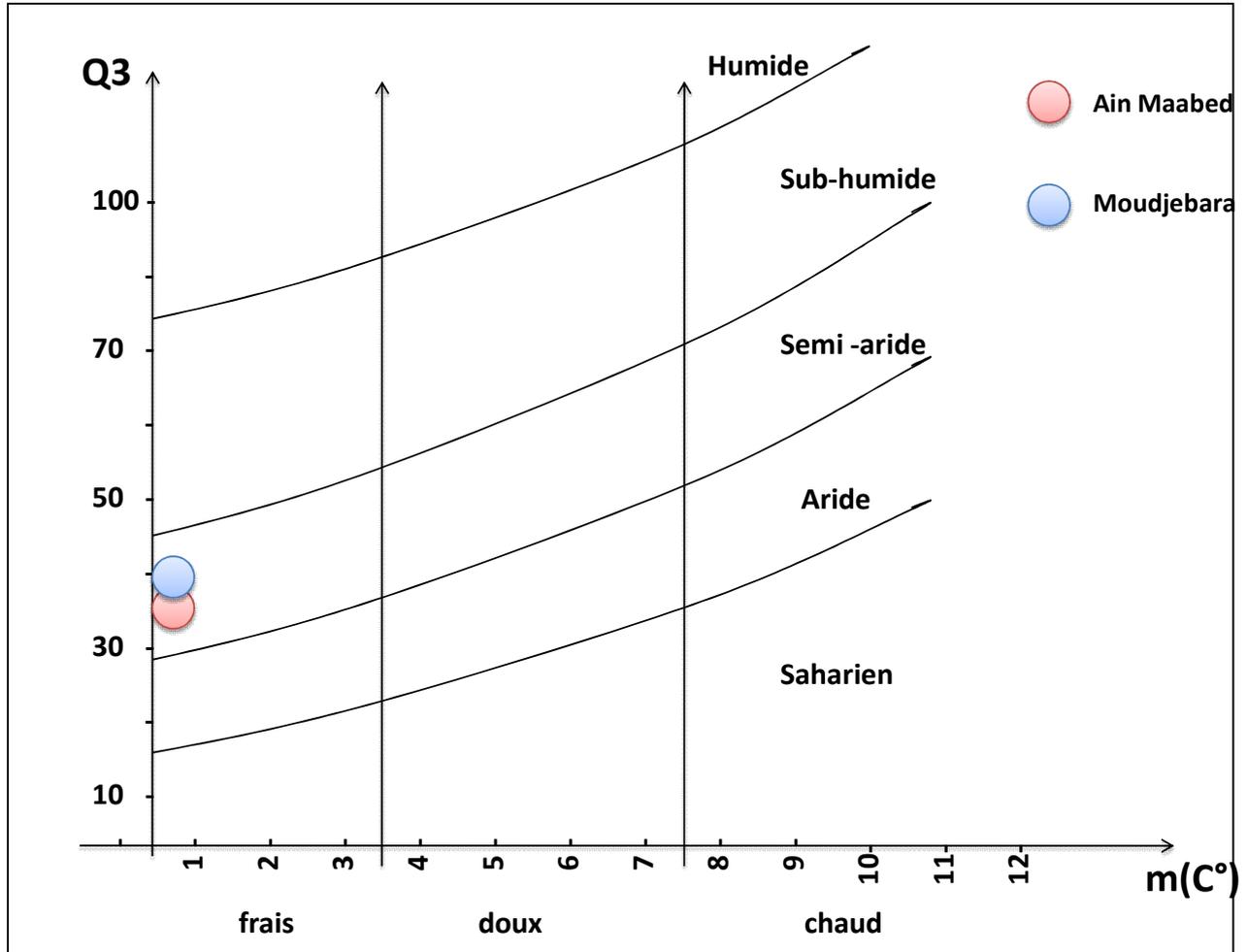


Fig.27 Projection des stations étudiées dans le climagramme d'Emberger (1972-2014).

3.3 Indice de sécheresse estivale d'Emberger-Giacobbe

L'intensité de la sécheresse estivale est exprimée par un indice (S) qui a été calculé par **EMBERGE (1943)**; cet indice représente le rapport des précipitations estivales (P) à la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M). D'après **DAGET (1977)**, si le résultat est inférieur à 5, il y a sécheresse estivale et on est devant une station méditerranéenne.

D'après les résultats de l'indice (S) (Tableau.11), la méditerranéité de notre zone d'étude ne se prête à aucune confusion : ($S < 5$)

Tableau 11 : Valeurs de l'indice de sécheresse estivale d'Emberger-Giacobbe pour la zone d'étude (1972-2014) :

Site	P	M	S
Moudjebara	72,037	33,84	2,12
Ain Maabed	51,155	34,08	1,50

3.4 Indice d'aridité de « DE MARTONNE »

DE MARTONNE (1926), définit un indice qui prend en considération la température moyenne (T), et la pluviométrie annuelle (P). L'indice est exprimé par la formule : $IDM = P/(T + 10)$

Les résultats de calcul de l'indice d'aridité de **DE MARTONNE** pour notre zone d'étude, sont présentés par tableau 12 qui nous révèle un bioclimat semi-aride.

En fonction des valeurs seuils de l'IDM, on peut distinguer six grands types de bioclimats.

Tableau 12. Valeurs de l'indice d'aridité des stations étudiées pour la période (1972-2014) :

Site	P (annuelle)	T°moy	IDM	Bioclimat
Moudjebara	409,08	14,74	16,53	Semi-aride
Ain Maabed	327,36	14,89	13,15	Semi-aride
IDM		Aridité		
< 5		aridité absolue		
5 < IDM < 10		Aride		
10 < IDM < 20		semi-aride		
20 < IDM < 30		semi-humide		
30 < IDM < 40		humide		
IDM > 40		humide		

3.5 Le vent

Le vent est un facteur climatique très important particulièrement dans les milieux arides et semi-aride, notamment à cause du phénomène de l'érosion éolienne. En se basant sur les données fournies par l'ONM (2015), ainsi que les travaux de **KHAOUANI (2019)**, dans notre zone d'étude, les vents dominants en saison humide sont généralement de direction Nord, Nord-Ouest et Ouest ; ils sont plutôt froids et frais, leur vitesse peut atteindre parfois les 6.4

mètre/second, D’après l’ONM (2015), durant la période sèche le sirocco peut souffler jusqu'à environ 60 jours par an à une vitesse pouvant atteindre les 4,05 mètre / seconde.

3.6 les gelées

Selon D.P.A.T (2012), ce phénomène météorologique lié à une baisse extrême des températures, représente un facteur climatique très contraignant dans la région ; le nombre de jours de gelées varie entre 60 à 40 jours/ans durant l’hiver et le printemps. C’est dans les parties Nord et centre de la région (où l’on trouve nos stations), que se manifeste fortement ce phénomène avec des moyennes de : 66.2 et 31.2 jours/an, alors qu’au Sud de la région celle-ci n’est seulement que de 3.2 jours/an.

Tableau.13 Valeurs moyennes mensuelles et annuelles des gelées. D’après s les données de l’ONM Djelfa (1972 - 2014) :

Mois	Sep	Oc	Nov	Dé	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
Moy gelée	0	0	2.9	9.3	11.1	6.8	3.3	0.6	0	0	0	0

CHAPITRE 3 :
Matériels et méthodes

I. ÉCHANTILLONNAGE

Le choix de nos stations a été principalement motivé par l'homogénéité et l'âge des reboisements (ces stations sont les plus représentatives des paysages dessinés par le Barrage vert).

L'emplacement des relevés a été déterminé suivant l'homogénéité physionomique et géomorphologique, à cet effet nous avons opté pour l'échantillonnage subjectif.

Selon **GOUNOT (1969)** et **DAGET (1980)**, l'échantillonnage subjectif est une méthode de reconnaissance qualitative rapide qui permet de débayer le terrain en vue d'études beaucoup plus précises pour un échantillonnage représentatif; ce qui a mis en évidence différents types de faciès et a permis de mieux comprendre l'effet des facteurs du milieu (climat, sol, relief..) sur la végétation et l'incidence des reboisements sur l'écosystème originel de la région.

Nous avons effectué 78 relevés durant la période optimale de développement de la végétation en l'occurrence (mai - juin) de l'année 2013.

Comme on peut le voir sur le graphe de la figure 28, les relevés réalisés ont fait l'objet d'une étude phytoécologique comprenant un inventaire floristique complété par des variables écologiques sectorielles et stationnelles (altitude, exposition, pente, pédologie), une analyse de la biodiversité, une dendrométrie (hauteur, diamètre, nombre d'arbre), ainsi qu'une appréciation de l'état phytosanitaire des peuplements (taux de défoliation et atteinte du tronc).

La surface de nos relevés s'est basée sur la notion de l'aire minimale. Cette notion est liée à l'augmentation du nombre d'espèces en fonction de la surface échantillonnée (**GUINOCHET, 1973**). Ce qui représente donc la surface adéquate permettant d'avoir une idée complète et suffisante sur la végétation étudiée. Nous nous sommes basés sur les travaux de **DJEBAILI (1970 - 1978)**, pour déterminer la surface de notre aire minimale qui est de l'ordre de 100m² pour les zones steppiques selon le même auteur.



Fig.28 schéma synthétique de la méthodologie.

II. ETAPES EXPERIMENTALES

1. Relevé phytoécologique

Les données sont recensées sur un formulaire (Annexe 2) d'inventaire phytoécologique, pour chaque relevé, la démarche suivie consiste à réaliser un inventaire floristique accompagné d'un relevé écologique.

1.1 Relevé écologique

Le graphe de la figure 29 résume l'essentiel des variables écologiques prises en considération dans notre étude. En effet cela consiste à prendre en considération différentes variables écologiques telles que : l'altitude, le bioclimat, l'exposition, la géomorphologie, la lithologie, le recouvrement végétal, l'érosion,.....

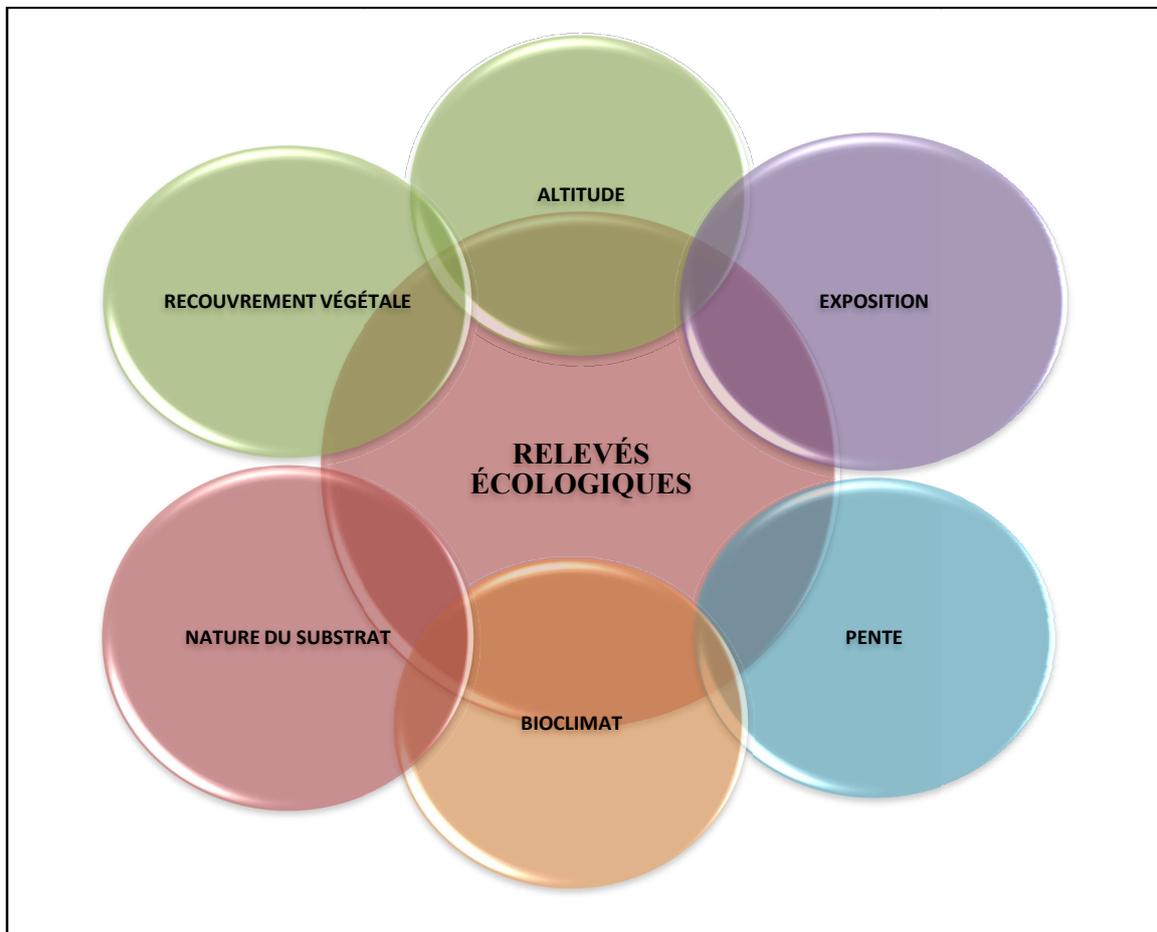


Fig.29 Schéma synthétique des variables écologiques enregistrées.

1.2 Inventaire floristique

Les données floristiques sont présentées sous la forme d'un inventaire des espèces rencontrées à l'intérieur de l'aire minimale correspondante aux relevés.

Chaque relevé a été effectué dans une surface floristiquement homogène suivant la méthode de **BRAUN-BLANQUET (1952)**, Il s'agit d'attribuer des coefficients sur une échelle d'abondance-dominance comme illustrée par le graphe de la figure 30.

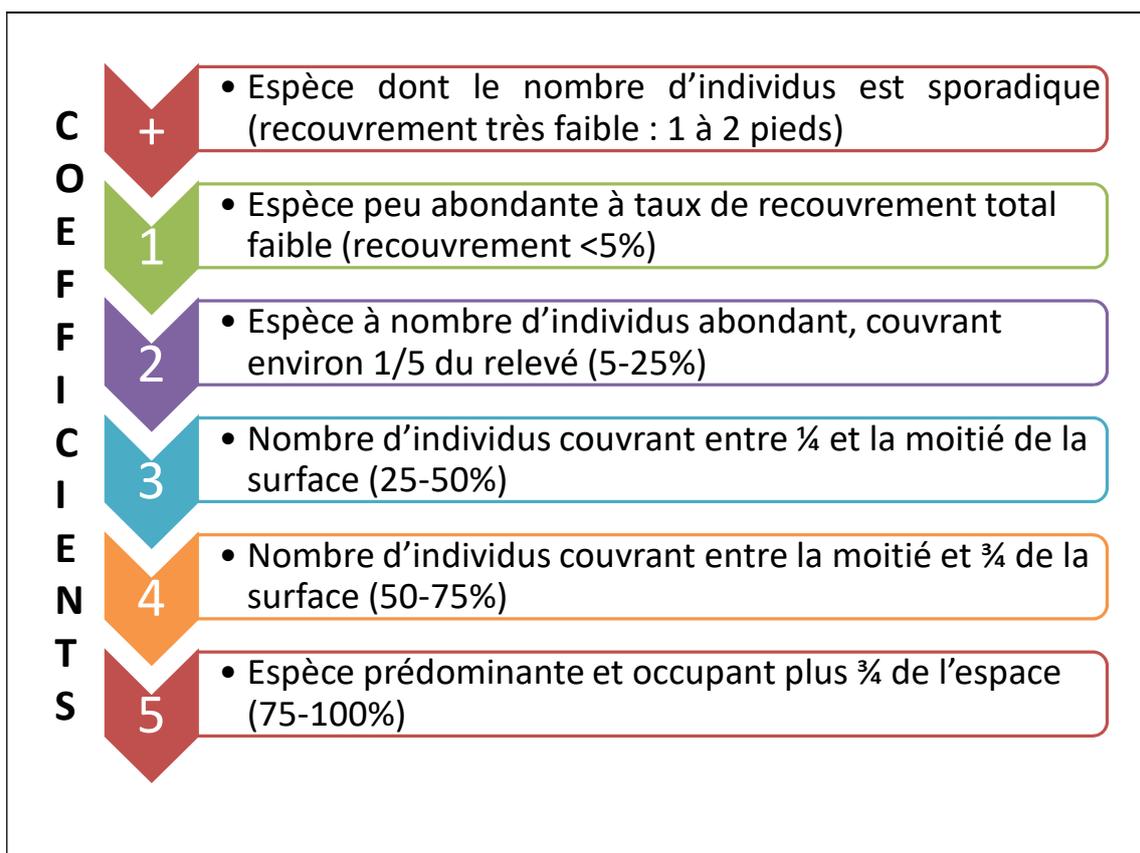


Fig.30 Coefficients d'abondance-dominance.

Etabli selon la méthode de BRAUN-BLANQUET.

La détermination des espèces végétales a été réalisée à l'aide des supports suivants :

- La flore de l'Algérie de **QUEZEL ET SANTA (1962-63)**
- La petite flore des régions arides du Maroc occidental de **NEGRE (1961)**.
- La flore du Sahara **OZENDA (1977)**
- La flore du Sahara **OZENDA (2004)**

L'actualisation de la nomenclature s'est faite en se basant sur les travaux de **DOBIGNARD & CHATELAIN (2010-2013)**.

1.3 Biologie et Biogéographie

L'étude floristique de nos relevés servira à contribuer à l'analyse de la richesse spécifique des stations étudiées et d'en déduire les caractéristiques biologiques et phytogéographiques.

1.3.1 Biologie

La classification des différents types biologiques (**Fig.31**) décrite par les travaux de **RAUNKIAER (1904)**, montre que :

- Les phanérophytes : Ce sont des plantes dont les bourgeons de rénovation sont à plus de 25cm du sol.
- Les chaméphytes : Ce sont des plantes dont les bourgeons de rénovation se trouvent entre 0 et 25cm.
- Les hémicryptophytes : Ce sont des plantes dont les bourgeons de rénovation sont à ras du sol ; en mauvaise saison on les trouve sous forme de rosettes.
- Les Géophytes (cryptophytes) : Ce sont des herbacées qui survivent grâce à leurs parties souterraines qui peuvent prendre la forme de : bulbes, tubercules ou rhizomes
- Les thérophytes : Ce sont des annuelles qui germent après l'hiver et passent la mauvaise saison sous forme de graines ou spores.

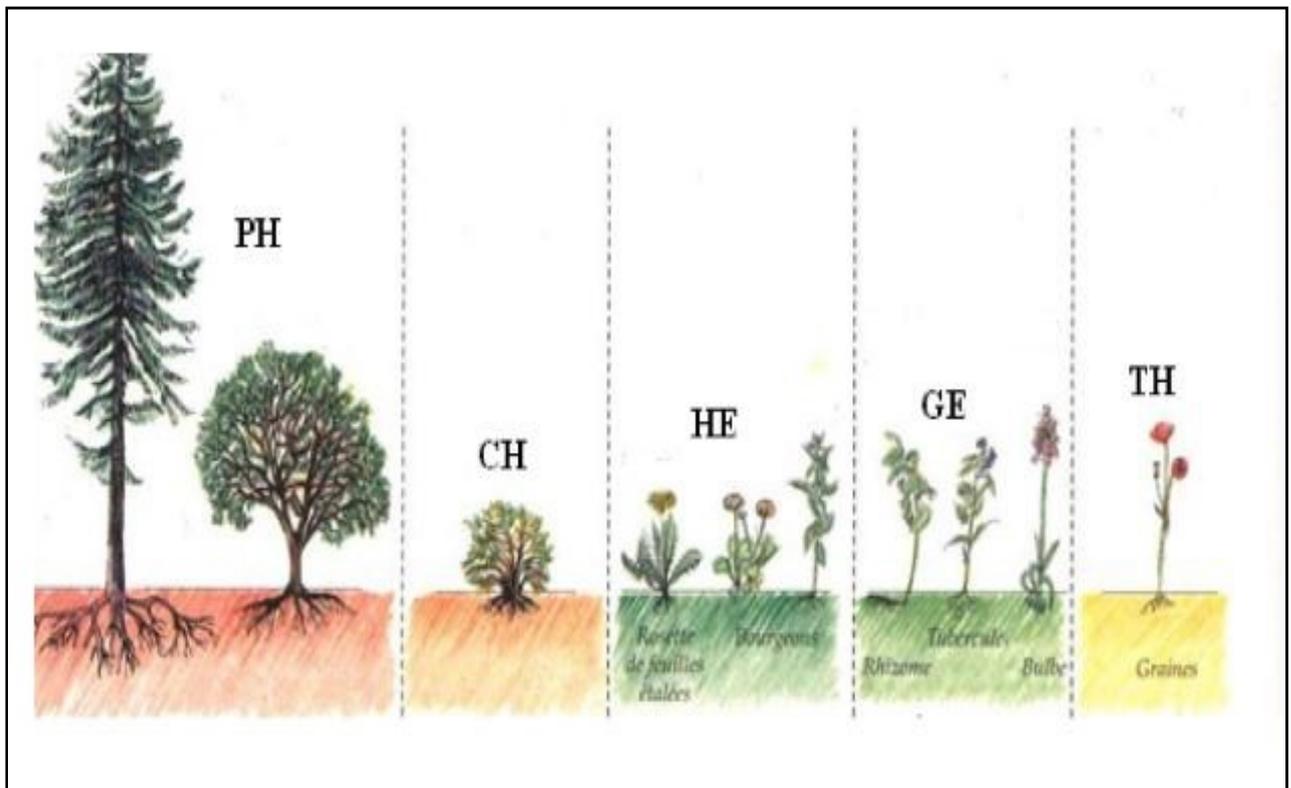


Fig.31 Classification des types biologiques. Selon RAUNKIAER (1904).

PH : phanérophytes / *CH* : chaméphytes / *HE* : hémicryptophytes / *GE* : Géophytes / *TH* : thérophytes

D'après AIDOU (1989), l'étude du spectre biologique consiste en une caractérisation pouvant expliquer la composition floristique d'une communauté végétale. Dans ce travail nous avons considéré deux types de spectre biologique afin d'avoir un aperçu sur la stratégie d'adaptation de la flore et de la végétation. (Spectre brut et spectre réel).

1.3.1.1 Spectre biologique brut

Selon RAUNKIAER (1904), ce spectre représente la participation des types biologiques à la flore d'une région par leur simple présence. Il est déterminé directement à partir de l'inventaire floristique. Ce spectre nous donne une idée sur la diversité floristique et sur le nombre d'espèces par type, mais ne nous informe pas sur la physiologie du couvert végétal et sa structure (sachant qu'il ne prend pas en considération le coefficient d'Abondance dominance).

1.3.1.2 Spectre biologique réel

Selon CARLES (1949), le spectre biologique réel est établi en tenant compte du pourcentage des recouvrements réels de chaque type biologique, ainsi que les taxons présents.

Selon LONG (1954), ce spectre se rapproche de la réalité et permet de comprendre la biologie des groupements, leur comportement et bien souvent leur liaison écologique.

Pour calculer ce spectre, nous avons suivi la démarche de LONG (1954), qui prend en considération les valeurs de recouvrement de chaque espèce. Le calcul du degré de recouvrement d'une espèce s'est basé sur l'échelle de TOMASELLI (1976), illustrée par le graphe de la figure suivante :

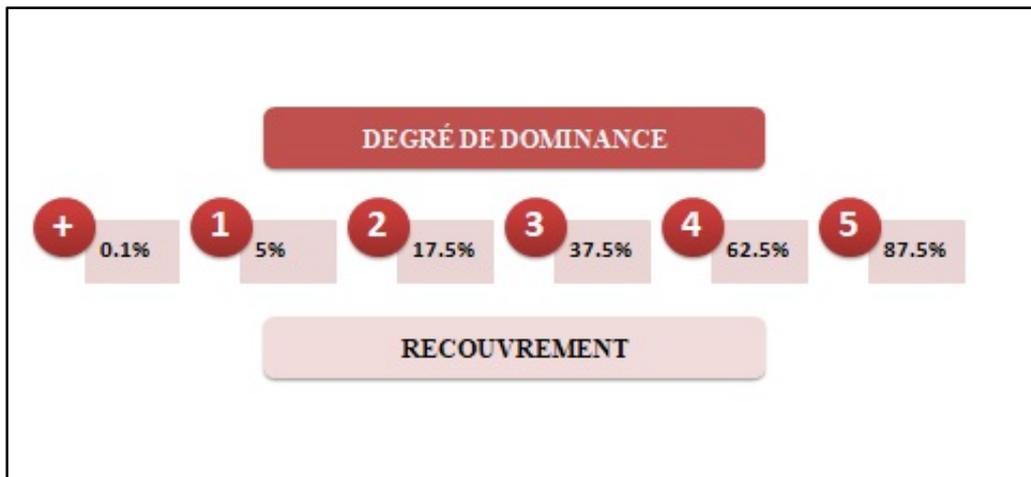


Fig.32 Echelle Dominance-recouvrement. Etabli selon l'échelle de TOMASELLI.

1.3.2 Biogéographie

Selon **QUEZEL (1985)**, la richesse des essences forestières du pourtour méditerranéen peut être expliquée par l'existence de divers ensembles biogéographiques et biogénétiques.

Pour **LACOSTE & SALANON (1969)**, la phytogéographie étudie la répartition des espèces sur la surface du globe ; cela dépend de plusieurs facteurs tels que : le climat, la nature du sol, l'historique des régions ou même l'isolement par les obstacles naturels.

D'après **GHENNOU (2014)**, la biogéographie des flores actuelles nous aide à mieux comprendre les modalités de leur mise en place, en particulier les données paléo-historiques. Toujours selon **GHENNOU (2014)**, plusieurs auteurs ont mené des travaux dans ce domaine, tels que : **ZOHARY (1962)**, **WALTER & STRAKA (1970)**, **ZOHARY (1971)**, **AXELROD (1973)**, **PIGNATTI (1978)**, **AXELROD & RAVEN (1978)** et **QUEZEL (1978, 1985 et 1995)**; ce dernier a mis en évidence l'hétérogénéité des origines de la flore méditerranéenne.

QUEZEL(1983), explique la diversité biogéographique de l'Afrique par les différentes modifications climatiques, rudement subies et cela depuis le Miocène, ce qui a occasionné la migration d'une flore tropicale.

2. Biodiversité

2.1 Richesse spécifique

Selon **MARCON (2010, 2016)**, la richesse spécifique est un indice qui représente le nombre de toutes les espèces connues et inconnues dans un écosystème donné. Dans notre étude nous avons considéré "S" comme le nombre d'espèces par relevé.

2.2 Indice de SHANNON (H')

Selon **RAMADE (2003)** et **MARCON (2010)**, cet indice permet d'apprécier la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et leur abondance. L'indice quantifie l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu. Il est calculé selon la formule suivante :

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i \quad (\text{DAGET, 1976}).$$

H' : Indice de diversité exprimé en unité bits

$P_i = n_i/N$ est l'abondance relative de l'espèce i, dont :

n_i : Nombre total des individus de l'espèce i ;

N : Nombre total de tous les individus ;

\log_2 : Logarithme à base de 2.

Selon **FRONTIER (1983)**, quand H' tend vers 0 cela signifie que tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce ; autrement dit qu'une espèce domine très largement dans le milieu. L'indice est maximal lorsque les individus sont répartis d'une façon homogène pour toutes les espèces recensées.

2.3 Indice d'Équitabilité (E)

D'après **BLONDEL (1979)**, cet indice représente le rapport de la diversité observée à la diversité maximale. L'indice permet d'apprécier la répartition des individus des espèces dans un milieu donné. L'équitabilité est calculée par la formule suivante :

$$E = H' / H_{\max}$$

$H_{\max} = \log_2 S$ (S = richesse spécifique totale)

La valeur de (E) varie de 0 à 1. Lorsqu'elle tend vers 0 cela signifie que les effectifs (nombre d'individus) des espèces recensées ne sont pas en équilibre ; cela veut dire qu'une ou deux espèces sont en dominance. En revanche lorsqu'elle tend vers 1 cela signifie que les effectifs des espèces recensées sont en équilibre.

2.4 Indice de perturbation (IP)

Selon **LOISEL & GAMILA (1993)**, le calcul de cet indice permet de quantifier la thérophytisation d'un milieu donné. Il est estimé par la formule suivante :

$$IP = (N.CH + N.TH) / N$$

N.CH= Nombre de chaméphytes ;

N.TH= Nombre de thérophytes ;

N= Nombre total des espèces.

3. Relevé dendrométrique

3.1 Hauteur des arbres

D'après **PARDE & BUCHON (1988)**, la hauteur des arbres (h) est déterminée selon la méthode de « la croix du bûcheron » (**fig.33**), basée sur le principe des triangles semblables. Certains dendromètres tels que le Blume-Leiss utilisent ce principe. La hauteur est déterminée alors par déduction selon l'équation suivante :

$$OB = AC \quad \text{alors} \quad OD = \text{la hauteur}$$

Pour certains individus un simple mètre ruban a suffi pour prendre les mesures (< 2m).

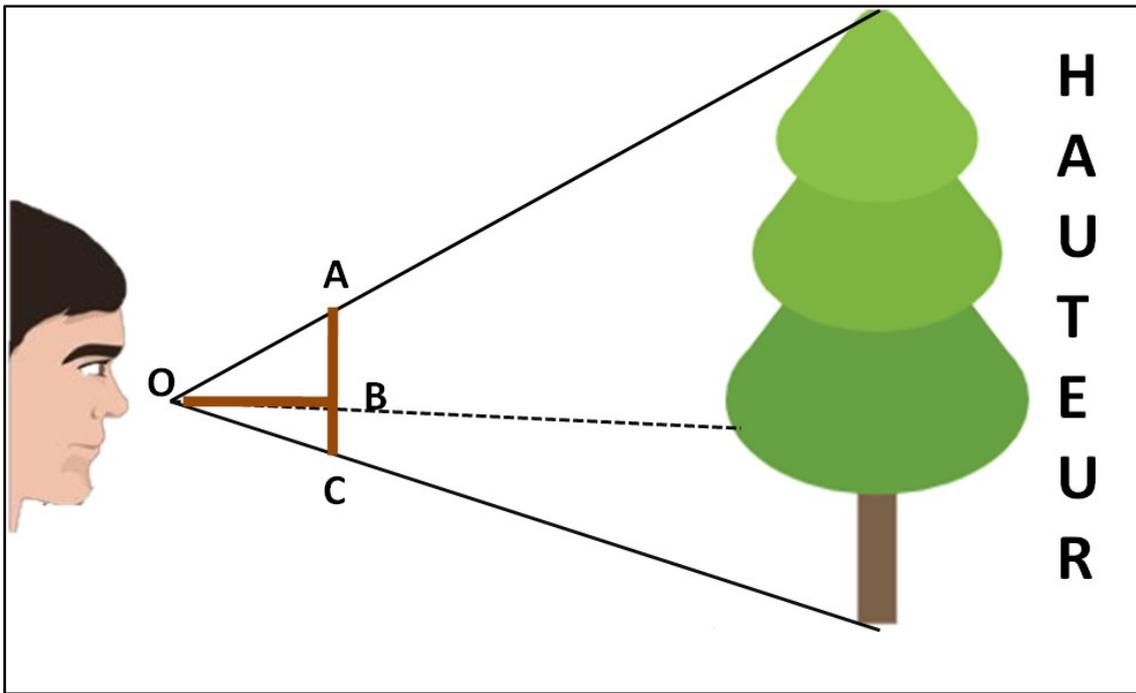


Fig.33 Méthode de la croix de bûcheron (Original, 2020).

3.2 Circonférence

Selon MASSENET (2009), le diamètre et la circonférence sont généralement mesurés à « hauteur d'homme » c'est-à-dire à 1,30 m, comme le montre la figure 34.

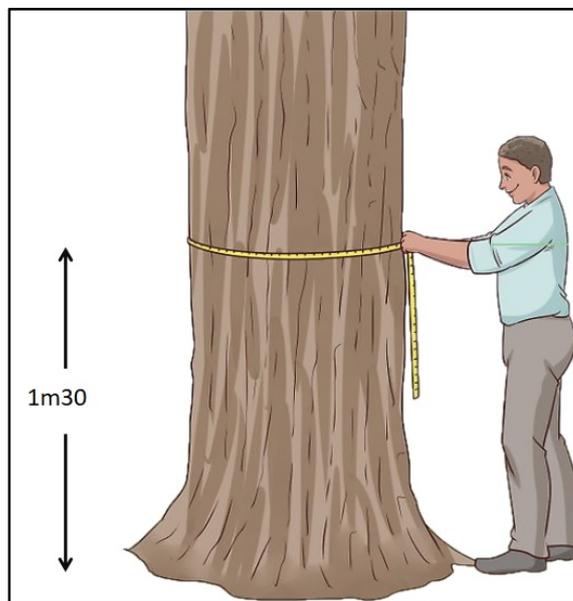


Fig.34 Méthode de mesure de la circonférence (Original, 2020).

- * Pour les individus chétifs dont la hauteur est inférieure à 1m50, nous avons pris les mesures à mi hauteur à l'aide d'un mètre ruban.
- * Pour les individus présentant des irrégularités au niveau du tronc, **RONDEUX (1999)**, propose la procédure de mesure représentée par la figure 35, on peut voir que l'auteur a classé ces irrégularités comme suit :

A : position pour la mesure de la circonférence d'un arbre sur un terrain incliné ;

B : position pour la mesure de la circonférence d'un arbre penché ;

C : position pour la mesure de la circonférence sur terrain plat ;

D : arbre fourchu plus de 1,30m ;

E : arbre fourchu moins de 1,30m donc considérés comme deux arbres ;

F : position pour la mesure de la circonférence d'un arbre avec des branches ou un renflement à 1,30 m.

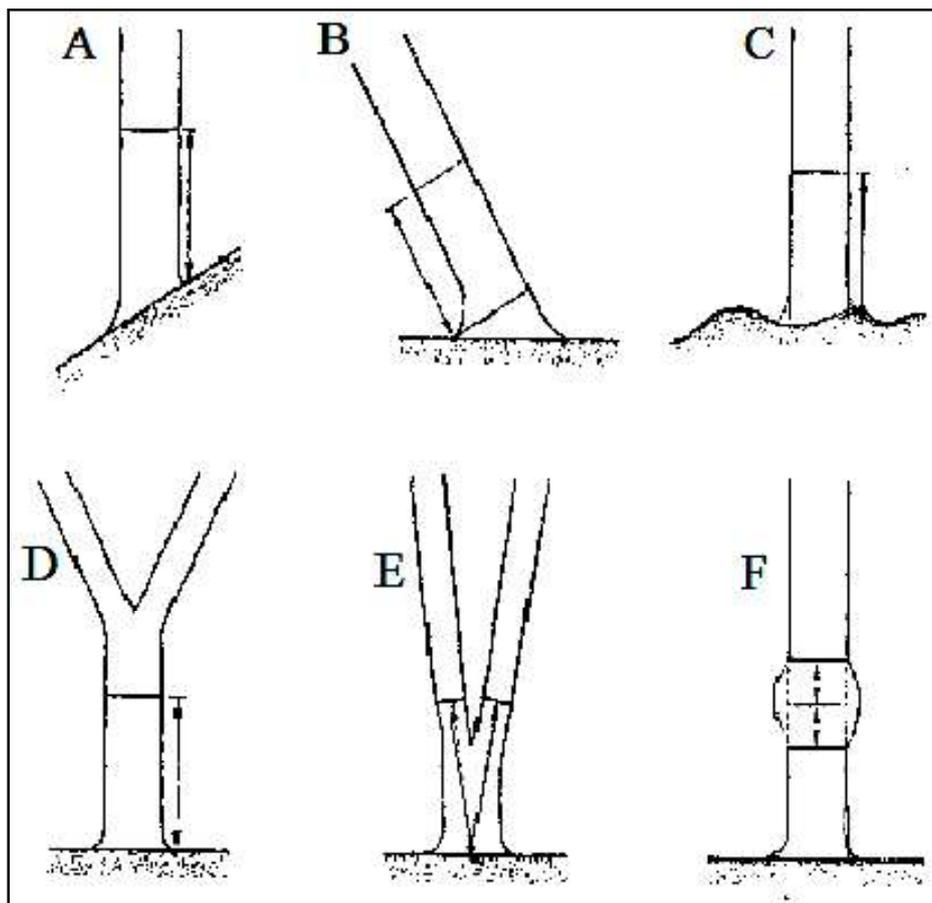


Fig.35 Mesures de la circonférence des arbres en situations particulières
(RONDEUX, 1999).

3.3 Densité du peuplement

La densité par hectare d'un peuplement est calculée sur la base du nombre d'arbres par unité de surface (ha) :

$$D = NP/SP \text{ (ha)}$$

D: nombre d'arbres / hectare;

SP: superficies de placette en ha;

NP: nombre d'arbres / placette.

3.4 Dépérissement et état phytosanitaire

Selon GARREC & al. (1991) et LEVY & al. (1994), les causes du dépérissement sont diverses et variées, cela peut être lié à des facteurs : biotiques (attaques de champignons et d'insectes ravageurs), abiotiques (changements climatiques : sécheresse, stress hydrique, carences en éléments nutritifs dans le sol,...) ou anthropiques (pollution, surpâturage, abatage illicite, incendies ...). D'après AUCLAIR & al. (1997), ces facteurs de dépérissement peuvent être catégorisés en trois grandes classes interchangeableables, selon un ordre chronologique comme on peut le constater sur la figure 36.

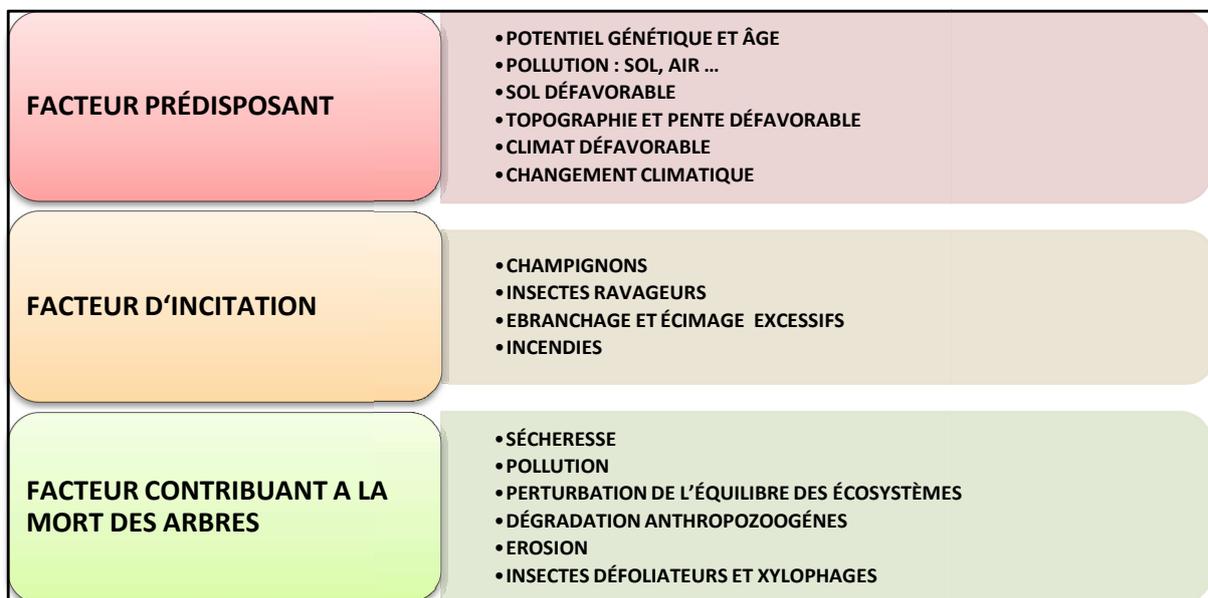


Fig.36 Les Facteurs de dépérissement d'arbres forestiers. D'après les travaux ZINE EL-ABIDINE (2003). (Modifié, 2020).

Pour chaque relevé échantillonné nous avons procédé à une observation de certains aspects de dépérissement à savoir : la défoliation et l'atteinte du tronc.

3.4.1 Défoliation

Après prospection sur le terrain nous avons constaté une forte défoliation due essentiellement à la chenille processionnaire du pin. Afin d'étudier cette défoliation, nous avons choisi un barème indiquant les taux d'infestation par *Thaumetopoea pityocampa* Den. & Schiff ainsi que le taux de défoliation des arbres, utilisé par ZAMOUM & al. (2008). La figure 37 représente un classement des différents stades de défoliation.

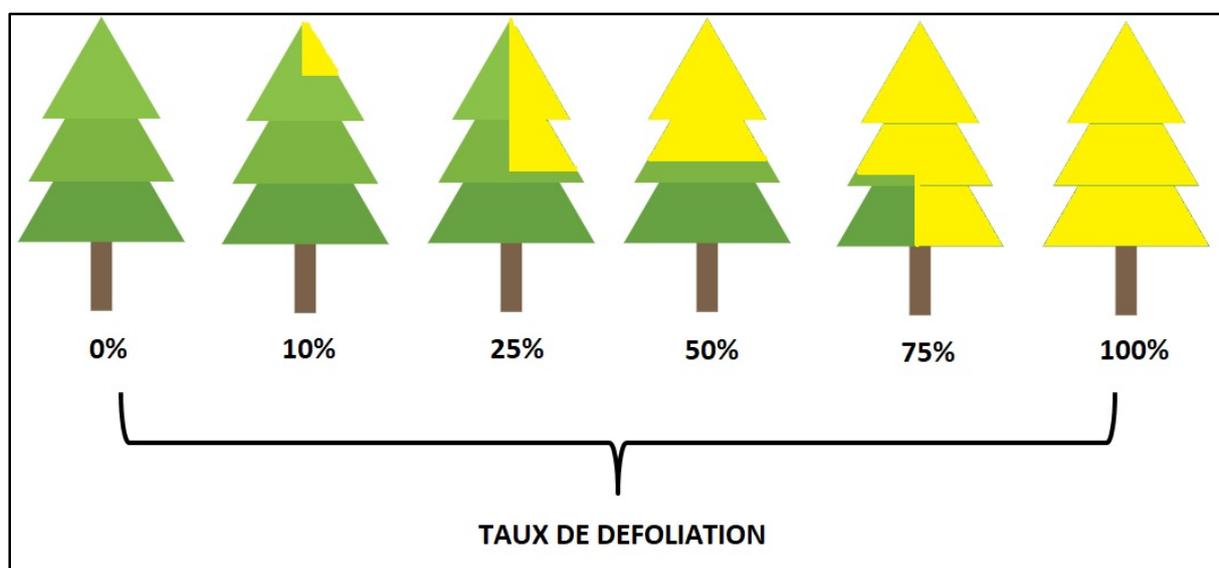


Fig.37 Méthode d'évaluation du taux de défoliation (Original, 2020).

3.4.2 Examen du tronc

Selon GHANEM (2014), DAAS (2015) et ADJAMI (2016), l'examen du tronc consiste à notifier la présence ou l'absence de : trous indiquant la présence d'insectes ravageurs, de crevasses, d'une flore lichénologique, blessures ou tout aspect inhabituel au niveau tronc (Fig.38).

Pour chaque relevé nous avons effectué un inventaire des arbres atteints. Nous avons procédé alors à l'observation et à la mise en évidence de : traces, trous de sortie ou de pénétration d'insectes xylophages, morsures, crevasses, croûtes d'origine fongique, écoulements divers, détachement de l'écorce ou tout autre symptôme signifiant l'atteinte du tronc.



Fig.38 Atteintes du tronc observées sur le terrain (**Original, 2013**).

4. Relevé pédologique

Pour chaque relevé, nous avons prélevé des échantillons à la fois au milieu du relevé en clairière et sous un arbre pris au hasard, à une profondeur d'environ 15cm. Ces relevés se sont déroulés durant le printemps, selon **MASSON (2005)**, c'est la période optimum pour les études pédologiques afin d'éviter les périodes sèches. Les différents échantillons sont ensuite étalés et séchés à l'air libre pendant quelques jours puis émiétés et tamisés (à 2 mm de diamètre) afin d'être analysés.

Pour l'humidité pondérale, les échantillons sont séchés à 105°C pendant 24 heures. Les échantillons de sol ont fait l'objet d'analyses :

- Physico-chimiques, à savoir :
 - La conductivité électrique (CE), selon la méthode d'**AUBERT (1976)**, elle a été calculée à l'aide d'un conductimètre électrique selon un rapport sol / eau égale à 1/5 ;
 - Le pH à l'aide d'un pH mètre avec un rapport sol/eau de 1/5 ;
 - La matière organique (MO), par la méthode d'**ANNE (1945)**, le taux de la matière organique est déduit en multipliant le taux de carbone organique par 1,72. ($MO \% = C \% \times 1,72$) ;

- Le calcaire total (Ca.t), Selon la méthode de **BAIZE (1988)**, par gazométrie, qui consiste à décomposer le carbonate de calcium par l'acide chlorhydrique (6N) et à mesurer le volume de gaz carbonique (CO₂) dégagé par la réaction ;

- l'Humidité du sol (Hum) est déterminée par la formule suivante :

$$\text{Hum}\% = ((\text{poids humide} - \text{poids sec}) / \text{poids sec}) \times 100$$

- granulométrie :

Le principe utilisé est la méthode internationale de la pipette de Robinson, qui nous renseigne sur les différentes fractions (sables, argiles et limons) afin de déterminer la texture d'un sol étudié. D'après **DELAUNOIS & al. (2006)**, les pédologues catégorisent les textures (pourcentages d'argile, de limon et de sable) en classes de textures dans le but de faciliter la description des sols (fig.39).

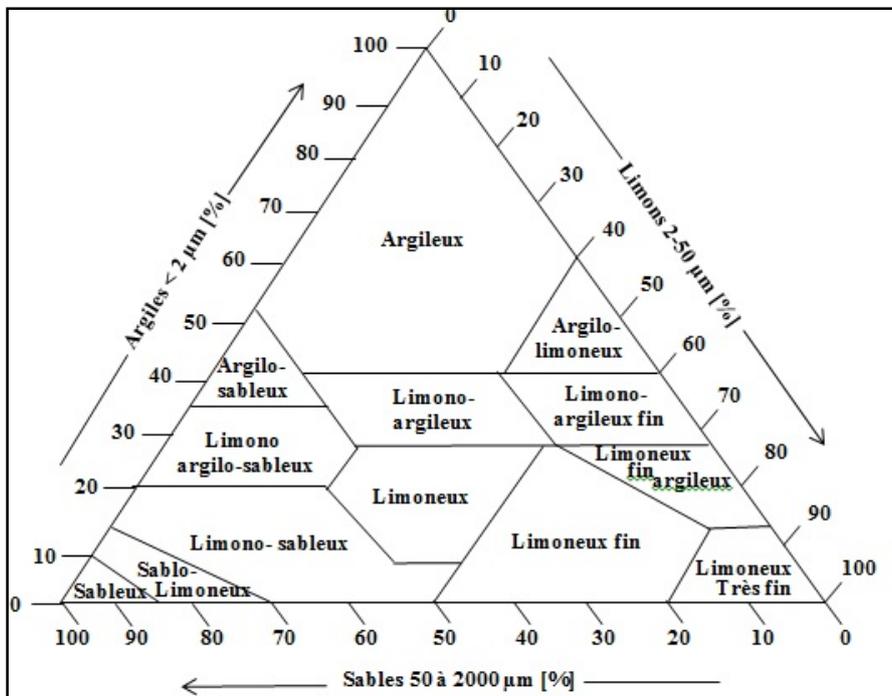


Fig.39 Triangle des textures minérales (GOBAT & al., 2003).

5. Analyse des données

Nous avons utilisé le logiciel STATISTICA.10 pour effectuer sur une matrice initiale comportant 78 relevés et 106 espèces :

- * Une Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.)
- * Une classification ascendante hiérarchique (CAH)

Les différents résultats dendrométriques ont fait l'objet d'une ANOVA (analyse de la variance) et d'un test de corrélation.

CHAPITRE 4 :
Résultats et discussion

I. RESULTATS ET DISCUSSION

1. Diversité et abondance spécifique

Les différents relevés réalisés ont permis de recenser 106 espèces végétales (Tableau 14) réparties sur 22 familles botaniques. Les familles les plus représentatives sont les Asteraceae avec 24 espèces et un taux de 22.64 %, les Poaceae avec 18 espèces et un taux de 16,98 % et les Fabaceae avec 13 espèces et un taux 12,26 %. Les autres familles sont représentées par un taux qui varie entre 0.94 % et 9.43 % du total des espèces. La figure 40 représente la répartition des proportions des différentes familles recensées au niveau des relevés. (Annexes 4 et 5)

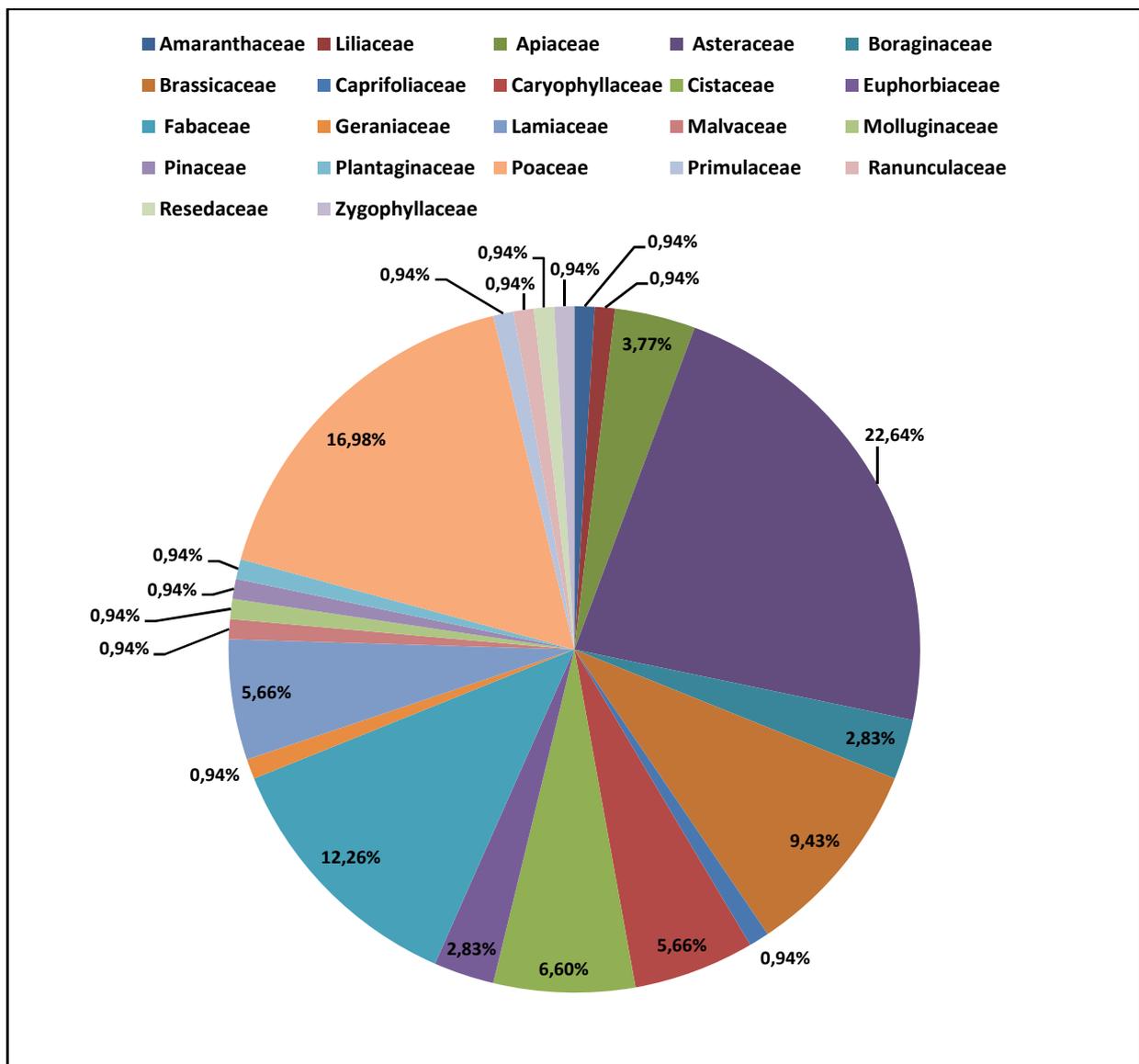


Fig.40 Proportions des familles représentées dans les relevés.

Tableau 14. Liste des espèces végétales recensées :

Nom de l'espèce (Nom retenu)	
<i>Adonis dentata</i> Delile.	<i>Launaea fragilis fragilis</i> (Asso) Pau.
<i>Aegilops triuncialis</i> L.	<i>Picris hispanica</i> (Willd.) P.D.Sell
<i>Ajuga chamaepytis</i> (L.) Shreb.	<i>Rhaponticum coniferum</i> (L.) Greuter
<i>Allium cupanii</i> Raf.	<i>Lithospermum</i> sp.
<i>Alyssum alpestre</i> L.	<i>Lolium</i> sp.
<i>Alyssum granatense</i> Boiss. & Reut.	<i>Lygeum spartum</i> . L.
<i>Alyssum linifolium</i> Stephan ex Willd.	<i>Maresia nana</i> (DC.)Batt.
<i>Alyssum simplex</i> Rudolphi	<i>Malva aegyptiaca</i> L.
<i>Ammodaucus leucotrichus</i> Coss. & Dur.	<i>Medicago laciniata</i> (L.) Mill.
<i>Anacyclus monanthos</i> subsp. <i>cyrtolepidioides</i> (Pomel) Humphries.	<i>Bombycilaena discolor</i> (Pers.) M.La
<i>Arabis auriculata</i> Lam.	<i>Minuartia campestris</i> L.
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.	<i>Minuartia montana</i> L.
<i>Astragalus caprinus</i> L.	<i>Nepeta nepetella</i> L.
<i>Astragalus crenatus</i> Schult.	<i>Onopordon arenarium</i> (Desf.) Pomel.
<i>Atractylis cancellata</i> L.	<i>Paronychia arabica</i> (L.) DC.
<i>Atractylis carduus</i> (Forssk.) Christ.	<i>Paronychia argentea</i> Lam.
<i>Atractylis polycephala</i> Coss.	<i>Pinus halepensis</i> Mill.
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	<i>Plantago albicans</i> L.
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P.Beauv.	<i>Coronilla minima</i> . L.
<i>Anisantha rubens</i> (L.) Nevski.	<i>Coronilla scorpioides</i> (L.) W.D.J. Koch
<i>Bupleurum semicompositum</i> L.	<i>Ctenopsis pectinella</i> (Delile) de Not.
<i>Cytisus spinosus</i> (L.) Bubani.	<i>Cutandia divaricata</i> (Desf.) Benth.
<i>Carduus spachianus</i> Durieu.	<i>Dactylis glomerata</i> L.
<i>Carlina</i> sp.	<i>Daucus aureus</i> Desf.
<i>Catananche caerulea</i> L.	<i>Diplotaxis harra</i> (Forsk.) Boiss.
<i>Catapodium rigidum</i> (L.) C.E. Hubb.	<i>Echinaria capitata</i> (L.) Desf.
<i>Centaurea granatensis</i> . ssp. <i>malinvaldiana</i> (Batt.) M.	<i>Echiochilon fruticosum</i> Desf.
<i>Centaurea parviflora</i> Desf.	<i>Echium humile</i> subsp. <i>pyncanthum</i> (Pomel) Greuter & Burdet.
<i>Centaurea resupinata</i> . subsp. <i>Resupinata</i> .Coss	<i>Erodium cicutarium</i> subsp. <i>bipinnatum</i> (Desf.) Tourlet.
<i>Glebionis coronaria</i> (L.) Cass. ex Spac	<i>Eryngium ilicifolium</i> Lam.
<i>Cistus clusii</i> Dunal.	<i>Euphorbia falcata</i> L.
<i>Cistus salvifolius</i> L.	<i>Euphorbia granulata</i> Forsk.
<i>Cistus creticus</i> L.	<i>Euphorbia</i> sp.
<i>Coris monspeliensis</i> L.	<i>Fagonia glutinosa</i> Delile.
<i>Coronilla juncea</i> L.	<i>Filago germanica</i> L.
<i>Fumana thymifolia</i> (L.) Webb.	<i>Filago pyramidata</i> L.
<i>Genista</i> sp.	<i>Poa bulbosa</i> L.
<i>Genista umbellata</i> (L'Hér.) Dum. Cours.	<i>Reseda lutea</i> L.
<i>Hedypnois rhagadioloides</i> (L.) F. W. Schmidt.	<i>Nitrosalsola vermiculata</i> (L.) Theodorova.
<i>Helianthemum pilosum</i> (L.) Mill.	<i>Salvia verbenaca</i> L.
<i>Helianthemum virgatum</i> (Desf.) Pers.	<i>Lomelosia stellata</i> (L.) Raf.
<i>Helianthemum</i> sp.	<i>Schismus barbatus</i> (L.) Thell.
<i>Herniaria fontanesii</i> J.Gay	<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.
<i>Herniaria hirsuta</i> L.	<i>Sonchus tenerrimus</i> L.
<i>Hippocrepis areolata</i> Desv.	<i>Stipa barbata</i> Desf.
<i>Hippocrepis multisiliquosa</i> . L.	<i>Stipa parviflora</i> Desf.
<i>Hippocrepis unisiliquosa</i> L.	<i>Thymus algeriensis</i> Boiss. & Reut.
<i>Hordeum murinum</i> L.	<i>Thymus munbyanus</i> subsp. <i>ciliatus</i> (Desf.) Greuter & Burdet.
<i>Jurinea humilis</i> (Desf.) DC.	<i>Trigonella polyceratia</i> L.
<i>Koeleria</i> sp.	<i>Xeranthemum inapertum</i> (L.) Mill.
<i>Koelpinia linearis</i> Pall.	
<i>Launaea fragilis nudicaulis</i> (L.) Hook.f.	
<i>Macrochloa tenacissima</i> (L.) Kunth	
<i>Telephium imperati</i> L.	
<i>Teucrium polium</i> L.	
<i>Thlaspi perfoliatum</i> L.	

2. Analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) et Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

Afin d'identifier les différentes unités végétales, les échantillons sont séparés en groupes similaires selon les contributions et les coordonnées des points relevés qui les constituent sur les deux axes de l'analyse (Annexe 3).

La figure 41 montre le résultat de l'analyse factorielle des correspondances appliquée aux 78 relevés et 106 espèces.

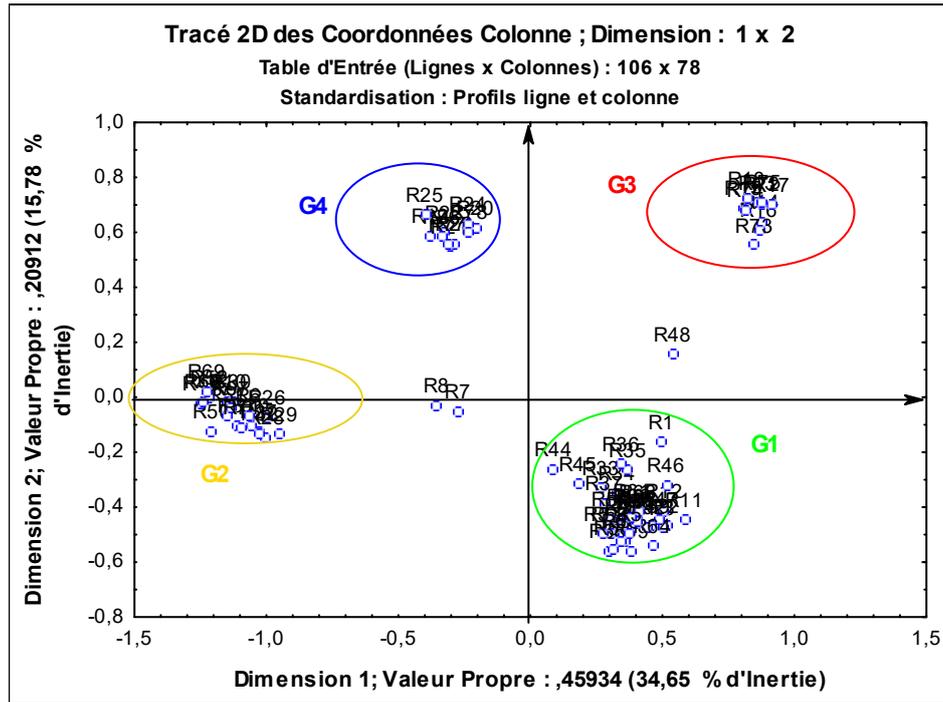


Fig.41 Répartition des relevés sur les plans factoriels relatifs aux axes 1-2 de l'AFC.

L'analyse du positionnement des relevés à forte contribution de part et d'autre des axes factoriels a permis de prendre en considération les axes 1 et 2 (Tableau.15).

Tableau.15 Valeurs propres et taux d'inertie pour les axes 1et 2 de l'AFC :

Axes	Valeurs propres	Taux d'inertie (%)
1	0,459	34,650
2	0,209	15,775

Comme on peut le voir sur la figure 42, la classification ascendante hiérarchique (CAH) vient confirmer clairement les groupements obtenus par l'AFC.

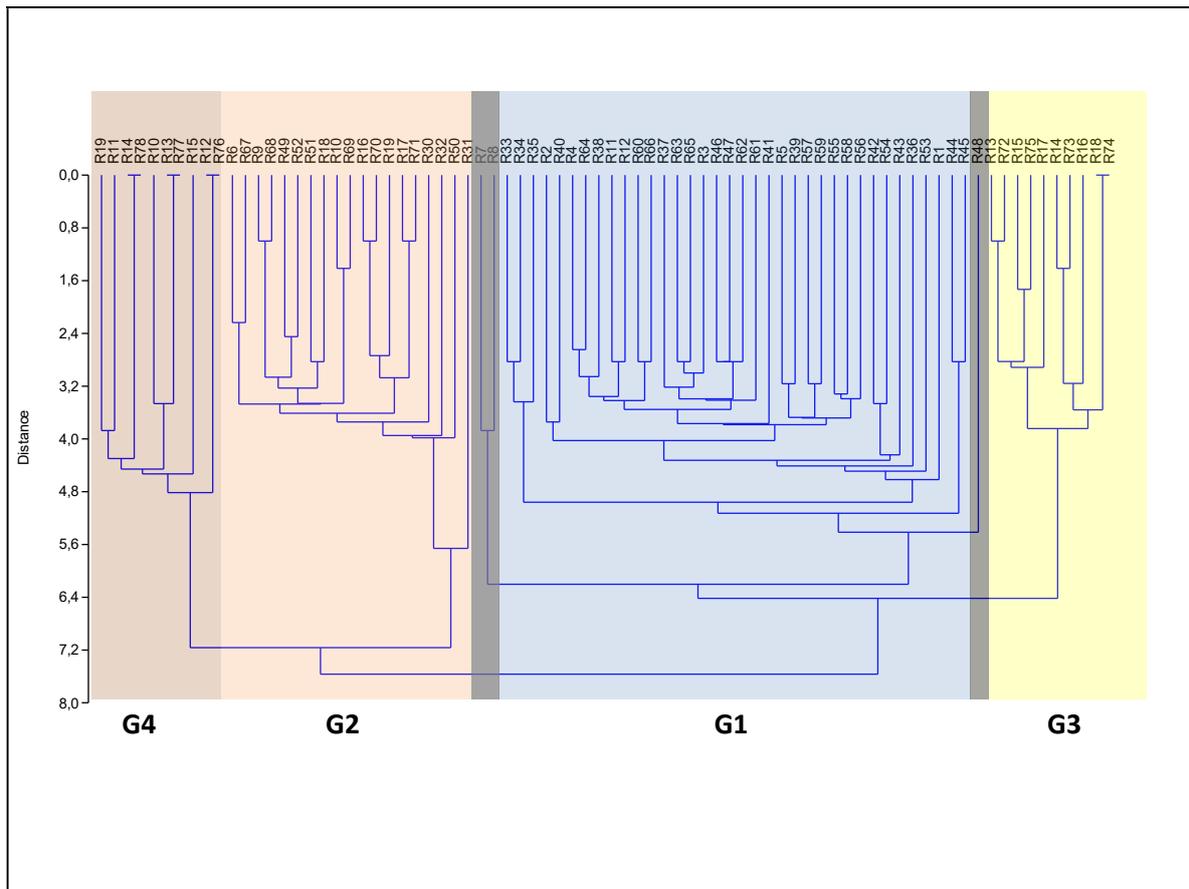


Fig.42 Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) des relevés étudiés.

L'étude des résultats de la (CAH), ainsi que l'examen des cartes factorielles relatives aux axes 1-2 de l'AFC, nous permettent de reconnaître plusieurs ensembles relativement bien individualisés, à savoir :

- Le groupement 1 (G1)
- Le groupement 2 (G2)
- Le groupement 3 (G3)
- Le groupement 4 (G4)
- Les relevés 7 et 8 et le relevé 48

2.1 Description des groupements identifiés

Afin d'interpréter les résultats de l'AFC ainsi que les deux axes (1 et 2) de la carte factorielle, une description générale des différents groupements est nécessaire et cela en tenant compte de nos différentes observations sur le terrain.

- **Groupement 01 (G1) :**

Ce groupement compte 36 relevés, qu'on retrouve dans le tableau suivant.

Tableau 16 : Description des relevés du groupement 1 :

Relevés	Altitude	Description du paysage
R1	1024	P préforestier peu dense / Faciès steppe à Armoise
R2	1023	P préforestier peu dense / Faciès steppe à Armoise
R3	1017	P préforestier peu dense / Faciès steppe à Armoise
R4	1021	P préforestier clair / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R11	1015	P préforestier peu dense / Faciès steppe à Armoise
R12	1015	P préforestier peu dense / Faciès steppe à Armoise
R33	1028	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R34	1033	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R35	1022	P préforestier clair / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R36	1027	P préforestier clair / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R37	1034	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R38	1038	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R39	1240	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R40	1212	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R41	1212	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R42	1212	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R43	1225	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R44	1019	P préforestier peu dense / Faciès steppe à Armoise
R45	1024	P préforestier peu dense / Faciès steppe à Armoise
R46	1207	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R47	1026	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R53	1017	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R54	1012	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R55	1016	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R56	1224	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R57	1018	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R58	1022	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R59	1015	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R60	1013	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R61	1019	P préforestier peu dense / Faciès steppe à Armoise
R62	1027	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R63	1024	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R64	1025	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R65	1022	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R66	1022	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa
R5	1185	P préforestier peu dense / Faciès steppe mixte à Armoise - alfa

On note la présence des espèces citées dans le tableau 17.

Tableau 17. Espèces présentes dans le groupement 1 (G1) :

Espèces du G1		
<i>Adonis dentata.</i>	<i>Launaea fragilis nudicaulis.</i>	<i>Xeranthemum inapertum.</i>
<i>Aegilops triuncialis.</i>	<i>Launaea fragilis fragilis.</i>	<i>Filago albicans.</i>
<i>Ajuga chamaeepyris.</i>	<i>Picris hispanica.</i>	<i>Filago pyramidata.</i>
<i>Alyssum alpestre.</i>	<i>Lygeum spartum.</i>	<i>Hedypnois rhagadioloides.</i>
<i>Alyssum granatense.</i>	<i>Medicago laciniata.</i>	<i>Helianthemum pilosum.</i>
<i>Alyssum linifolium.</i>	<i>Bombycilaena discolor.</i>	<i>Helianthemum sp.</i>
<i>Ammodaucus leucotrichus.</i>	<i>Minuartia campestris.</i>	<i>Helianthemum virgatum.</i>
<i>Anacyclus monanthos.</i>	<i>Onopordon arenarium.</i>	<i>Hippocrepis areolata.</i>
<i>Artemisia herba-alba.</i>	<i>Paronychia arabica.</i>	<i>Hippocrepis multisiliquosa.</i>
<i>Astragalus caprinus.</i>	<i>Pinus halepensis.</i>	<i>Hippocrepis unisiliquosa.</i>
<i>Astragalus crenatus.</i>	<i>Paronychia argentea.</i>	<i>Jurinea humilis.</i>
<i>Attractylis cancellata.</i>	<i>Plantago albicans.</i>	<i>Koeleria sp.</i>
<i>Attractylis carduus.</i>	<i>Poa bulbosa.</i>	<i>Koelpinia linearis.</i>
<i>Attractylis polycephala.</i>	<i>Nitrosalsola vermiculata.</i>	<i>Echinaria capitata.</i>
<i>Avena barbata.</i>	<i>Salvia verbenaca.</i>	<i>Echiochilon fruticosum.</i>
<i>Brachypodium distachyum.</i>	<i>Lomelosia stellata.</i>	<i>Erodium cicutarium.</i>
<i>Anisantha rubens.</i>	<i>Schismus barbatus.</i>	<i>Eryngium ilicifolium.</i>
<i>Bupleurum semicompositum.</i>	<i>Sonchus tenerrimus.</i>	<i>Euphorbia falcate.</i>
<i>Cytisus spinosus.</i>	<i>Stipa barbata.</i>	<i>Euphorbia granulata.</i>
<i>Carduus spachianus.</i>	<i>Stipa parviflora.</i>	<i>Euphorbia sp.</i>
<i>Carlina sp.</i>	<i>Macrochloa tenacissima.</i>	<i>Fagonia glutinosa.</i>
<i>catananche caerulea.</i>	<i>Teucrium sp.</i>	<i>Coronilla scorpioides.</i>
<i>Catapodium rigidum.</i>	<i>Cutandia divaricata.</i>	<i>Ctenopsis pectinella.</i>
<i>Centaurea parviflora.</i>	<i>Dactylis glomerata.</i>	
	<i>Centaurea resupinata.</i>	

Ce groupement réunit donc, des paysages préforestiers peu denses et clairs. La structure verticale est marquée par la dominance d'une strate arborée dégradée à *Pinus halepensis* planté. Cette espèce est thermophile, plastique et représentative des forêts méditerranéennes. La strate basse est marquée par une dominance d'*Artemisia herba-alba* et de *Macrochloa tenacissima*. Nous remarquons également la présence de nombreuses espèces steppiques telles que : *Anisantha rubens*, *Lomelosia stellata*, *Schismus barbatus*, ceci indique la recolonisation par la steppe qui est l'écosystème primaire de ces zones plantées, où ces espèces trouvent donc un terrain xérique favorable à leur développement. Nous sommes donc en présence d'un faciès de steppe mixte (armoise -alfa) à dominance d'armoise blanche.

- **Groupement 02 (G2) :**

Ce groupement compte 19 relevés, qu'on retrouve dans le tableau suivant.

Tableau18. Description des relevés du groupement 2 (G2) :

Relevés	Altitude	Description du paysage
R6	1038	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné
R9	1026	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné
R10	1065	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné
R26	1036	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné
R27	1032	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné
R28	1028	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné
R29	1032	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné
R30	1042	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné
R31	1052	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné/
R32	1232	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné/ à proximité de la forêt
R49	1224	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné/ à proximité de la forêt
R50	1248	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné/ à proximité de la forêt
R51	1258	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné/ à proximité de la forêt
R52	1258	P préforestier peu denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné/ à proximité de la forêt
R67	1202	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné/ à proximité de la forêt
R68	1222	P préforestier peu denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné/ à proximité de la forêt
R69	1212	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné/ à proximité de la forêt
R70	1191	P préforestier denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné/ à proximité de la forêt
R71	1185	P préforestier peu denses / Faciès steppe mixte à alfa / Terrain vallonné/ à proximité de la forêt

Avec la présence des espèces citées dans le tableau 19.

Tableau.19 Espèces présentes dans le groupement 2 (G2) :

<i>Espèces du G2</i>		
<i>Adonis dentate.</i>	<i>Hippocrepis areolata.</i>	<i>Stipa barbata.</i>
<i>Aegilops triuncialis.</i>	<i>Hippocrepis multisiliquosa.</i>	<i>Stipa parviflora.</i>
<i>Allium cupani.</i>	<i>Hippocrepis unisiliquosa.</i>	<i>Macrochloa tenacissima.</i>
<i>Alyssum alpestre.</i>	<i>Hordeum murinum.</i>	<i>Telephium imperati.</i>
<i>Alyssum granatense.</i>	<i>Koeleria sp.</i>	<i>Thlaspi perfoliatum.</i>
<i>Alyssum linifolium.</i>	<i>Lolium sp.</i>	<i>Trigonella polycerata.</i>
<i>Alyssum simplex.</i>	<i>Lygeum spartum.</i>	<i>Ctenopsis pectinella.</i>
<i>Arabis auriculata.</i>	<i>Minuartia campestris.</i>	<i>Cutandia divaricata.</i>
<i>Avena barbata.</i>	<i>Minuartia montana.</i>	<i>Dactylis glomerata.</i>
<i>Brachypodium distachyum.</i>	<i>Pinus halepensis.</i>	<i>Daucus aureus.</i>
<i>Anisantha rubens.</i>	<i>Paronychia argentea.</i>	<i>Diploaxis harra.</i>
<i>Bupleurum semicompositum.</i>	<i>Plantago albicans.</i>	<i>Erodium cicutarium.</i>
<i>Catapodium rigidum.</i>	<i>Poa bulbosa.</i>	<i>Euphorbia falcata.</i>
<i>Glebionis coronaria.</i>	<i>Reseda lutea.</i>	<i>Euphorbia granulata.</i>
<i>Cistus clusii.</i>	<i>Schismus barbatus.</i>	<i>Thymus algeriensis.</i>
<i>Coronilla juncea.</i>	<i>Arabidopsis thaliana.</i>	<i>Thymus munbyanus.</i>
<i>Coronilla minima.</i>	<i>Sonchus tenerrimus.</i>	
<i>Coronilla scorpioides.</i>		

Ce groupement réunit donc, des paysages préforestiers peu denses et denses aux reliefs légèrement vallonnés. La structure verticale est marquée par la dominance d'une strate arborée bien développée plantée à *Pinus halepensis*, présentant quelques régénérations ce qui indique la réussite des plantations de cette espèce dans la majorité de ces relevés. Pour la strate basse nous remarquons la dominance de *Macrochloa tenacissima*. On note la présence de *Cistus clusii*, d'après **KADIK L (2005)**, on trouve cette essence avec le pin d'Alep dans les forêts claires à très claires de la région. On remarque aussi la présence d'espèces endémiques tels que : *Thymus munbyanus* subsp. *ciliatus* et *Thymus algeriensis*, des essences qui se trouvent habituellement dans les paysages forestiers d'après les travaux du même auteur. Cela peut être expliqué par la proximité de certains relevés de ce groupement par rapport à la forêt naturelle de Djellal. Là aussi on constate la présence notable d'espèces steppiques. Nous sommes en présence d'un faciès bien venant de steppe à alfa.

- **Groupement 03 (G3) :**

Ce groupement compte 10 relevés, qu'on retrouve dans le tableau 20.

Tableau.20 Description des relevés du groupement 3 (G3) :

Relevés	Altitude	Description du paysage
R13	1295	P préforestier clair, exposé / Faciès steppe mixte à armoise- alfa/ Forte densité de plantation
R14	1305	P préforestier clair, exposé / Faciès steppe mixte à armoise- alfa /Forte densité de plantation
R15	1292	P préforestier clair, exposé / Faciès steppe mixte à armoise- alfa /Forte densité de plantation
R16	1283	P préforestier clair, exposé / Faciès steppe mixte à armoise- alfa/ Forte densité de plantation
R17	1287	P préforestier clair, exposé / Faciès steppe mixte à armoise- alfa /Forte densité de plantation
R18	1280	P préforestier très clair / Faciès steppe à armoise/Forte densité de plantation
R72	1281	P préforestier clair, exposé / Faciès steppe mixte à armoise- alfa /Forte densité de plantation
R73	1280	P préforestier clair, exposé / Faciès steppe mixte à armoise- alfa /Forte densité de plantation
R74	1284	P préforestier très clair/ Faciès steppe à armoise/Forte densité de plantation
R75	1289	P préforestier très clair/ Faciès steppe à armoise/Forte densité de plantation

Avec la présence des espèces citées dans le tableau 21.

Tableau.21 Espèces présentes dans le groupement 3 (G3) :

<i>Espèces du G3</i>		
<i>Ajuga chamaepytis.</i>	<i>Herniaria fontanesii.</i>	<i>Medicago laciniata.</i>
<i>Ammodaucus leucotrichus.</i>	<i>Herniaria hirsute.</i>	<i>Bombycilaena discolor.</i>
<i>Anacyclus monanthos.</i>	<i>Hippocrepis areolata.</i>	<i>Onopordon arenarium.</i>
<i>Artemisia herba-alba.</i>	<i>Hippocrepis multisiliquosa.</i>	<i>Paronychia arabica.</i>
<i>Astragalus caprinus.</i>	<i>Hippocrepis unisiliquosa.</i>	<i>Pinus halepensis.</i>
<i>Astragalus caprinus.</i>	<i>Jurinea humilis.</i>	<i>Paronychia argentea.</i>
<i>Atractylis cancellata.</i>	<i>Koelpinia linearis.</i>	<i>Plantago albicans.</i>
<i>Atractylis carduus.</i>	<i>Launaea fragilis nudicaulis.</i>	<i>Nitrosalsola vermiculata.</i>
<i>Atractylis polycephala.</i>	<i>Launaea fragilis fragilis.</i>	<i>Salvia verbenaca.</i>
<i>Anisantha rubens.</i>	<i>Picris hispanica.</i>	<i>Lomelosia stellata.</i>
<i>Carduus spachianus.</i>	<i>Lithospermum sp.</i>	<i>Macrochloa tenacissima.</i>
<i>Carlina sp.</i>	<i>Lygeum spartum.</i>	<i>Teucrium polium.</i>
<i>Catananche caerulea.</i>	<i>Malva aegyptiaca.</i>	<i>Thymus munbyanus.</i>
<i>Catapodium rigidum.</i>	<i>Echiochilon fruticosum.</i>	<i>Hedypnois rhagadioloides.</i>
<i>Centaurea granatensis.</i>	<i>Echium humile.</i>	
<i>Centaurea parviflora.</i>	<i>Eryngium ilicifolium.</i>	
<i>Centaurea resupinata.</i>	<i>Euphorbia granulata.</i>	
<i>Cistus clusii.</i>	<i>Euphorbia sp.</i>	
<i>Coris monspeliensis.</i>	<i>Fagonia glutinosa.</i>	
<i>Ctenopsis pectinella.</i>	<i>Filago albicans.</i>	
<i>Cutandia divaricata.</i>	<i>Filago pyramidata.</i>	
<i>Diploaxis harra.</i>	<i>Genista sp.</i>	
<i>Echinaria capitata.</i>	<i>Genista umbellata.</i>	

Ce groupement réunit donc, des paysages préforestiers exposés, plus au moins claires. La structure verticale est marquée par la dominance d'une strate arborée plantée dégradée à *Pinus halepensis*. Des individus chétifs, dépérissants ne dépassent que rarement les 1m par endroits, avec une forte densité de plantation. Ce qui indique l'échec des plantations de cette espèce dans ces relevés. Pour la strate herbacée, nous remarquons une dominance d'*Artemisia herba-alba* suivie de l'alfa. On note la présence d'espèces endémiques, telles que : *Thymus munbyanus* subsp. *Ciliatus*, accompagnées par *Genista sp.*, *Genista umbellata*, *Carlina sp.* Ces essences se trouvent habituellement dans les paysages forestiers d'après les travaux de **KADIK L(2005)**, cela peut être lié à l'altitude relativement plus élevée d'un grand nombre des relevés de ce groupement, ce qui influe sur la température et les précipitations créant ainsi un microclimat plus avenant pour ces espèces. Néanmoins il faut signaler également, l'infiltration notable de nombreuses espèces steppiques qui ont tendance à reconquérir l'espace. Nous sommes en présence d'un faciès de steppe mixte armoise -alfa à dominance armoise blanche.

- **Groupement 04 (G4) :**

Ce groupement compte 10 relevés, qu'on retrouve dans le tableau 22.

Tableau.22 Description des relevés du groupement 4 (G4) :

Relevés	Altitude	Description du paysage
R19	1214	P préforestier peu dense /Faciès steppe à alfa / Terrain légèrement vallonné / Mise en défens/ Forte densité de plantation
R20	1212	P préforestier peu dense /Faciès steppe à alfa / Terrain légèrement vallonné / Mise en défens/ Forte densité de plantation
R21	1205	P préforestier peu dense /Faciès steppe à alfa / Terrain légèrement vallonné / Mise en défens/ Forte densité de plantation
R22	1206	P préforestier clair /Faciès steppe à alfa / Mise en défens/Forte densité de plantation
R23	1221	P préforestier clair /Faciès steppe à alfa / Mise en défens/Forte densité de plantation
R24	1225	P préforestier clair exposé /Faciès steppe à alfa / Mise en défens/Forte densité de plantation
R25	1223	P préforestier clair exposé /Faciès steppe à alfa / Mise en défens/Forte densité de plantation
R76	1025	P préforestier peu dense /Faciès steppe à alfa / Terrain légèrement vallonné/Forte densité de plantation
R77	1022	P préforestier peu dense /Faciès steppe à alfa / Terrain légèrement vallonné/Forte densité de plantation
R78	1021	P préforestier peu dense /Faciès steppe à alfa / Terrain légèrement vallonné/Forte densité de plantation

Avec la présence des espèces citées dans le tableau 23.

Tableau.23 Espèces présentes dans le groupement 4 (G4) :

Espèces du G4		
<i>Adonis dentate.</i>	<i>Genista umbellate.</i>	<i>Dactylis glomerata.</i>
<i>Aegilops triuncialis.</i>	<i>Helianthemum pilosum.</i>	<i>Daucus aureus.</i>
<i>Alyssum alpestre.</i>	<i>Helianthemum virgatum.</i>	<i>Diplotaxis harra.</i>
<i>Alyssum granatense.</i>	<i>Helianthemum sp.</i>	<i>Echiochilon fruticosum.</i>
<i>Alyssum linifolium.</i>	<i>Hordeum murinum.</i>	<i>Echium humile.</i>
<i>Alyssum simplex.</i>	<i>Koeleria sp.</i>	<i>Erodium cicutarium.</i>
<i>Artemisia herba-alba.</i>	<i>Launaea fragilis nudicaulis.</i>	<i>Eryngium ilicifolium.</i>
<i>Arabis auriculata.</i>	<i>Launaea fragilis fragilis.</i>	<i>Euphorbia falcata.</i>
<i>Astragalus caprinus.</i>	<i>Picris hispanica.</i>	<i>Fagonia glutinosa.</i>
<i>Astragalus crenatus.</i>	<i>Rhaponticum coniferum.</i>	<i>Filago albicans.</i>
<i>Atractylis cancellata.</i>	<i>Lithospermum sp.</i>	<i>Filago pyramidata.</i>
<i>Atractylis carduus.</i>	<i>Lolium sp.</i>	<i>Fumana thymifolia.</i>
<i>Atractylis polycephala.</i>	<i>Lygeum spartum.</i>	<i>Genista sp.</i>
<i>Avena barbata.</i>	<i>Maresia nana.</i>	<i>Coronilla minima.</i>
<i>Brachypodium distachyum.</i>	<i>Medicago laciniata.</i>	<i>Coronilla scorpioides.</i>
<i>Anisantha rubens.</i>	<i>Minuartia campestris.</i>	<i>Ctenopsis pectinella.</i>
<i>Bupleurum semicompositum.</i>	<i>Minuartia montana.</i>	<i>Cutandia divaricata.</i>
<i>Cytisus spinosus.</i>	<i>Nepeta nepetella.</i>	<i>Macrochloa tenacissima.</i>
<i>Carduus spachianus.</i>	<i>Paronychia arabica.</i>	<i>Teucrium polium.</i>
<i>Catananche caerulea.</i>	<i>Pinus halepensis.</i>	<i>Xeranthemum inapertum.</i>
<i>Catapodium rigidum.</i>	<i>Paronychia argentea.</i>	<i>Coris monspeliensis.</i>
<i>Centaurea parviflora.</i>	<i>Plantago albicans.</i>	<i>Coronilla juncea.</i>
<i>Centaurea resupinata.</i>	<i>Poa bulbosa.</i>	<i>Stipa barbata.</i>
<i>Glebionis coronaria.</i>	<i>Nitrosalsola vermiculata.</i>	<i>Stipa parviflora.</i>
<i>Cistus clusii.</i>	<i>Salvia verbenaca.</i>	
<i>Cistus salvifolius.</i>	<i>Schismus barbatus</i>	
<i>Cistus creticus.</i>	<i>Sonchus tenerrimus.</i>	
<i>Carduus spachianus.</i>		

Ce groupement réunit donc, des paysages préforestiers peu denses à clairs exposés et légèrement vallonnés. Une partie des parcelles étudiées est constituée de jeunes plantations mises en défens par une clôture par les services de la conservation des forêts de Djelfa. La structure verticale est marquée par la dominance d'une strate arborée plantée, peu développée à *Pinus halepensis* avec une forte densité de plantation. Pour la strate basse nous retrouvons la dominance de *Macrochloa tenacissima*, cela est explicable par la mise en défens. On note la présence de *Rhaponticum coniferum* accompagnée de, *Cistus clusii*, *Cistus salvifolius*, *Cistus creticus* ainsi que *Glebionis coronaria* des espèces liées au pin d'Alep habituellement dans les forêts peu denses de la région selon **KADIK L (2005)**. Cela peut être expliqué par la mise en défens ainsi que la géomorphologie de ces parcelles. Nous remarquons également, la présence d'autres espèces herbacées mais avec une plus grande fréquence que précédemment notamment : *Anisantha rubens*, *Avena barbata*, *Schismus barbatus*, donc tout comme les précédents groupements on constate l'infiltration d'espèces steppiques qui ont tendance à reconquérir l'espace. Nous sommes en présence d'un faciès de steppe à alfa.

- **Les relevés (7 et 8) et le relevé 48 :**

Les relevés 7 et 8 représentent des formations préforestières assez denses localisées dans deux lits d'oueds où les plantations à *Pinus halepensis* présentent une croissance importante liée à leur situation privilégiée dans un talweg.

Avec la présence des espèces citées dans le tableau 24.

Tableau.24 Espèces présentes dans les relevés 7-8 :

Espèces des relevés 7 et 8		
<i>Brachypodium distachyum.</i>	<i>Catapodium rigidum.</i>	<i>Xeranthemum inapertum.</i>
<i>Anisantha rubens.</i>	<i>Adonis dentata.</i>	<i>Filago albicans.</i>
<i>Bupleurum semicompositum.</i>	<i>Atractylis cancellata.</i>	<i>Filago pyramidata.</i>
<i>Carlina sp.</i>	<i>Astragalus caprinus.</i>	<i>Bombycilaena discolor.</i>
<i>Catananche caerulea.</i>	<i>Aegilops triuncialis.</i>	<i>Minuartia campestris.</i>
<i>Launaea fragilis nudicaulis.</i>	<i>Alyssum linifolium.</i>	<i>Coronilla scorpioides.</i>
<i>Launaea fragilis fragilis.</i>	<i>Artemisia herba-alba.</i>	<i>Ctenopsis pectinella.</i>
<i>Picris hispanica.</i>	<i>Coronilla minima.</i>	<i>Cutandia divaricata.</i>
<i>Lolium sp.</i>	<i>Fumana thymifolia.</i>	<i>Koeleria sp.</i>
<i>Daucus aureus.</i>	<i>Helianthemum pilosum.</i>	<i>Nepeta nepetella.</i>
<i>Diploaxis harra.</i>	<i>Helianthemum virgatum.</i>	<i>Onopordon arenarium.</i>
<i>Hippocrepis multisiliquosa.</i>	<i>Helianthemum sp.</i>	<i>Coronilla juncea.</i>
<i>Hippocrepis unisiliquosa.</i>	<i>Astragalus crenatus.</i>	<i>Pinus halepensis.</i>
<i>Hordeum murinum.</i>	<i>Atractylis carduus.</i>	<i>Macrochloa tenacissima.</i>
<i>Erodium cicutarium.</i>	<i>Atractylis polycephala.</i>	<i>Lygeum spartum.</i>
<i>Euphorbia falcata.</i>	<i>Avena barbata.</i>	<i>Telephium imperati.</i>
<i>Euphorbia granulata.</i>	<i>Paronychia argentea.</i>	<i>Schismus barbatus.</i>
<i>Euphorbia sp.</i>	<i>Poa bulbosa.</i>	<i>Stipa parviflora.</i>
<i>Fagonia glutinosa.</i>	<i>Sonchus tenerrimus.</i>	<i>Dactylis glomerata.</i>

On remarque donc, que la présence d'espèces steppiques est moins remarquable dans ces relevés cela est explicable par la réussite du reboisement dans cette zone.

Quant au relevé 48 il représente un paysage préforestier très dense lié aux reliefs vallonnés et à une altitude légèrement plus élevée par rapport aux autres relevés. La structure verticale est toujours marquée par la dominance d'une strate arborée plantée bien développée à *Pinus halepensis* avec une forte densité de plantation. On remarque la réussite des plantations de cette espèce dans ce relevé. Les espèces présentes dans R48 sont consignées dans le Tableau 25; là aussi on constate la faible participation d'espèces steppiques par rapport aux autres groupements et c'est toujours explicable par la réussite des plantations dans ce relevé.

On note aussi la moindre participation de l'alfa et de l'armoise blanche dans les relevés 7, 8, 48 en comparaison avec les autres groupements, avec par endroits une dominance de l'alfa pour (R7-R8) et une dominance de l'armoise pour R48.

Tableau.25 Espèces présentes dans le relevé 48 :

Espèces du relevé 48		
<i>Aegilops triuncialis.</i>	<i>Launaea fragilis.</i>	<i>Atractylis polycephala.</i>
<i>Alyssum linifolium.</i>	<i>Picris hispanica.</i>	<i>Carduus spachianus.</i>
<i>Ammodaucus leucotrichus.</i>	<i>Medicago laciniata.</i>	<i>Centaurea granatensis.</i>
<i>Anacyclus monanthos.</i>	<i>Bombycilaena discolor.</i>	<i>Centaurea parviflora.</i>
<i>Astragalus caprinus.</i>	<i>Minuartia campestris.</i>	<i>Onopordon arenarium.</i>
<i>Brachypodium distachyum.</i>	<i>Lomelosia stellata.</i>	<i>Paronychia Arabica.</i>
<i>Anisantha rubens.</i>	<i>Schismus barbatus.</i>	<i>Paronychia argentea.</i>
<i>Atractylis cancellata.</i>	<i>Ajuga chamaepytis.</i>	<i>Plantago albicans.</i>
<i>Catananche caerulea.</i>	<i>Alyssum alpestre.</i>	<i>Sonchus tenerrimus.</i>
<i>Catapodium rigidum.</i>	<i>Artemisia herba-alba.</i>	<i>Stipa parviflora.</i>
<i>Diplotaxis harra.</i>	<i>Atractylis carduus.</i>	<i>Herniaria hirsute.</i>
<i>Echinaria capitata.</i>	<i>Centaurea resupinata.</i>	<i>Macrochloa tenacissima.</i>
<i>Eryngium ilicifolium.</i>	<i>Fumana thymifolia.</i>	<i>Lygeum spartum.</i>
<i>Euphorbia falcata.</i>	<i>Herniaria fontanesii.</i>	<i>Pinus halepensis.</i>
<i>Euphorbia granulata.</i>	<i>Teucrium polium.</i>	<i>Hippocrepis areolata.</i>
<i>Fagonia glutinosa.</i>	<i>Thymus algeriensis.</i>	<i>Launaea fragilis.</i>
<i>Filago albicans.</i>	<i>Thymus munbyanus.</i>	<i>Launaea nudicaulis</i>
<i>Filago pyramidata.</i>		

2.2 Interprétation des axes

La physionomie de la végétation ainsi que la densité des plantations permettent d'interpréter les axes de l'AFC (Fig.41) :

- l'axe 1 représente le type physionomique de la végétation (en sous-bois), car il oppose les groupements 1, 3 et le relevé 48 qui se trouve du côté positif de l'axe et qui présentent le faciès d'une steppe mixte à armoise ; aux groupements 2, 4 et les relevés

(7,8) qui se trouvent du côté négatif de l'axe et qui présentent le faciès d'une steppe mixte à alfa.

- L'axe 2 représente un gradient de densité de plantations et il oppose les groupements 3, 4 et le relevé 48, qui se trouvent du le côté positif de l'axe et se caractérisent par une forte densité de plantation de pin d'Alep ; aux groupements 1 et une partie du groupement 2 qui se trouve du côté négatif de l'axe et qui se caractérisent par des peuplements moins denses.

3. Diversité biologique

3.1 Spectres biologiques globaux

L'étude des spectres biologiques « brut » et « réel », globaux donne une idée générale sur l'ensemble des éléments biologiques participant à la végétation des peuplements étudiés. Les résultats sont consignés dans la figure 43. Nous avons considéré *Macrochloa tenacissima* comme une géophyte, car selon **AIDOUD & al. (2010)**, dans les Hautes Plaines et l'Atlas saharien Algérien, cette espèce se présente souvent comme une hémicryptophyte en sous-bois de matorral mais en géophyte en steppe aride.

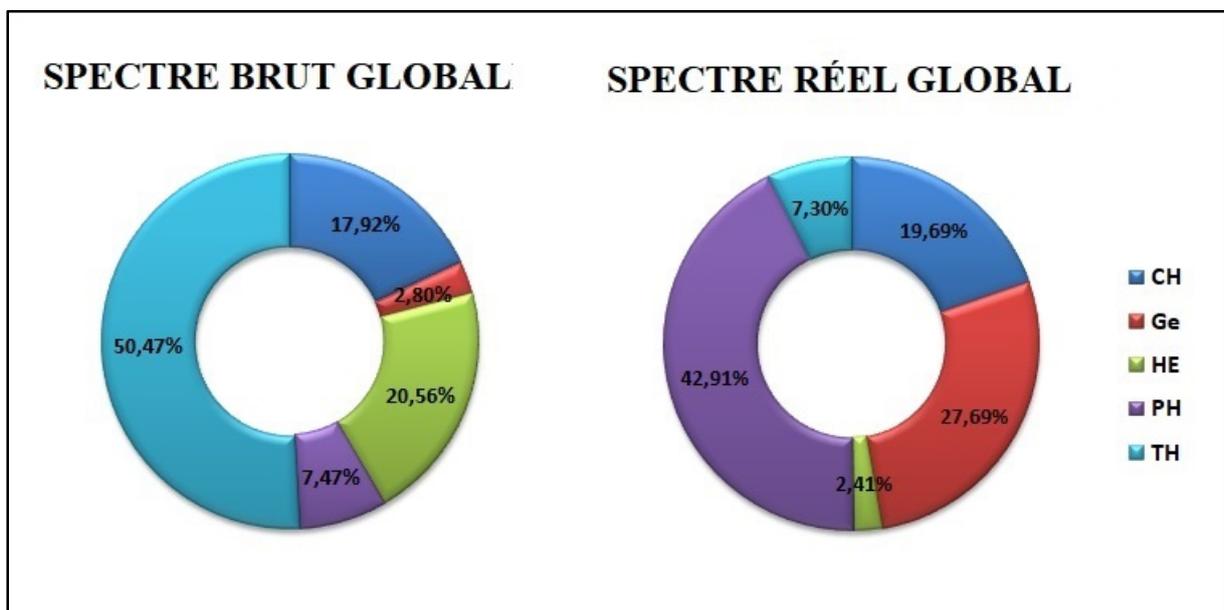


Fig.43 Spectres biologiques brut et réel (globaux).

TH: Thérophytes; *HE*: Hémicryptophytes; *CH*: Chaméphytes; *PH*: Phanérophytes, *GE*: Géophytes

Nous constatons une différence de pourcentages, entre le spectre biologique brut et le spectre biologique réel.

Pour le spectre biologique brut, la répartition des types biologiques suit le schéma suivant :

$$Th > He > Ch. > Ph > Ge.$$

L'analyse de la figure 46 montre que :

- Les thérophytes constituent le taux le plus élevé (50,47 %) ; selon **NEGRE (1966)** et **MADON & MEDAIL (1997)**,
- cette dominance des thérophytes est une caractéristique des zones méditerranéennes et arides où dominant un fort stress hydrique, leur présence démontre un signe d'aridité du milieu. **DAGET (1980)**, décrit ce phénomène de «Thérophytie » comme une stratégie adaptative vis-à- vis des conditions défavorables.
- Les hémicryptophytes avec un taux de (20,56 %) qui sont selon **DAHMANI (1997)**, des espèces habituellement présentes dans les milieux forestiers et préforestiers, cela explique leur participation considérable dans le spectre brut de notre étude.
- Les chaméphytes représentent un taux de (17,92 %), Ils sont si bien représentés car ils peuvent développer diverses formes d'adaptation à la sécheresse. Selon **ORSHAN & al. (1984)** et **FLORET & al. (1990)**, ce sont des espèces bien adaptés au phénomène d'aridisation. Le pâturage, largement répandu dans la région semble favoriser la présence des chaméphytes. En effet **LE HOUEROU (1992)**, a constaté l'augmentation de ces espèces dans les steppes graminéennes suite au surpâturage, ovin ou bovin.
- les phanérophytes avec un taux de (7,47 %) et les géophytes qui participent avec un taux de (2,80 %). Malgré leur faible diversité spécifique, ces espèces dominent parfois par leur recouvrement. Ainsi, la pondération des spectres biologiques trouverait ici sa pleine justification.

Concernant le spectre biologique réel qui considère le pourcentage de recouvrement du couvert végétal occupé par chaque type biologique, la répartition des types biologiques est comme suit :

$$\text{Ph} > \text{Ge} > \text{Ch} > \text{Th} > \text{He}.$$

La figure 43 montre :

- Une forte participation des phanérophytes avec un taux de (42,91%) ; le pourcentage appréciable de ces espèces peut être interprété par les paysages préforestiers ainsi que réussite relativement appréciable par endroits des plantations des reboisements des stations étudiées.
- Les géophytes avec un taux de (27,69%) ; leur participation abondante est justifiée par la présence marquée de l'alfa dans ces paysages préforestiers qui caractérisent les parcelles étudiées.

- Les chaméphytes avec un taux de (19,69 %) ; leur participation remarquable est due à leur leurs traits adaptatifs aux situations d'aridité du site selon **FLORET & al. (1990)** et **DANIN & ORSHAN (1990)**. Le pâturage favorise aussi de manière globale les chaméphytes repoussées par les troupeaux (**KADI-HANIFI, 1998**) ; en effet la région est marquée le surpâturage ovin ce qui explique la prolifération de ces espèces.
- Les thérophytes et les hémicryptophytes avec des taux de (7,30 %) et (2,41 %). Ces espèces occupent une faible place dans le recouvrement du sol et ce, malgré leur abondance numérique, mise en évidence par les spectres biologiques bruts.

3.2 Spectres biologiques par groupement

Dans un deuxième temps nous présentons les spectres biologiques bruts et réels des groupements identifiés par l'AFC et la CAH. Les figures 44 et 45 représentent les proportions de ces spectres.

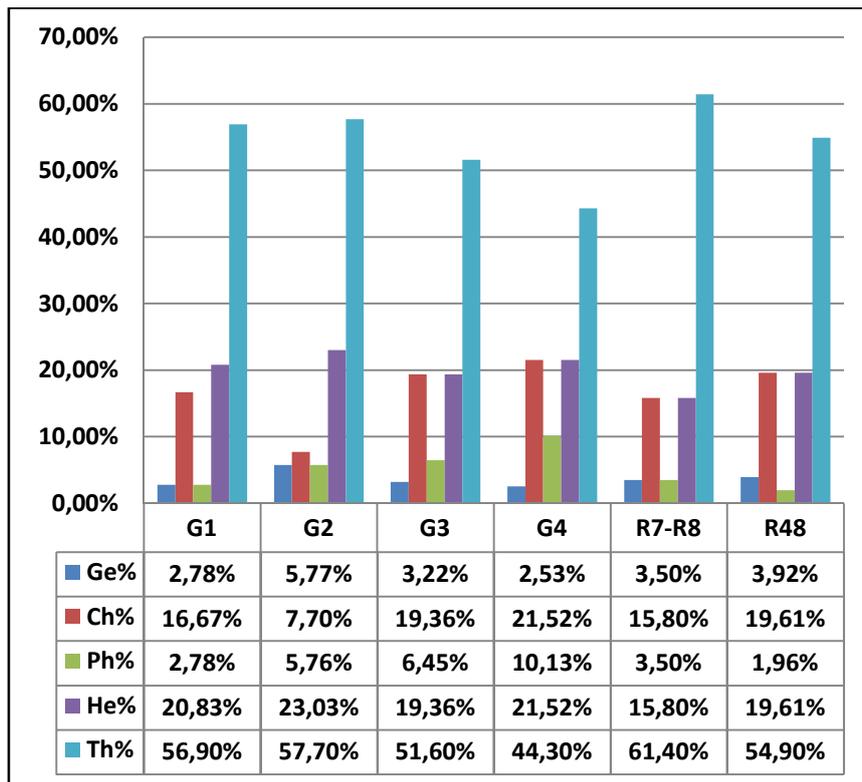


Fig.44 Spectres biologiques bruts par groupement (identifiés par l'AFC).
Th: Thérophytes; He: Hémicryptophytes; Ch: Chaméphytes; Ph: Phanérophytes, Ge. Géophytes

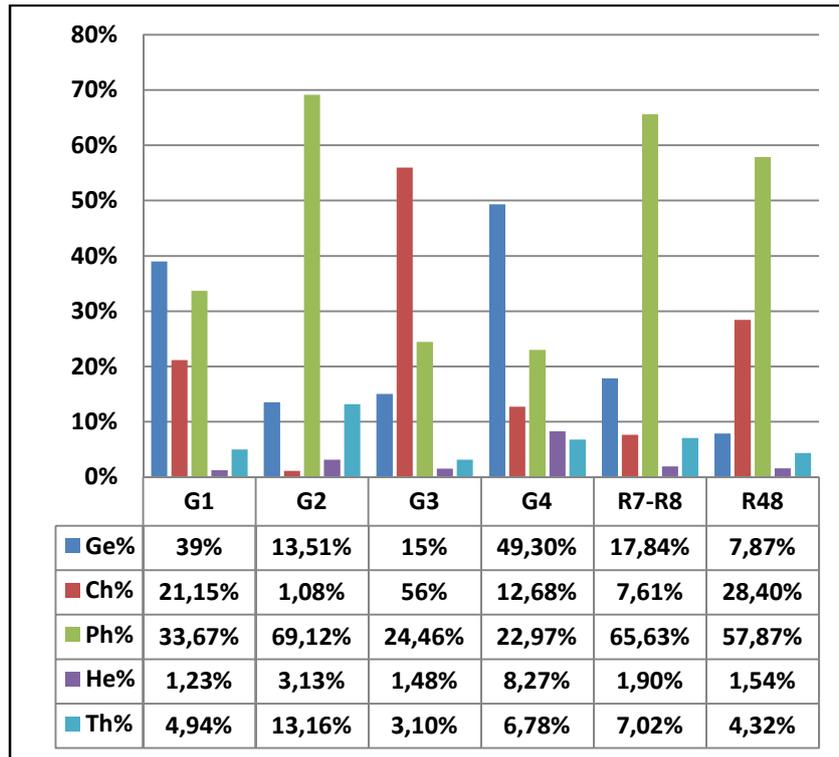


Fig.45 spectres biologiques réels par groupement (identifiés par l’AFC).

Th: Thérophytes; *He:* Hémicryptophytes; *Ch:* Chaméphytes; *Ph:* Phanérophytes, *Ge.* Géophytes

Chaque groupement se caractérise par sa propre composition floristique. La figure 44 présente les spectres bruts on remarque que la répartition des types biologiques suit le même schéma pour l’ensemble les groupements : $Th > He > Ch > Ph > Ge$.

On note :

- Une dominance des thérophytes avec des taux relativement élevés allant de (61,4 %) à (44,3 %), cette abondance est due la participation marquée de plantes steppiques telles que l’armoise blanche.
- Les hémicryptophytes sont bien représentés avec des taux allant de (23,03%) à (19,36%), cela est en concordance avec le paysage préforestier rencontré dans l’ensemble des groupements.
- Les chaméphytes représentent des taux allant de (21,52 %) à (7,7%); leur présence montre une adaptation aux conditions de plus en plus arides du milieu.
- Les phanérophytes et les géophytes qui participent avec un taux plus faible, cela est explicable par leur faible diversité spécifique, malgré ça ils dominent parfois par leur recouvrement d’où l’intérêt d’une pondération des spectres biologiques.

Pour le spectre réel, la figure 45 indique la répartition des types biologiques comme suit :

- Pour le groupement 1 : $Ge > Ph > Ch > Th > He$

On note la dominance des géophytes ; cela est justifié par la présence de l'alfa, suivi par les phanérophytes ce qui est en concordance avec le paysage préforestier clair et peu denses de ce groupement. Les chaméphytes sont bien représentées et cela exprime l'aridité du milieu, en effet d'après **ELLENBERG & MUELLER-DOMBOIS (1968)**, ces espèces fréquentes dans les matorrals sont adaptés à l'aridité

- Pour le groupement 2 : $Ph > Ge > Th > He > Ch$

On note la dominance des phanérophytes, suivi par les géophytes, cela est attribué à la forte participation de l'alfa. Nous sommes en présence d'un paysage préforestier bien conservé aux peuplements denses et assez denses. On constate malgré tout la présence non négligeable des thérophytes, selon **KADIK L (2005)**, cela exprime une tendance à la thérophytisation accrue dans les forêts du semi aride.

- Pour le groupement 3 $Ch. > Ph > Ge > Th > He$

On note la dominance des chaméphytes, suivi par les phanérophytes, cela est explicable par un paysage préforestier fortement dégradé. La richesse en chaméphytes est caractéristique des milieux dégradés et arides. Selon **BENABADJ & al. (2001)**, ces espèces sont mieux adaptés que les phanérophytes à la sécheresse. Selon **KADIK L (2005)**, ces espèces dominent aussi dans les milieux soumis au surpâturage qui fait disparaître le sous bois progressivement.

- Pour le groupement 4 $Ge > Ph > Ch > He > Th$

On note la dominance des géophytes, cela est attribué à la forte participation de l'alfa dans ce groupement suivi par les phanérophytes et les chaméphytes, cela est explicable par la mise en défend d'une partie des relevés de ce groupement .Le taux relativement élevé des chaméphytes est caractéristique des paysages dégradés et arides.

- Pour les relevés 7-8 : $Ph > Ge > Ch > Th > He$

Tout comme le groupement 2 on constate la dominance les phanérophytes et des géophytes car nous sommes devant un paysage préforestier aux peuplements bien développés.

- Relevé 48 : $Ph > Ch > Ge > Th > He$

Nous constatons un paysage dense aux peuplements bien développés ce qui explique la dominance des phanérophytes. Néanmoins nous constatons que les chaméphytes sont fortement représentés dans ce relevé ce qui peut indiquer un début de dégradation du milieu.

4. Diversité biogéographique

L'analyse des figures 46 et 47 indique que nos relevés présentent une diversité biogéographique des espèces recensées, ce qui indique une flore diversifiée. Selon **BARBERO & al. (1992)**, la diversité biogénétique et biogéographique constitue un facteur essentiel pour expliquer la richesse en espèces dans la région méditerranéenne.

- La répartition globale des éléments biogéographiques est présentée par la figure 46. On constate que l'élément Méditerranéen est largement dominant avec un taux de (59.6%). Cela est logique car d'après les constatations de **BOUGHANI (2014)**, cet élément est prépondérant dans l'atlas saharien et les hautes plaines steppiques. Suivie par l'élément Méditerranéen-Saharo Sindien avec un taux de (10.1%), l'élément Euro- Méditerranéen avec un taux de (8.08%). Les éléments : Méditérano-Irano-Touranien et Saharo-sindien avec un taux de (4.04%), ce sont en majorité des espèces de reliques forestières. Les éléments endémiques sont faiblement présents avec des taux de (1.01%), leur présence est conditionnée par le type du milieu ce qui s'explique par l'autoécologie de ces espèces qui sont généralement des pâturages arides et désertiques selon **BOURAGBA (2012)**.

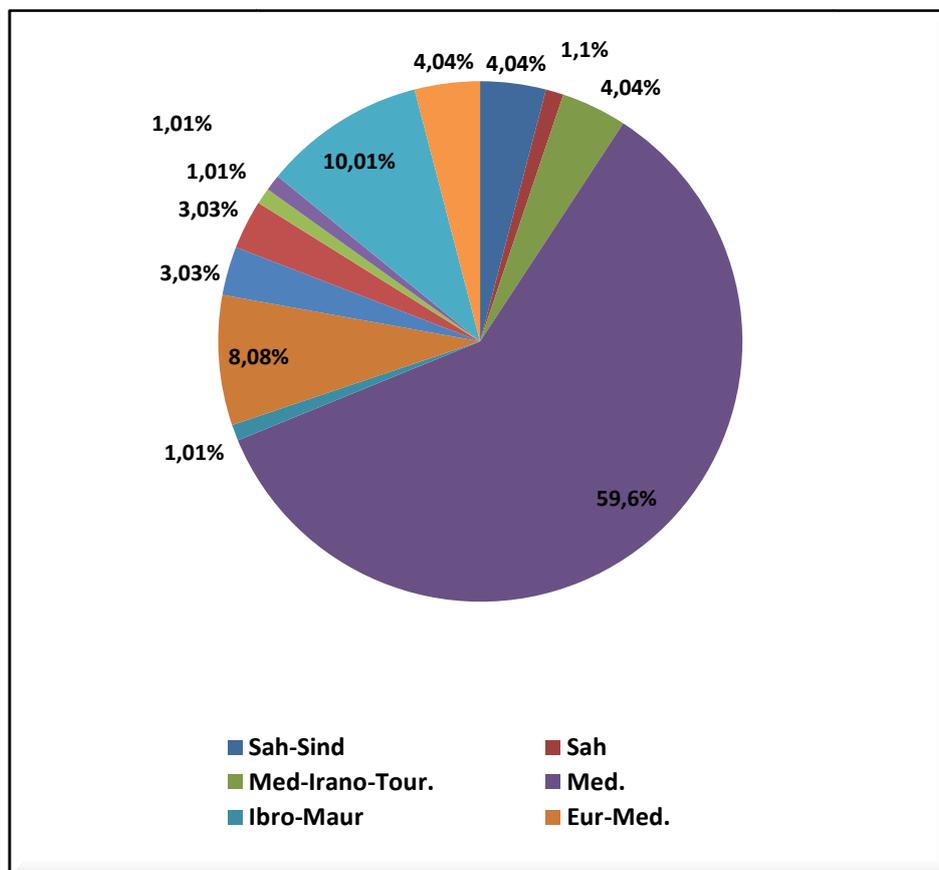


Fig.46 Spectre biogéographique global.

- La répartition des éléments biogéographiques par groupement est présentée par la figure 47. Là encore on constate une dominance des éléments : Méditerranéen, Méditerranéen-Saharo-Sindien pour l'ensemble des groupements sauf pour le groupement 2 (G2), où l'élément, Méditerranéen-Saharo-Sindien est moins présent (6%) par rapport aux autres groupements. G2 est aussi caractérisé par les taux les plus faibles en ce qui concerne les éléments : Saharo-sindien, Saharien, De liaison Méditerranéenne-Saharo Sindienne. On signale aussi que ce groupement a un taux beaucoup plus élevé pour l'élément Cosmopolite (6%) ; selon **BOURAGBA (2012)**, les espèces cosmopolites colonisent habituellement les habitats humides tels que : les dépressions et les prairies ; cela vient confirmer la singularité de ce groupement qui semble plus proche des paysages forestiers, à l'inverse des autres groupements qui semblent beaucoup plus proches des paysages steppiques de par leur composition phytogéographique.

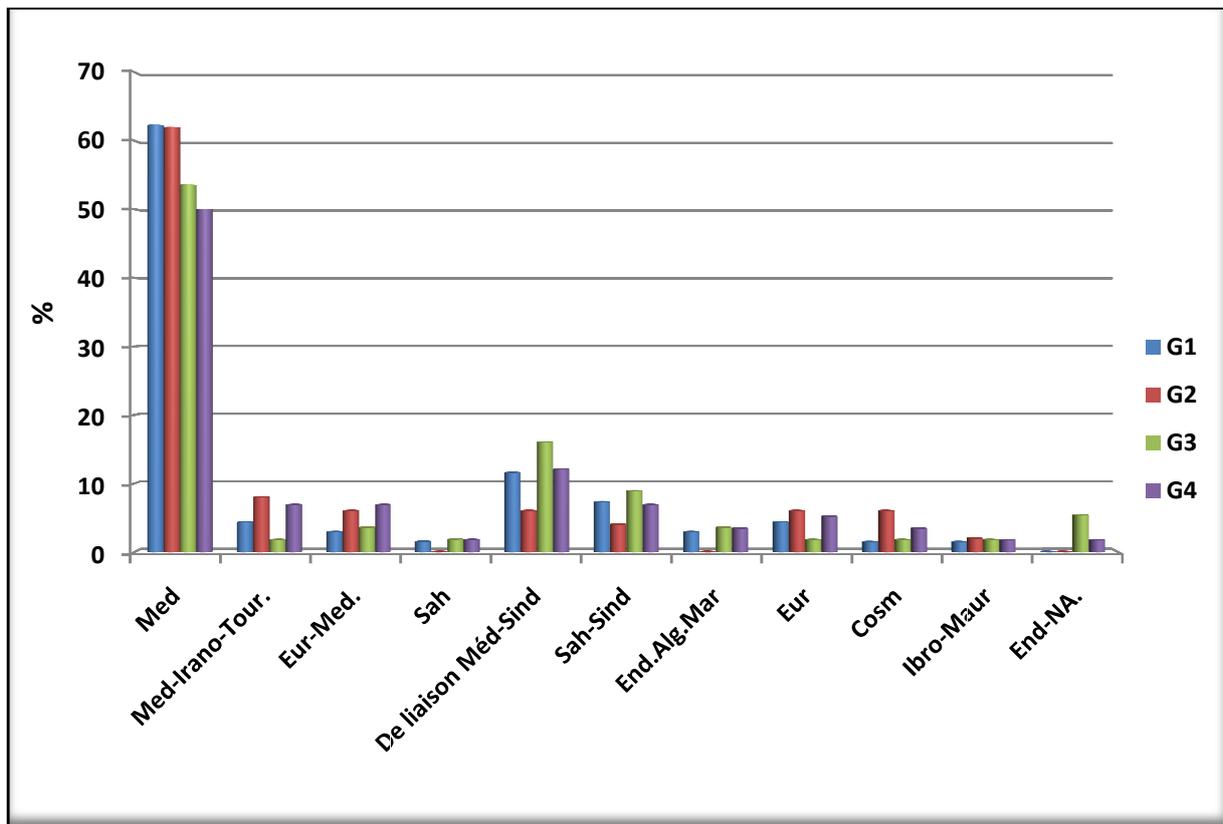


Fig. 47 Spectres biogéographiques par groupement.

5. Indices de biodiversité

Afin d'évaluer la diversité floristique de notre zone étude, nous avons calculé la richesse spécifique de nos relevés, l'indice de diversité de Shannon (H'), l'équitabilité (E) ainsi que l'indice de perturbation. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 26.

Tableau.26 Résultats des différents indices de biodiversité :

	S	H'	E	IP
G1	40,18 ^{NS} ±5,30 (31-50)	3,61 ^{NS} ±0,49 (3,34-3,83)	0,93 ^{NS} ±0,027 (0,89-0,98)	73,61%
G2	36,44 ^{NS} ±1,56 (31-41)	3,50 ^{NS} ±0,29 (3,32-3,61)	0,91 ^{NS} ±0,007 (0,87-0,93)	65,38%
G3	48,57 ^{NS} ±13,69 (45-52)	3,80 ^{NS} ±0,17 (3,72-3,89)	0,99 ^{NS} ±0,087 (0,88-1)	74,51%
G4	60 ^{NS} ±15,12 (58-63)	4,06 ^{NS} ±0,09 (4,03-4,12)	0,97 ^{NS} ±0,067 (0,95-0,99)	77,19%
R7-R8	48,5±3 (47-50)	3,83±0,08 (3,80-3,88)	0,95±0,01 (0,95-0,96)	65,82%
R48	51	3,86	0,93	70,97%
Moy±ET (Min-Max)	43,47** ± 8,59 (31-63)	3,46 **± 0,40 (3.32-4.12)	0,94^{NS} ± 0,037 (0,87-0,99)	73,61%

Moyenne : **Moy** ; Ecart type : **E.T.** ; Etendue : **Min-Max**

Seuil de signification : *, $p < 0,05$; **, $p < 0,01$; ***, $p < 0,001$; NS : non significatif

- L'analyse des résultats montre que la richesse spécifique est plus élevée dans le groupement 4 avec (60 espèces) par rapport aux autres groupements (entre 31 et 52 espèces). cela est sûrement lié à la mise en défend d'une partie des relevés du groupement ; cela vient confirmer encore une fois l'impact de l'action anthropozoiique sur la diversité floristique. L'analyse de la variance a révélé une différence très significative ($P < 0,01$) du facteur richesse spécifique entre les différents groupements.
- Pour l'indice de Shannon (H'), on note une valeur maximale pour (G4), (ce qui est en concordance avec les constatations précitées) en comparaison avec les autres groupements, qui toutefois présentent des valeurs appréciables allant de (3,32 à 3,88). Cela reflète la diversité de la végétation des différents groupements. Selon **IHADDADEN (2016)**, la dégradation et la forte xérite du paysage favorisent le développement d'espèces liées à l'ouverture du milieu et leur expansion. L'analyse de variance a révélé une différence très significative ($P < 0,01$) du facteur « Indice de Shannon-H » entre les différents groupements.
- La valeur de l'indice d'équitabilité (E) est proche de 1 pour l'ensemble des groupements ce qui est un signe de l'hétérogénéité du milieu d'après les travaux de **IHADDADEN (2016)**, favorisant ainsi la diversité spécifique. D'après les constatations du même auteur le recouvrement du pin d'Alep dans une région à faible pluviosité, joue le rôle facilitant. La présence d'espèces telles que l'alfa, l'armoise blanche ou le lygeum avec un

recouvrement presque similaire crée une complémentarité et une facilitation. L'analyse de variance a révélé une différence non significative du facteur « Indice de d'Equitabilité » entre les différents groupements.

- L'indice de perturbation est de (73,61 %) pour les reboisements étudiés ce qui reflète une dégradation importante du milieu. Cela peut s'expliquer par :
 - L'action anthropozoïque visible (surtout le surpâturage)
 - L'infiltration de thérophytes et de chaméphytes steppiques dans le milieu ; cela reflète selon **KADIK L (2005)**, une tendance accrue à la thérophysation de ces écosystèmes préforestiers, on assiste donc au retour des espèces steppiques originelles caractéristiques du semi-aride et à la montée progressive d'espèces de l'aride. Dans ce contexte **BARBERO & al. (1990)**, signalent que cette dégradation des milieux correspond à des situations de plus en plus sévères, allant de la matorralisation jusqu'à la désertification passant par la steppisation.
 - Le groupement 2 présente un indice de perturbation relativement bas par rapport aux autres groupements, ce qui semble confirmer l'impact de la proximité des forêts naturelles.

6. Dendrométrie et état phytosanitaire

Les différentes mesures dendrométriques (globales et par groupement) ont fait l'objet d'analyses statistiques, une analyse de la variance (ANOVA) ainsi qu'un test de corrélation (de Pearson), afin d'en ressortir les caractéristiques dendrométriques de nos groupements et d'une manière plus générale des reboisements du « Barrage vert » de la région étudiée, le tableau 27 regroupe l'ensemble des résultats.

- On constate que la hauteur moyenne varie entre 1,19 m et 5,01 m avec une moyenne de $3,23 \pm 1,002$ m, la circonférence moyenne varie entre 17,1 cm et 63,1 cm avec une moyenne de $35,09 \pm 9,70$, la densité des peuplements varie entre 400 et 1600 arbres à l'hectare avec une moyenne de $832,05 \pm 363,42$, le taux de défoliation varie entre 0% et 100% avec une moyenne de $43,04\% \pm 26,02$, pour l'atteinte du tronc on enregistre une moyenne de $35,73 \pm 2,6$ et elle varie entre 7 et 80 arbre par relevé.
- L'analyse de la variance (ANOVA) a révélé des différences hautement significatives entre les mesures dendrométriques des différents groupements identifiés par l'AFC avec un seuil de signification $p < 0,001$.

- Comme on peut le constater sur le tableau 23 le groupement 4 et les relevés (7,8) caractérisés par une topographie particulière (lits d'oued – reliefs vallonnés), donnent des hauteurs moyennes relativement plus élevées que les autres groupements.
- Les groupements 3, 4 et le relevé 48 sont caractérisés par une forte densité des plantations et montrent des résultats plus élevés en ce qui concerne l'atteinte du tronc et la défoliation.

Tableau.27 Caractéristiques dendrométriques et état phytosanitaire des groupements étudiés :

	hm (m)	Cm (cm)	D (N/ha)	Def	Tr
G1	3.47 ^{NS} ±0.15 (2.8-4.1) 4.35%	36.58 ^{NS} ±1.70 (31.5-39.5) 4.65%	752.78 ^{NS} ±120.68 (600-900) 16.03%	30.90 ^{NS} ±10.64 (25-50) 34.42%	39.82*±2.00 (12-68) 39.82%
G2	4.65 ^{NS} ±0.27 (4.11-5.1) 5.94%	53.50 ^{NS} ±2.91 (49-59,5) 5.44%	457.89 ^{NS} ±69.24 (400-600) 15.12	4.75 ^{NS} ±0.94 (0-25) 84.26%	13.31 ^{NS} ±0.69 (8-20) 22.81%
G3	1.32 ^{NS} ±0.15 (1.19-1.73) 11.35%	19.67 ^{NS} ±2.29 (17,1-24.80) 11.67%	1130 ^{NS} ±125.17 (900-1300) 11.07%	66.81 ^{NS} ±11.79 (50-75) 17.64%	63.8*±3.47 (48-75) 17.21%
G4	3.23 ^{NS} ±0.099 (3.16-4.28) 3.08%	33.28 ^{NS} ±2.89 (30.23-63.1) 8.69%	1570 ^{NS} ±48.3 (1500-1600) 3.07%	70.86 ^{NS} ±9.32 (50-100) 13.15%	73.6*±1.24 (69-80) 5.32%
R7-R8	4.74 ^{NS} ±0.035 (4.7-4.8) 0.74%	40.39 ^{NS} ±0.24 (40.02-40.73) 0.61%	550 ^{NS} ±70.71 (500-600) 12.85%	9.10***±12.61 (0-25) 138.74%	7.5 ^{NS} ±0.5 (7-8) 9.42%
R 48	4.098 ^{NS} ±0.52 (3.35-4.6) 12.67%	35.03 ^{NS} ±4.71 (29.69-45.23) 13.46%	1000	35 ^{NS} ±12.91 (25-50) 36.89%	24.6 ^{NS} ±3.15 (12-28) 28.66%
Moy±ET	3.23***±1.002 (1.19-5,1)	35,09***±9.70 (17.1-63,1)	832.05***±363.42 (400- 1600)	43.045***±26.023 (0-100)	35,73***±2.6 (7-80)
C.V. (%)	31.07%	27,62%	43,67%	60.45%	64.37%

Moyenne : Moy ; Ecart type : E.T. ; Etendue : Min-Max ; C.V. : Coefficient de variation (%) ; Hm (hauteur moyenne) ; Cm (Circonférence moyenne) ; D (nombre de pied par hectare) ; Def (Taux de défoliation%). Tr : atteinte du tronc
Seuil de signification : *, $p < 0,05$; **, $p < 0,01$; ***, $p < 0,001$. NS : non significatif

- La matrice de corrélation (Tableau 28) permet de distinguer la relation entre les différents paramètres précités. On constate que la densité des peuplements est fortement corrélée positivement avec le taux de défoliation et l'atteinte du tronc, négativement avec la circonférence moyenne. Il existe une forte corrélation positive entre la circonférence moyenne et la hauteur moyenne. On remarque aussi que le taux de défoliation et l'atteinte du tronc sont fortement corrélés négativement avec la hauteur moyenne et la circonférence moyenne.

Tableau.28 Matrice de corrélation de Pearson ($p < 0,05$) pour l'ensemble des variables dendrométriques :

	D	Cm	Hm	Def	Tr
D	1,000				
Cm	-0,635*	1,000			
Hm	-0,43	0,896*	1,000		
Def	0,934*	-0,814*	-0,676*	1,000	
Tr	0,910*	-0,681*	-0,566	0,942*	1,000

L'analyse de ces résultats ainsi que nos observations sur le terrain nous ont permis de décrire d'une manière générale l'état des reboisements du « Barrage vert » dans la zone étudiée.

Nous sommes devant des reboisements monospécifiques dégradés à pin d'Alep, avec une densité de plantation particulièrement élevée (qui avoisine parfois les 2000/ha), les individus sont pour la plupart chétifs avec une hauteur qui dépasse rarement les 4 m ; les arbres subissent des attaques d'insectes ravageurs ce qui engendre des symptômes flagrants de dépérissement (défoliation et atteintes du tronc). L'action anthropozoïque aggrave la dégradation du milieu en effet on constate des traces de : pollution, d'incendies, d'abatage illicite et surtout de surpâturage, à fortiori dans une région connue pour sa richesse ovine. Cette description générale est représentée dans le schéma de la figure 48.

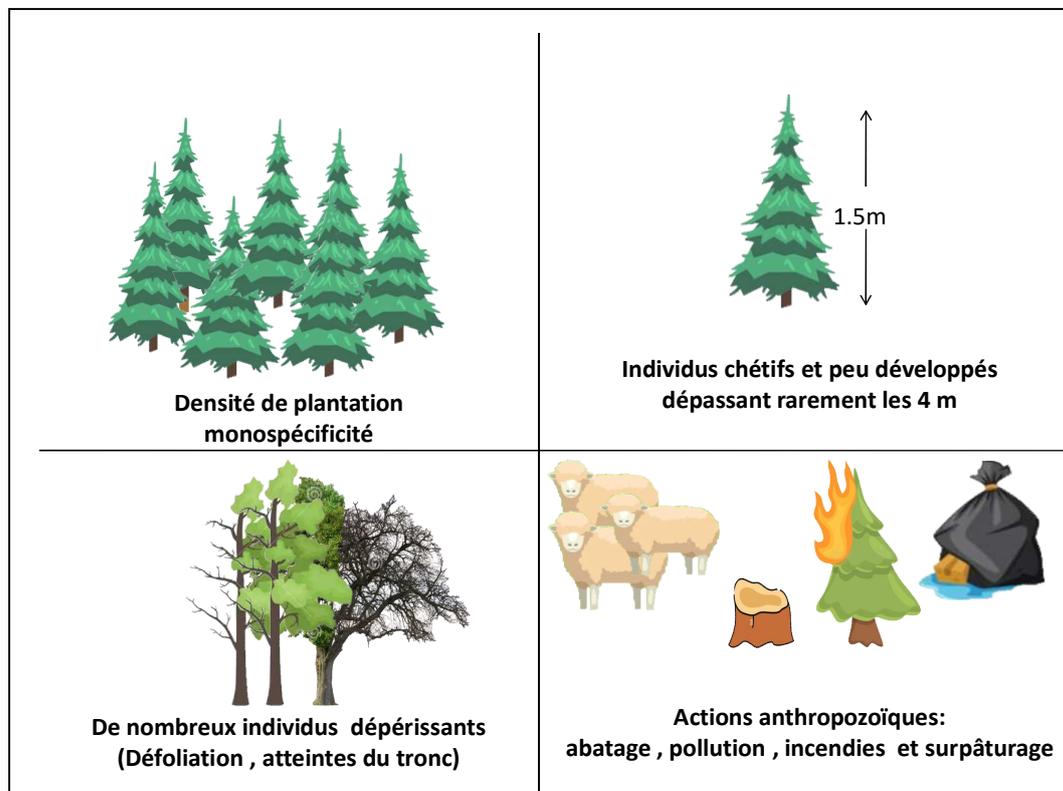


Fig. 48 Description générale des reboisements du Barrage vert de la région de Djelfa. (Original, 2020)

7. Caractéristiques édaphiques

Nous avons retenu un échantillon de sol pour chaque groupement : (G1, G2, G3, G4) et les relevés (7,8 et 48). Des analyses physico-chimiques et une granulométrie ont été effectués afin de comprendre l'impact de la qualité du sol sur :

La répartition des espèces recensées

Le développement des individus plantés

Les Tableaux 29, 30 donnent les résultats des différentes analyses pédologiques.

Tableau.29 Caractéristiques physicochimiques des sols des différents groupements :

	Prof	pH	Mo %	Ca %	Cond	Hum%
G1	11,1	7,67	1,67	36,1%	0,132	4,12
G2	25,4	8,43	2,34	55,3%	0,134	7,33
G3	9,5	7,14	2,14	23,3%	0,161	4,04
G4	16,9	7,94	1,54	13,2%	0,123	6,55
R7-R8	23,5	8,30	2,90	44,5%	0,118	7,75
R48	24,1	7,93	2,93	30,87%	0,115	7,85

Prof cm (profondeur du sol) ; Mo (matière organique) ; Ca (calcaire total) ; Cond ms/cm² (conductivité) ; Hum (Humidité du sol)

Tableau 30 : Caractéristiques granulométriques des sols des différents groupements :

	A%	LF%	LG%	SF%	SG%	Texture
G1	33.1%	27.3%	23.5%	10%	6.1%	Limono- argileuse
G2	15,5%	23,5	23,5%	31,4%	6%	Limono-sableuse
G3	11%	30.1%	24.2%	5.5%	4.2%	Limoneuse
G4	30,4%	29.8%	23.7%	10.1%	6%	Limono- argileuse
R7-R8	14,58%	25%	19.5%	33.6%	7.32%	Limono-sableuse
R48	14%	24.1%	20.9%	36%	5%	Limono-sableuse

A (Argile) LF (Limon fin) ; LG (Limon grossiers) ; LG (Limon) ; SF(Sable fin) ; SG(Sable grossier)

- On remarque que le groupement 2 et les relevés (7, 8,48), sont caractérisés par des sols calcaires avec des concentrations en calcaire total de l'ordre de : (55,3%, 44,5%, 30,78%) , assez profonds avec des profondeurs : (25,5 Cm, 23,5 Cm, 24,1 Cm), plus humides avec des taux de (7,33%, 7,75%, 7,85%), au pH alcalin avec des valeurs de (8,43, 8,3, 7,93) , des taux particulièrement élevés en matières organiques (2,34%, 2,9%,2,93%) et à la texture Limono-sableuse.
- Les groupements 1, 3, 4, sont caractérisés par des sols peu profonds (11,1Cm, 9,5Cm, 16,9Cm), moins humides (4,12%, 4,04%, 6,55%), moins calcaires (13,2%, 23,3%,

36,1%). La texture du sol des groupements 1 et 4 est limono-argileuse. Quant à celle du groupement 3 elle est limoneuse.

Ces résultats justifient parfaitement le développement appréciable du pin d'Alep dans les groupements 2 et les relevés (7, 8,48). Selon **KADIK B (1983)** , même si les pinèdes s'adaptent sur tout type de sols , elles se développent bien surtout sur les sols bruns calcaires, les sols bruns calciques à croûte et encroûtement, sur rendzines, mais supportent très mal les substrats sablonneux, les substrats où existent des nappes aquifères permanentes, provoquant l'asphyxie de son système racinaire, ainsi que les steppes à armoise blanche et armoise champêtre, indiquant que l'espèce ne tolère pas les sols limoneux ou limono argileux , ce qui est le cas pour nos groupements 1,3,4 où le pin d'Alep se développe difficilement.

8. Récapitulatif

La figure 49 représente un schéma récapitulatif (synthétique) des différents résultats obtenus pour les groupements identifiés.

Cette étude nous a permis de mettre en évidence plusieurs ensembles relativement bien individualisés :

- ❖ Nous constatons la réussite relative des reboisements au niveau du :
 - Groupement 2 ; se trouve à proximité de la forêt naturelle de Djellal et qui possède un sol plus favorable au développement du pin d'Alep.
 - Les relevés 7, 8 et 48 ; qui présentent un relief favorable (terrain vallonné pour le relevé 48 et lit d'oued pour les relevés 7 et 8)
 - Les groupements précités présentent une diversité floristique élevée caractérisée par la dominance de l'élément biogéographique méditerranéen essentiellement et la participation de l'élément cosmopolite et européen, ces derniers sont présents généralement dans les milieux plus humides.
 - Malgré la croissance appréciable du pin d'Alep dans le groupement 2, R7, R8 et R48 on remarque l'infiltration d'espèces steppiques typiques de la région.
- ❖ Nous constatons l'échec relatif des plantations dans les groupements 1, 3,4
 - Le groupement 4 présente une excellente diversité floristique comparé aux autres groupements, une grande partie des relevés de ce groupement se trouve dans une zone mise en défend.

- Pour les relevés : 1 et 3, qui présentent un faciès de steppe à armoise ; on remarque que les arbres sont pour la plupart peu développés chétifs et défoliés. L'étude de la biodiversité montre un tableau beaucoup plus steppique.
- ❖ L'ensemble des groupements montrent un indice de perturbation très élevé : supérieur à 60%, ce qui témoigne d'une dominance des thérophytes et des chaméphytes. Ces résultats sont en concordance avec la thérophysation décrite par **KADIK L(2005)**, dans les milieux forestiers de la région.

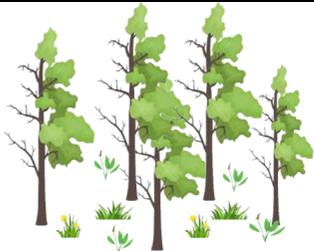
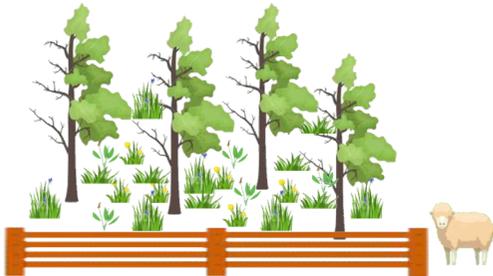
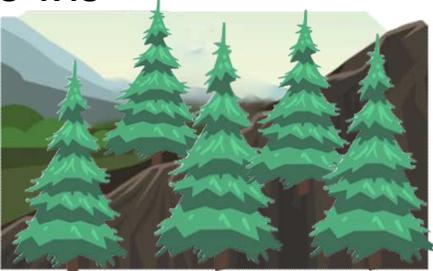
<p>G1 G3</p>  <p>Paysages préforestiers dégradés, peuplements peu développés , forte densité de plantation, faciès de steppe à armoise blanche , infiltration d'espèces steppiques</p>	<p>G2</p>  <p>Paysages préforestiers bien conservés, peuplements développés, diversité floristique appréciable , faciès de steppe mixte à alfa , infiltration d'espèces steppiques. Conditions édaphiques favorables , à proximité de la forêt naturelle.</p>
<p>G4</p>  <p>Paysages préforestiers , peuplements dégradés, forte densité de plantation , diversité floristique remarquable , faciès de steppe mixte à alfa , l'infiltration moindre d'espèces steppiques. Zone mise en défend .</p>	<p>R7-R8- R48</p>  <p>Paysages préforestiers bien conservés, peuplements développés, diversité floristique appréciable , faciès de steppe mixte à alfa, infiltration moins marquée d'espèces steppiques. Conditions édaphiques favorables, reliefs favorables.</p>

Fig. 49 Schéma récapitulatif des résultats obtenus pour les différents groupements identifiés (Original, 2020).

9. Discussion

L'objectif de ce travail est d'établir un état des lieux de reboisements du « Barrage vert » de la région de Djelfa et de mettre en évidence leur incidence sur la biodiversité floristique autochtone.

L'examen des plans factoriels relatifs aux axes 1-2 de l'AFC et du dendrogramme de la CAH (Figure 41- 42), a permis de constater une répartition des relevés en groupements de végétaux bien distincts (G1,G2,G3,G4). La physionomie de la végétation ainsi que l'analyse des caractéristiques dendrométriques des groupements obtenus ont permis l'interprétation des axes de l'AFC.

En étudiant la répartition des types biologiques réels, globaux et par groupement nous distinguons un taux relativement élevé de phanérophytes ce qui peut être expliqué selon **KADIK L (2012)**, par la nature préforestière du paysage, particulièrement pour le groupement 2 et les relevés (7,8 ,48), qui semblent former des reboisements clairs, peu denses et denses caractérisés par une strate arborée peu dégradée et bien évoluée et des sols profonds relativement humides (Tableau 29). On note une forte participation des géophytes particulièrement au niveau des groupements 1,3 et 4, représentés par des peuplements clairs et exposés, caractérisés par une strate arborée peu développée présentant un faciès de steppes mixtes à alfa pour G4, et à dominance armoise pour G1 et G3.

En ce qui concerne le spectre brut, nous constatons une dominance des thérophytes ; de nombreux auteurs : **QUEZEL (1965)**, **ZOHARY (1962)** et **DAGET (1980)**, ont mis en évidence un lien entre la thérophytisation (thérophytie) et la sécheresse estivale sous climat méditerranéen. Selon **NEGRE (1966)** et **DAGET (1980)**, cette thérophytie est une stratégie adaptative vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux contraintes climatiques. Ce processus de thérophytisation qui accompagne la steppisation a été décrit par les travaux de **QUEZEL (2000)** et **QUEZEL & MEDAIL (2003)**, en Afrique du Nord. Le phénomène de steppisation est d'autant plus représenté par un taux de chaméphytes plus au moins élevé surtout au niveau des peuplements peu denses et clairs comme (G3); la présence de chaméphytes avec un taux relativement élevé indique que le milieu est moins humide ce qui est confirmé par le tableau 29, qui montre des taux d'humidité du sol relativement bas pour la majorité des groupements. D'après **DANIN & ORSHAN (1990)**, les chaméphytes sont connues par leur caractère plus xérophile et particulièrement photophile ; en effet ces espèces s'adaptent mieux à la sécheresse estivale et aux forts éclaircissements lumineux, ce qui est démontré par les travaux de **SENNI (2014)**. Selon **RAUNKIER (1934)**, **ORSHAN & al. (1984)**, **FLORET & al. (1990)**, cette chamæphytisation a donc pour origine un phénomène

d'aridisation du milieu. Pour **DANIN & ORSHAN (1990)**, le pâturage favorise aussi cette chamæphytisation ; de nombreux auteurs tels que : **BARBERO & al. (1990)**, **KADIHANIFI (2003)**, **KADIK L (2011)**, **GUIT (2015)**, **SBAA & BENRIMA (2017)**, admettent que la chaméphytisation est un phénomène lié à la présence d'espèces épineuses qui se développent au détriment des espèces fourragères, c'est le synonyme d'une anthropisation accentuée. Notre travail a notifié l'ampleur de l'action anthropozoïque particulièrement le surpâturage, dans une région connue pour sa richesse ovine.

D'après **KADIK L (2005)** et **AMARA & BOUAZZA (2013)**, le processus de steppisation observé, est montré par l'envahissement d'espèces steppiques telles que *Anisantha rubens*, *Atractylis humilis* et par la régénération des espèces physionomiques liées à la végétation originelle d'avant les plantations de *Pinus halepensis* telles que *Artemisia herba alba* et *Macrochloa tenacissima*.

Il faut noter aussi une dégradation du sol, en effet l'analyse des caractéristiques édaphiques a montré que la majorité des échantillons de sols étudiés sont peu profonds, squelettiques, ont un pH neutre à basique, à texture limoneuse ou limono-argileuse ; ce qui caractérise souvent les sols des hauts plateaux dans les steppes à armoise blanche (*Artemisia herba alba*) et armoise champêtre (*Artemisia campestris*) et les substrats où existent des nappes aquifères permanentes provoquant l'asphyxie du système racinaire du pin d'Alep (**KADIK L, 2005**). Cela explique en partie selon le même auteur l'échec relatif des reboisements du « Barrage vert » par endroits dans les régions steppiques.

Selon les constatations **AMARA & BOUAZZA (2013)**, Il en ressort donc que le milieu étudié est beaucoup plus proche des steppes arides. Les résultats obtenus expriment alors une reprise progressive d'un environnement steppique dans les parcelles reboisées étudiées.

La dégradation de ces paysages préforestiers est en partie due au dépérissement causé par la chenille processionnaire qui engendre une forte défoliation surtout dans les groupements caractérisés par une forte densité de plantation à pin d'Alep : G1, G3 et G4 (Tableau.27).

Pour **BENSAID (1995)**, la forte densité de plantation est la résultante d'une décision précipitée et non étudiée de planter 2000 plants par hectare dans les plans initiaux du « Barrage vert ». D'après **KHAOUANI (2019)**, cette densité excessive a causé un ralentissement de l'accroissement des suites de la concurrence des jeunes plants entre eux et a provoqué un dépérissement des peuplements sur le long terme ; selon **HEZIL (2019)**, cette pratique rendrait les individus vulnérables face aux attaques d'insectes ravageurs tels que les insectes xylophages ; les travaux de **ZAMOUM & al. (2008)**, démontrent une relation entre la densité des plantations, le taux de défoliation et l'atteinte du tronc par les insectes

xylophages. L'état phytosanitaire du pin d'Alep est donc essentiellement lié à la chenille processionnaire qui est selon **HODAR & al. (2003)**, son principal ravageur et le plus redoutable. Pour **ARNALDO & al. (2010)** et **CARDIL & al. (2017)**, l'insecte se nourrit des aiguilles à différents stades et peut provoquer une défoliation considérable. D'après **MIRAULT & REGAD (1992)** et **SBABDI & al. (2015)**, cela affaiblit les arbres attaqués et perturbe leur croissance et peut conduire à leur mort. **DAJOZ (1998)**, stipule que la femelle a peu de temps pour pondre ses œufs à sa sortie du sol, ce qui rend les pins les plus proches du sol plus sensibles à l'infestation par la chenille. La hauteur des arbres semble être alors un autre facteur influant sur le taux de défoliation, ce qui est confirmé par nos observations où on remarque que les groupements caractérisés par des hauteurs moyennes plus élevées "G 2 et les relevés 7,8 " (Tableau 27), ont un taux de défoliation inférieur comparé aux autres groupements, ce qui laisse supposer que les arbres les plus hauts dont les premières branches sont plus soulevées du sol, échappent considérablement aux papillons gravides lors de la ponte qui choisissent les branches les plus basses ; ce qui rejoint les observations de plusieurs auteurs tels que **PEREZ-CONTRERAS & TIerno DE FIGUEROA (1997)** et **PEREZ-CONTRERAS (2014)**.

En Algérie, cet insecte ravageur est présent dans l'ensemble des forêts résineuses. Selon **KADIK B (1987)**, les attaques massives sont apparues dès les premières années des reboisements du « Barrage vert » ; la monoculture quasi exclusive à base de pin d'Alep a engendré une explosion démographique des populations de la chenille processionnaire. D'après **LETREUCH (1991)**, l'utilisation quasi-générale du pin d'Alep dans les plantations du « Barrage vert » est un choix qui semble hasardeux où le long terme n'a pas été pris en considération, car les conditions biotiques et abiotiques ont été bouleversées et le cortège floristique du pin d'Alep ne peut s'installer qu'après la mise en place de conditions plus favorables sur le long terme.

Cette dégradation est due aussi au facteur anthropique, les forêts de la région de Djelfa connaissent un surpâturage intense (évoqué ci-dessus), qui selon **ALAOUI & al. (2011)**, peut jouer un rôle important dans le déséquilibre et la dégradation des peuplements. De plus le facteur de piétinement peut réduire la régénération (déjà très faible) et la croissance des jeunes pousses selon **KADIK B (1983)**.

II. PROPOSITIONS DE REHABILITATION

1. Facteur d'échec des reboisements du Barrage vert

Ce travail a permis de faire ressortir les différents facteurs d'échec des reboisements du « Barrage vert » dans les stations étudiées :

L'action anthropozoïque : L'inconscience de la population expose ces écosystèmes fragiles à une dégradation irréversible ; sur le terrain les signes évidents de l'impact anthropozoïque ont été observés sur les reboisements du « Barrage vert » de la zone étudiée : pollution, incendies, abattage illicite, mais particulièrement : le surpâturage intensif dans cette région ovine, ce qui aggrave la situation écologique déjà fragile de ces paysages préforestiers.

La monospécificité : l'utilisation quasi exclusive du pin d'Alep expose les reboisements à un risque accru de défoliation par la chenille processionnaire ce qui ralentit la croissance des jeunes plants, ce qui fragilise les arbres et les expose à d'autres risques phytosanitaires tels que : l'atteinte du tronc par les insectes xylophages ; entraînant ainsi à long terme et dans les cas les plus extrêmes le dépérissement total de l'arbre.

La provenance des plans : Notre étude a montré que l'origine des plants n'a pas été prise en considération lors du lancement du projet du « Barrage vert » ; la quantité a été souvent privilégiée au détriment la qualité. Une partie des plants utilisés a été importée des forêts du nord de l'Algérie (sub humide), qui présentent des écotypes différents de ceux du semi-aride.

Choix de parcelles à reboiser : Notre étude a démontré que la réussite des plantations a été influencée par le choix du milieu. En effet nous avons constaté que : le relief, les caractéristiques édaphiques, l'altitude, l'éloignement par rapport aux forêts naturelles; ont affecté le développement des plantations.

Gestion du reboisement : Nous avons constaté que la mise en place de ce projet s'est faite dans un contexte particulier de précipitation ne donnant pas le temps aux gestionnaires de se préparer ou de se documenter suffisamment avant d'entreprendre leur travaux sur le terrain , cela a donné lieu à des pratiques discutables telles que le rootage qui a montré son inefficacité et son impact négatif à long terme sur les plantations.

Contexte socioéconomique : Même si l'on constate un regain d'intérêt pour le « Barrage vert » ces dernières années, ce projet a été longtemps délaissé en raison de la situation politique et économique du pays, ce qui a fortement contribué à la dégradation du milieu et à l'insuffisance de travaux sur le terrain et de recherches sur le sujet.

2. Propositions de réhabilitation

A l'issue de cette étude et en se basant sur les différents résultats obtenus, les facteurs d'échec précités, ainsi que les informations fournis précédemment, nous pouvons donner des propositions de rectification adaptées aux différents types de paysages identifiés par cette étude ; ce qui permettra d'élaborer un modèle simplifié pour la réhabilitation des anciens reboisements du « Barrage vert » de la région de Djelfa , extrapolable éventuellement à l'échelle nationale aux stations similaires. Le modèle que nous proposons (Fig50) se présente comme suit :

2.1 Pour les paysages au développement satisfaisant / Réussite du reboisement

« Type : Groupement 2, Relevés 7, 8 et 48 »

- Reboisements denses et très denses (peuplements bien développés) : (R :7,8,48)

Pour la sauvegarde de ce type de paysages nous proposons :

- Un entretien sylvicole régulier (type éclairci).
- Aménagements d'infrastructures (type tranchées pare-feu et ouvertures de pistes).
- Contrôles et surveillance régulière des parcelles.
- Effectuer des regarnis réguliers si nécessaire.
- Etant donné que la réussite des plantations dans ce type de paysages a été influencée par les conditions avenantes du milieu, il serait intéressant de se concentrer sur les zones présentant un relief, une altitude ou un sol particulièrement favorable dans les zones de regarnis ou futures compagnes de reboisements.
- Ouvrir le secteur aux investisseurs privés désireux de créer des espaces récréatifs en prenant soin de réglementer l'accès aux zones plantées (surveillance) et sensibilisation des enfants (organisation de sorties éducatives et explicatives sur le terrain).

- Reboisements denses , peu denses et clairs avec sous-bois: (G2)

Pour la réhabilitation et la mise en valeur de ce type de paysages nous suggérons :

- Un entretien sylvicole régulier.
- Contrôles et surveillance régulière des parcelles.
- Etant donné que ce type de paysages se trouve généralement à proximité des forêts naturelles ; il serait intéressant d'intensifier les compagnes de reboisements dans ce secteur afin d'assurer une continuité du couvert végétal.
- Introduction d'essences forestières adaptées à la région, telles que : le Chêne vert (*Quercus ilex*) et le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*). Les essences doivent être multipliées en pépinière en tenant compte de l'écotype et de l'état mycorhizien des plants.

2.2 Pour les paysages au développement insatisfaisant /échec relatif

« Type : Groupements 1, 3, 4 »

- Reboisements très clairs, individus chétifs fortement défoliés : (G1, G3)

Pour la réhabilitation de ce type de paysages nous proposons :

- Intensifier la lutte contre la chenille processionnaire et abatage des individus dévastés.
- Contrôle et surveillance de la charge pastorale.
- Compte tenu du retour des espèces steppiques originelles, particulièrement dans ce type de paysages, il serait intéressant d'exploiter et de mettre en valeur certaines espèces steppiques médicinales ou fourragères telles que : l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*), l'armoise champêtre (*Artemisia campestris*), le jujubier (*Ziziphus lotus*), le genévrier rouge, le genévrier oxycédre ;..... surtout au niveau des parcelles montrant un faciès steppique colonisateur des plantations déperis. Autant établir une mise en défens dans ces milieux inadéquats aux plantations du pin d'Alep. .

- Reboisements clairs, individus peu développés et défoliés : (G4)

Pour la réhabilitation de ce genre de paysages nous suggérons :

- Intensifier la lutte contre la chenille processionnaire et traiter les individus atteints.
- Contrôle obligatoire et surveillance de la charge pastorale.
- Introduire une arboriculture rustique avec des espèces telles que : le grenadier (*Punica granatum*), l'olivier (*Olea europaea*), le pistachier vrai (*Pistacia vera*), l'amandier, l'abricotier.... Les essences doivent être multipliées en pépinière en tenant compte de l'écotype et de l'état mycorhizien des plants.

2.3 Propositions générales

- Contrôle régulier des parcelles reboisées et prise de mesures légales adaptées en cas d'actions nuisibles.
- Réhabiliter, valoriser et moderniser les pépinières du domaine forestier en ouvrant le secteur aux jeunes entrepreneurs et leur fournir des facilités administratives et financières. Assurer des stages et des formations dans le domaine de la foresterie pour les pépiniéristes en collaboration les universités, la DGF, le BNEDER, l'INRF, l'HCDS.....
- Prendre en considération la carte d'émergence de la chenille processionnaire du pin dans les prochaines campagnes de reboisements et plans de regarnis.
- Intensifier les recherches faites sur l'insecte et sur les possibilités de limiter son impact, en tenant compte des études récentes sur les biopesticides et la lutte biologique.
- Bannir complètement le rootage des prochaines campagnes de reboisements.

- Mise en défens des jeunes plantations.
- Tenir compte des changements des isohyètes non seulement pour le choix des essences mais aussi pour l'emplacement des parcelles à reboiser.
- Tenir compte des différentes études écologiques et forestières qui s'intéressent à la problématique de la désertification.
- Donner plus de moyens aux forestiers afin de réaliser un suivi permanent du « Barrage vert »
- Sensibiliser la population sur les problématiques écologiques et environnementales.
- Associer la population au processus de réhabilitation en faisant participer les acteurs sociaux (associations, population, éleveurs,...), aux diverses compagnes de reboisements.

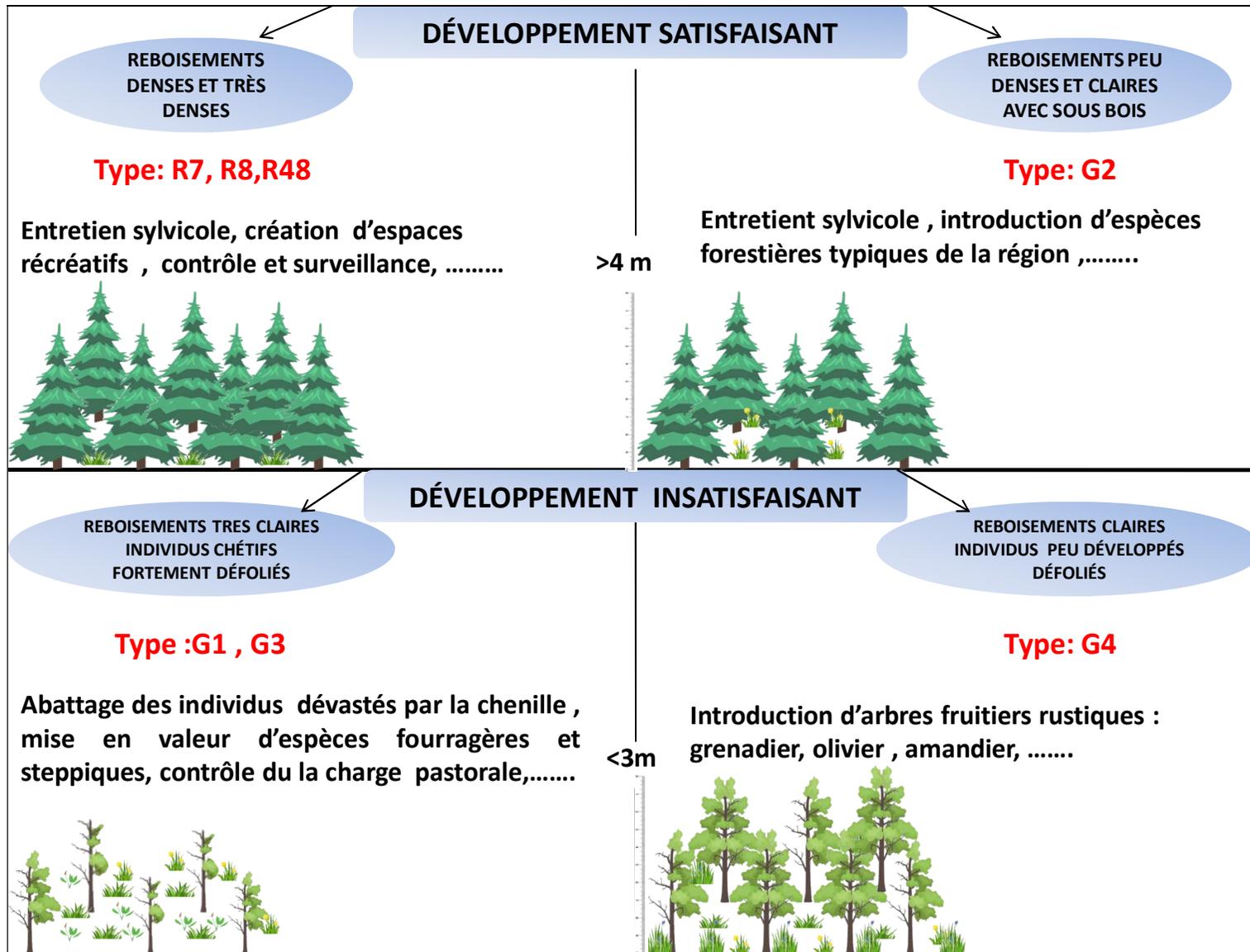


Fig.50 Modèle simplifié de propositions de réhabilitation (Originale, 2020).

CONCLUSION ET
PERSPECTIVES

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans le présent travail nous avons étudié d'anciens reboisements du « Barrage vert » de la région de Djelfa, l'une des plus grandes régions du projet (si ce n'est la plus grande), presque 50 ans après son lancement. Cette étude nous a permis de faire un état des lieux du projet dans la zone étudiée et d'en déduire l'impact sur l'écosystème originel.

Les résultats, montrent que le pin d'Alep des reboisements du « Barrage vert » de la région étudiée, ne sont pas aussi bien développés que dans les forêts naturelles. Ces résultats, peuvent être imputables à la densité de plantation occasionnant une compétition sévère entre les arbustes ainsi qu'à l'absence d'entretien. La régénération naturelle des jeunes plants de pin d'Alep est freinée par les attaques de la chenille processionnaire ; cet aspect phytosanitaire doit être pris en compte, car comme tous les peuplements monospécifiques, les reboisements du « Barrage vert » sont vulnérables face aux insectes ravageurs. Au cours de nos travaux sur le terrain nous avons constaté que l'action anthropozoïque (surpâturage – pollution – coupes illicites- incendies provoqués...) jouait un rôle très important dans la dégradation de ces paysages préforestiers.

On constate aussi le retour d'espèces steppiques spontanées et caractéristiques de ces écosystèmes. En effet les zones étudiées ont été envahies par des thérophytes et des chaméphytes caractéristiques de la région.

Une strate herbacée appréciable se développe en sous-bois indiquant la préservation d'associations végétales typiques, permettant l'évolution et le maintien du tapis végétal malgré l'action anthropique et les contraintes climatiques.

Le constat que l'on peut faire à l'issue de cette étude est que les reboisements du « Barrage vert » étudiés, dessinent un paysage particulier qui pourrait peut être décevoir les attentes de ses concepteurs, mais ce n'est pas pour autant que l'on assiste à un échec total du projet. En effet nos résultats ont permis de mettre en évidence et de classer plusieurs types de paysages : des peuplements bien développés (peu denses, denses ou très denses), des peuplements au faciès de steppes mixtes arborées (pin d'Alep mélangé à l'alfa ou à l'armoïse) et des peuplements clairs avec une dégradation intense (stade ultime de dégradation de la steppe) où les pins d'Alep ont l'apparence chétive, rabougrie et sont dépérissants dans certains cas. Cette variété de paysages qu'offre le « Barrage vert » dans la zone étudiée est la résultante de plusieurs facteurs tels que : le relief, l'altitude, le climat, la modalité de plantation, la gestion forestière, l'action anthropozoïque.....

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La tendance à la steppisation des milieux n'est pas exclusive aux stations du « Barrage vert » étudiées, elle concerne tous les paysages forestiers et préforestiers de la région dans un contexte mondial de changements climatiques globaux.

Imaginer le « Barrage vert » comme une ceinture verte faite de forêts luxuriantes serait une idée fantaisiste et irréaliste. Nos attentes par rapport à ce projet doivent être la sauvegarde et l'enrichissement du couvert végétal disponible, afin de ralentir une désertification imminente, avec des espèces familières aux conditions du milieu et d'en tirer pourquoi pas des bénéfices (Socioéconomiques, récréatifs, médicinales, phyto-thérapeutiques).

Voilà pourquoi aujourd'hui, une rectification bien étudiée des reboisements du « Barrage vert » est plus que nécessaire. Cette réhabilitation doit prendre en considération tous les volets traités dans les différents chapitres.

Ces conclusions ouvrent d'autres perspectives d'études, qui pourraient intéresser différentes équipes de recherches :

- Une étude de l'entomocénose des reboisements du « Barrage vert » de la région de Djelfa.
- Un suivi diachronique des reboisements étudiés en utilisant les techniques de télédétection.
- Une étude comparative entre reboisements et forêts naturelles de la région.
- Un bilan comparatif entre les différentes régions du « Barrage vert » à l'échelle nationale.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **ADJAMI Y. (2016).** Étude des facteurs du dépérissement du chêne-liège dans les subéraies de l'Est Algérien. Thèse Doctorat. Université d'Annaba. Algérie : 241p.
- **AIDOU A. (1989).** Les écosystèmes steppiques pâturés d'Algérie: fonctionnement, évaluation et dynamique des ressources végétales (Doctoral dissertation, Thèse Doctorat USTHB Alger 250 p.+ ann.
- **AIDOU A. (1994).** Pâturage et désertification des steppes arides en Algérie, cas de la steppe d'alfa (*Stipa tenacissima* L.). Paralelo, vol. 37 (16) : 33- 42.
- **AIDOU A, SLIMANI H. & ROZE F. (2010).** 30 Years of protection and monitoring of a steppic rangeland undergoing desertification. Journal of arid environments, 74(6), 685-691.
- **ALAOUI A, LAARIBYA S & GMIRA N. (2011).** Production, croissance et modèles de conduite sylvicoles des principales essences (le pin maritime et le pin d'Alep) de reboisement au Maroc. Journal of Forestry Faculty. 11: 68 - 84.
- **AMARA M & BOUAZZA M. (2013).** Contribution à l'étude des groupements à *Pistacia atlantica* Subsp. *atlantica* dans la plaine de Maghnia (Extrême nord-ouest algérien), phytosociologie et dynamique. European Journal of Scientific Research. 99 : 22-35.
- **ANDI. (2015).** Agence Nationale de Développement de l'Investissement. Présentation Djelfa, 25p.
- **ANF. (1990).** Le barrage vert bilan et perspective. Alger : Agence nationale des forêts .95p
- **ANNE P. (1945).** Sur le dosage rapide du carbone organique des sols. Ann. agron, 2(1), 161-172.
- **APS « AGENCE PRESSE SERVICE » (2022).** Réunion "Stockholm+50" sur l'environnement: l'Algérie œuvre à la réalisation du développement durable. <https://www.aps.dz/algerie/140597-reunion-stockholm-50-sur-l-environnement-l-algerie-oeuvre-a-la-realisation-du-developpement-durable>
- **ARNALDO P S, CHACIM S & LOPES D. (2010).** Effects of defoliation by the pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* on biomass growth of young stands of *Pinus pinaster* in northern Portugal. Forest 3 :159-162.
- **AUBERT G. (1976)** : Les Ericacées en Provence, répartition, édaphologie, phytosociologie, croissance et floraison. Thèse d'Etat, Univ. D'Aix-Marseille, fascicule 4, 286 p.
- **AUBREVILLE A. (1949).** Contribution à la paléohistoire des forêts de l'Afrique tropicale. 99p
- **AUCLAIR D, SAVILL P, EVANS J & FALCK J. (1997).** Plantation silviculture in Europe. Oxford University Press, UK.
- **AXELROD DI. (1973).**History of Mediterranean ecosystem in California. In Dicastri.Et Money H.A. 5(Eds.) - Mediterranean type ecosystems origin and structure - ecological , studies, n°7: pp 225-283, New York, springier
- **AXELROD DI & RAVEN P. (1978).**Late cretaceous and tertiary history of Africa.In: werger M.J.A. (EDS). Biogeography and Ecology of Southern Africa pp : 77-130, Jang, The Hague.

- **BAGNOULS F & GAUSSEN H. (1953).** Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse (88), pp: 3-4 et 193-239.
- **BAIZE D. (1988).** Guide des analyses courantes en pédologie : choix expression présentation, présentation et interprétation. éditions INRA, Paris (France), 172 p
- **BALAIS J.L. (1994).** Désertification et Barrage vert en Algérie : cas des Zibans. Revue de Géomorphologie, T. XLIII, n°1, 1-8.
- **BARBERO M, QUEZEL 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 : 194-215.
- **BARBERO M, LOISEL R & QUEZEL P. (1992).** Biogeography, ecology and history of Mediterranean *Quercus ilex* ecosystems. Vegetatio, 99(1), 19-34.
- **BARRY JP, CELLES JC & FAUREL L. (1974).** Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques: feuille d'Alger au 1: 1,000,000 avec notice explicative. Editée par la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord. Alger, ONRS, CRBT.
- **BENABADJI N & BOUAZZA M. (2000).** Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. dans l'Oranie (Algérie occidentale). Rev. Sci. Chang. Plan. Paris Vol. 11, N° 2, 117-23.
- **BENAROUS A. (2022).** Barrage vert Une mission de travail attendue à Djelfa du 27 au 30 mars pour évaluer le projet "ClimGov". Quotidien national : Le chiffre d'affaire. 15p
- **BENSAÏD S. (1995).** Bilan critique du barrage vert en Algérie. Science et changements planétaires/Sécheresse. 6 : 247-255.
- **BENSOUIAH R. (2004).** Politique forestière et lutte contre la désertification en Algérie Du barrage vert au PNDA. Forêt méditerranéenne t. XXV, n° 3, 191-19.
- **BENTOUATI A. (2006).** Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) du massif de Ouled Yagoub (Khenchela-Aurès) Université El Hadj Lakhdar Batna Algérie. 108p
- **BERRIAH A. (2015).** « Les reboisements de chêne liège dans l'Ouest Algérien : Bilan et perspectives d'amélioration ». Thèse de Magister en Foresterie, Université Abou Bakr Belkaïd, Tlemcen. 5.46 p.
- **BETIER (1951).** Carte géologique de l'Algérie au 1/500.000: feuilles d'Alger Nord et Sud, feuilles de Constantine Nord et Sud, feuilles d'Oran Nord et Sud et notices explicatives. 2^{ème} édition Alger, Serv. Carte Géol.
- **BLONDEL J. (1979).** Biogéographie et écologie. Masson ed., Paris, 173p.
- **BNEF. (1983).** Résultats de l'inventaire par série forêt dominale du Séalba Chergui (Wilaya de Djelfa) ; 213p.
- **BNEDER. (2022).** Atelier technique sur la relance du barrage vert à Khenchela. <https://www.bneder.dz/actualites/fr-5616/atelier-technique-sur-la-relance-du-barrage-vert-a-khenchela>
- **BOUAICHI S. (2017).** Bilan et analyse des reboisements de barrage vert dans la wilaya d'El Bayadh forêt du Draa Lahmar. Thèse de Magister, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 53p.
- **BOUBLENZA H, AZZI S, ZAOUI A & FERHAT M. (2012).** Structural, dynamical and thermodynamics properties of YBi. Computational materials science. 65. 331-334.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **BOUGHANI A. (2014).** Contribution à l'étude phytogéographique des steppes algériennes Thèse Doctorat USTHB Alger
- **BOURAGBA N (2012)** Typologie des parcours dans la région de Djelfa. Thèse de Magister. Université de Djelfa. Algérie.168p +Ann
- **BOUSNINA A. (1988).** Contribution à l'étude des variations et de la variabilité des températures moyennes à Tunis: 1888-1987. Méditerranée, 64(2), 68-78.
- **BRAUN-BLANQUET J. (1952).** Phytosociologie appliquée. SIGMA 116: 157-161.
- **CARDIL A, VEPAKOMMA U & BROTONS L. (2017).** Assessing pine processionary moth defoliation using unmanned aerial systems. Forest. 8 : 1-13.
- **CARLES J. (1949).** Spectres biologiques réel. Bull. Soc. Bot. Fr. 95: 340-343.
- **CF. (2011)** .Conservation des Forêts de Djelfa : Travaux dans le cadre du Barrage vert.25p
- **CF. (2012)** .Conservation des Forêts de Djelfa : Travaux dans le cadre du Barrage vert.25p
- **CF. (2013)** .Conservation des Forêts de Djelfa : rapport annuelle.30p
- **CF. (2022).** Conservation des Forêts de Msila : Rapport sur le Barrage vert.30p
- **CHABA B. (1983).** Etude du développement de jeunes plants de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.).Conséquences pratiques pour les reboisements en zones semi-arides. Thèse de Magister Agr., INA. El Harrache. Algérie 91 p.
- **CHAKALI G. (1985).** Etude de la bio-écologie de la tordeuse du Pin, *Rhyacionia buoliana* Schiff. *Lepidoptera, Tortricidae* dans la région de Djelfa Moudjbara. Thèse de Magistère en sciences agronomique. INA., El Harrach. Alger 95p.
- **CHERAK I. (2010).** Facteurs d'échec et de réussite des reboisements de pin d'Alep dans trois stations : Ain-Touta, Tazoult et Bouilef (Algérie). Thèse de Magister Université de Batna 75p+Ann
- **CHERFAOUI T. (2017).** Etude de la Croissance et de l'accroissement du pin d'Alep dans la forêt Senalba Gharbi (Djelfa). Cas de la Série, 13. Thèse de Magister . University de Tlemcen,58p+Ann.
- **COTE M. (1986).** Steppe et aménagement en pays tebessi. Séminaire International sur la stratégie générale d'aménagement de la steppe et des zones arides (Tébessa), 26 au 30 Avril. 132-139.
- **DGF. (2004),** Rapport national de l'Algérie sur la mise en œuvre de la Convention de Lutte Contre la Désertification, DGF, Algérie, 35 p. <http://www.unccd.int/cop/reports/africa/national/2004/algeria-fre.pdf>.
- **DGF. (2010).** Orientations pour une stratégie d'élaboration d'un programme à moyen et long terme de renouveau rural. ed. Rapport. 21p.
- **DPAT. (2012).** Monographie de la Wilaya de Djelfa. Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (DPTA). pp 6-22.
- **DAAS H. (2015).** Étude des subéraies de haute et moyenne montagne : État sanitaire et interaction des facteurs écologiques dans la forêt d'Ouled Bechih (Souk-Ahras). Thèse de Doctorat. Université d'Annaba. Algérie : 170p.
- **DAGET J. (1976).** Dynamique des populations de poissons. Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes, 40(3-4), 425-437.

- **DAGET PH. (1977)** : Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation. *Végétation* Vol 34. 1 : 120.
- **DAGET PH. (1980)**. Les différents types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative (cas des thérophytes) in recherche d'écologie théorique : les stratégies adaptatives (ed, BARBAULT R, BLANDIN P, MEYEB J-A). Malouine. Paris, pp.89-114.
- **DAHMANI M. (1997)**. Le chêne vert en Algérie : Syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doctorat d'état. USTHB. Alger. 329p+an.
- **DAJOZ R. (1998)**. Les insectes et la forêt : rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. Ed. Tec & Doc. Paris : 269-272 p
- **DANCAUSE A. (2008)**. Le reboisement au Québec: guide technique. Publications du Québec.1779
- **DANIN A & ORSHAN G. (1990)**. The distribution of Rankiaer life forms in Israel in relation to the environment. *Journal of vegetation science* 1 : 41-48
- **DE MARTONNE (1926)**. L'indice d'aridité. *Bulletin de l'Association de géographes français*, 3(9), 3-5.
- **DEL CAMPO AD, NAVARRO CERRILO R M, HERMOSO J & IBANEZ A J. (2007)**. Relationships between site and stock quality in *Pinus halepensis* Mill. Reforestation on semiarid landscapes in eastern Spain. *Ann. For. Sci.* 64: 719–731.
- **DELAUNOIS A, HERODY Y & ROBERT JP. (2006)**. La méthode Hérody. Méthode d'étude agronomique des sols mise au point par le BRDA Hérody. Application au département du Tarn. Chambre d'Agriculture du Tarn, Bureau de Recherche sur le Développement Agricole, 42p.
- **DELLAL T. (1980)**. Bilan des travaux de reboisement effectués dans la région de ksar Chellala (Rechaiga). Thèse d'ing. Sci. Agr.Inst.Nat. Agr, El Harrach, 80 p.
- **DEROUECHE H. (2015)**. Télédétection et analyse des dépérissements des forêts Naturelles en zone semi-aride (Djelfa). Thèse Doctorat, Eco. Nati. Sup. Agr., El Harrach, 224 p
- **DJEBAILI S. (1970)**. Etude phyto-écologique des parcours de Tadmit. *Bull. soc. hist. Nat. Afr. Nord. Algerie.* 61 :(3-4). pp 175-225
- **DJEBAILI S. (1978)**. Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien. Thèse Doctorat, Université. Sci.Tech. Languedoc, Montpellier France. 229p
- **DOBIGNARD A & CHATELAIN C. (2010-2013)**. Index synonymique flore d'Afrique du Nord, Conservatoire et jardin botaniques. Genève.451p
- **DREGNE HE. (1984)**. Combating desertification: evaluation of progress. *Environmental Conservation*, 11(2). pp 115-121.
- **ECKHOLM E, P. 1977** 'The shrinking forest', *Focus*, XXVIII, i, 12-16. F.A.O. 1967 *Wood: World Trends and Prospects* (Rome. F.A.O.).
- **ELLENBERG H & MUELLER-DOMBOIS D. (1968)**. A key to Raunkier plant life forms with revised subdivision. *Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidgenössische Technische Hochschule Stiftung Rübel, Zürich.* 37: pp 56-73.

- **EMBERGER L. (1930).** La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Rev. gén.Bot. 42: pp 641-662, pp705-721
- **EMBERGER L. (1943).** Les limites de l'aire de végétation méditerranéenne en France. les frères Douladoure. 78, pp 158–180
- **EMBERGER L. (1955).** Une classification des climats du point de vue phytogéographique. Bull. Sci. Hist. Nat. Toulouse, pp : 97_124.
- **ETTOUAHRIA S. (2021)** .Relance du barrage vert : rempart contre la désertification. Quotidien national d'information : El moudjahid.20p
- **FLORET C, GALA N, LE FLOCH E, ORSHAN G & ROMANE F. (1990).** Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation. J. Journal of Vegetation Science. 1 : pp 71-80.
- **FRONTIER S. (1983).** L'échantillonnage de la diversité spécifique. Stratégies d'échantillonnage en écologie, pp 416-436.
- **GARREC JP, LAITAT E, RICHARDIN I & ROSE C. (1991).** Dépérissement forestier et perturbations minérales aux niveaux histologiques et cellulaire dans les aiguilles de *Picea abies* L. étude par microanalyse X. Ann. Rech. For. n°48 , pp 321-332.
- **GHANEM R. (2014).** Les facteurs biotiques impliqués dans l'état sanitaire des subéraies du Nord-Est Algérien. Effet des insectes ravageurs sur les feuilles et les glands. Thèse Doctorat .Université d'Annaba, Algérie : 182p.
- **GHENNOU S. (2014).** Contribution à une étude dynamique de *stipa tenacissima* L dans le sud-ouest de la région de Tlemcen. Thèse de Magister en Ecologie. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.120p+Ann
- **GOUNOT M. (1969).**Méthode d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie. Paris, 314p.
- **GRECO J. (1966).**L'Erosion, la décence et la restauration des sols. Le reboisement en Algérie. Bull. Du Ministère et de réforme agraire, 393p
- **GRIM S. (1973).** La grande muraille verte. Terre et progrès, (3).9-13.
- **GOBAT JM, ARAGO M & MATTEY W. (2003).** Le sol vivant. Bases de pédologie, biologie des sols. 2ème Edition Presses Polytechniques et Universitaire Romandes, Lausanne, 519p.
- **GUINOCHET M. (1973).** Phytosociologie (Vol. 1). Masson. Paris. 227p
- **GUIT B. (1994).** Contribution à l'étude de la croissance du pin d'Alep dans le reboisement de Moudjebara (Djelfa) thèse d'ingénieur d'état I.N.A. 281p
- **GUIT B. (2015).** Etat sanitaire des peuplements de pin d'Alep (*Pinus halepensis* mill.) dans le massif forestier de Senalba (région de Djelfa), Revue d'Ecologie (Terre et Vie). 71 (2) : 156-167.
- **HEZIL S (2019).** Expansion de la processionnaire du pin et de ses parasites embryonnaires dans les pinèdes de la région de Djelfa. 2019. Thèse de doctorat. ENSA – El-Harrach – Alger 157p+Ann.
- **HIRCHE, A., A. BOUGHANI & M. SALAMANI. (2007).** Évolution de la pluviosité annuelle dans quelques stations arides algériennes. Sécheresse, 18, 314-320.

- **HODAR J A, CASTRO J & ZAMORA R. (2003).** Pine processionary caterpillar *Thaumetopoea pityocampa* as a new threat for relict Mediterranean Scots pine forests under climatic warming. *Biological Conservation*. 110 (1):123-129.
- **IHADDADEN A. (2016).** Les relations sol-végétation de la série dynamique du chêne vert. 2016. Thèse de doctorat. Faculté des Sciences Biologiques USTHB. 137p+Ann
- **KADI-HANIFI H. (1998).** L'alfa en Algérie: Syntaxonomie, relation milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse Doctorat Sci/Technol. USTHB. Algérie. 228 p. +Ann.
- **KADI-HANIFI H. (2003).** Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. *Revue sécheresse*. 14 : 169-17.
- **KADIK B. (1982).** Le Barrage Vert: caractéristiques écologiques. *Bull. tech. For. I.N.R.F.*, 7 : 9-14.
- **KADIK B. (1983).** Contribution à l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie. *Ecologie, dendrométrie, morphologie*. O.P.U. Alger, 581 p.
- **KADIK B. (1984).** Contribution à l'étude phytoécologique et dynamique des pinèdes de *Pinus halepensis* Mill. De l'Atlas Saharien. Thèse de Doctorat. Université USTHB. Alger 313p
- **KADIK B. (1987).** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie : *Ecologie, Dendrométrie, Morphologie*. Office des publications universitaire (Alger). 585p+Ann
- **KADIK L. (1984).** Phyto-écologie des formations à pin d'Alep *Pinus halepensis* Mill du Senalba Chergui et Guarbi. Thèse Doct. 3^{ème} cycle. USTHB, 281p+annexes.
- **KADIK L. (2005).** Etude phytosociologique et phytoécologique des formations à Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) de l'étage bioclimatique semi-aride algérien. Thèse Doctorat. Sciences. USTHB, Alger, 301p+Ann
- **KADIK L. (2011).** Phytosociologie Et Phytoécologie des Forêts a Pin D"Alep, Edition Universitaire Européenne, 439p.
- **KADIK L. (2012).** Phytosociologie et phytoécologie des forêts à Pin d'Alep. Verlag Editions Universitaires Européennes, Saarbrucken. Allemagne. 448 pp +an.
- **KAUCHE MB. (1972).** Tout sur le Barrage vert. *La République*, quotidien régional de l'Ouest algérien.
- **KHALDI A. (2014).** La gestion non-durable de la steppe algérienne, *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Regards / Terrain, mis en ligne le 10 septembre 2014, consulté le 07 avril 2017.(1)1492-8442.
- **KHAOUANI B. (2019).** Monitoring de la dynamique du reboisement de Moudjbara (W. Djelfa) par télédétection spatiale, Thèse Doctorat. Sciences. USTHB. Alger. 114p+an
- **KHERFANE N. (2014).** Les outils de gestion de l'espace et la réalité du développement urbain non maîtrisé" approche géomatique"(cas de la Ville de Djelfa). Thèse doctorat Université Batna.200p+Ann
- **KOUSSA M & BOUZIANE M. (2018).** Apport du SIG a la cartographie des zones à risque d'érosion hydrique dans la région de Djelfa, Algérie. *Lebanese Science Journal*, 19(1), 31-46.
- **LACOSTE A & SALANON R. (1969).** *Eléments de biogéographie et d'écologie*, Paris, Nathan, Coll. fac. Géographie.189p

- **LAVAUDEN L. (1927).** Les forêts du Sahara. Rev. Des Eaux et Forêts. LXV (6) : 265-277 ;(7):329-341.
- **LE HOUEROU H N. (1980).** Fourrages ligneux en Afrique du nord. In Les fourrages ligneux en Afrique. État actuel des connaissances. Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis Abeba, Éthiopie, 57-84
- **LE HOUEROU H N. (1992).** Relations entre la variabilité des précipitations et celle des productions primaire et secondaire en zone aride. L'aridité, une contrainte au développement, 197-220.
- **LE HOUEROU H N. (1995).** Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique. Sécheresse, 6: 167-182.
- **LETREUCH BN. (1991).** Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir, vol 1 et 2. 641p.
- **LETREUCH BN. (1995).** Sylviculture spécial, élément de réflexion de la mise en valeur des taillis de chêne vert. Etude d'un cas concret. O.P.U, 65 p.
- **LEVY G, DELATOUR C & BECKER M. (1994).** Le dépérissement du chêne des années 1980 dans le centre de la France, point de départ d'une meilleure compréhension de l'équilibre et de la productivité de la chênaie. Revue forestier française, XLVI, numéro spécial « les dépérissements d'arbres forestiers : causes connues et inconnues : 495-503.
- **LOISEL R. & GAMILA H. (1993).** Traduction des effets du débroussaillage sur les écosystèmes forestiers et préforestiers par un indice de perturbation. Ann. Soc. Sci. Nat. Arch. Toulon, 123-132.
- **LONG G. (1954).** Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie centrale. Ann. Serv.Bot.Agron.Tinus, 388p.
- **MADON O & MEDAIL F. (1997).** The ecological significance of annuals on a Mediterranean grassland (Mt Ventoux, France). Article soumis à Vegetation .Appl. Soil Ecol., 41 (3) (2009), pp. 342-350
- **MADOUI A. (2003).** La forêt algérienne, Un site à préserver : la forêt des Babors, Algérie. XIIe Congrès forestier mondial, Québec, Canada, octobre 2003, p 4-5.
- **MAESTRE F T & CORTINA J. (2004).** Are *Pinus halepensis* plantations useful as a restoration tool in semiarid Mediterranean areas. Forest Ecology and Management 198 : 303–317.
- **MAIRE R. (1926).** Notice de la Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Baconnier, Alger.78p
- **MARCON E. (2010).** Mesures de la Biodiversité. France : Kourou, 58p.
- **MARCON E. (2016).** Mesures de la Biodiversité. France : Kourou, 202p.
- **MASSENET JY. (2009).** Grosseur des arbres. Cours de dendrométrie. Mesnières : Lycée forestier, 13p.
- **MASSON G. (2005).** Autécologie des essences forestières. Comment installer chaque essence à sa place. Autécologie '1'. France. Paris. Éd. Tec&Doc-Lavoisier. 2 tomes :X+ 306 p. et IV + 345 p.
- **MECIFI M. (1977).** Étude du reboisement de Moudjbara. Thèse Ingénieur, INA, Alger 80p+Ann
- **MIRAULT J & REGAD J. (1992).** Le point sur la situation phytosanitaire du pin d'Alep. Forêt méditerranéenne. 13 (3) : 220-223.

- **MOLLENHAUER K. (1980).** Land use in water protection areas. In: De Boodt M, Gabriels, D. (Eds.) Assessment of Erosion. New York: John Wiley and Sons, New York. 271-284
- **MONJAUZE (1956).** L'enveloppe de polyéthylène, vecteur des racines et instrument d'étude de développement radiculaire. In Algeria service des forêts. Publication n°2.1956.10p (FA 18-2778). for *Pinus halepensis* Mil. Invest. Agr.Sist. Recur.For., 10(1), 24p.
- **MUSSET R. (1953).** Les régimes pluviométriques saisonniers dans l'Ouest de la France et particulièrement en Normandie. Bull Soc Linn de Normandie (1934) s8, t7 : 49–65.
- **NEGRE R. (1961).** Petite flore des régions arides du Maroc occidental. NRS Paris Tome 1, pp. 413 p.
- **NEGRE R. (1966).** Les thérophytes. Bulletin de la Société Botanique de France. 92-108
- **OLDACHE E H. (2002).** La fixation des dunes, moyen de lutte contre la désertification : étude critique du barrage vert. Thèse de Doctorat Université de Reims.300p+Ann
- **OLDACHE E H. (2021).** Le barrage vert: Bilan physique et perspectives. Annales de la Recherche Forestière en Algérie, 11, 7-20.
- **ORSHAN G, MONTENEGRO G, AVILA G, ALJA RO M, WAL CKOWIAK A & MUJICA A. (1984).** Plant growth forms of Chilean matorral. A monocharacter growth form analysis along an altitudinal transect from sea level to 2000 m a.s.l. Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques. 131 : 411-425.
- **OZENDA P. (1977).** Flora of the Sahara. Flora of the Sahara., (ed. 2).622p
- **OZENDA P. (2004).** Flore et végétation des sahara. 3ème Ed: CNRS édition. Paris. 399-402.
- **PARDE J & BOUCHON J. (1988).** Dendrométrie. France : Nancy, ENGREF, 328p.
- **PEREZ-CONTRERAS T & TIerno DE FIGUEROA J M. (1997).** Estudio de la puesta de *Thaumetopoea pityocampa*, Schiff. 1775 (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) en relación al pino parasitado. Boletõan de la Asociacioân Espanãola de Entomologõaa. 21 : 119-125.
- **PEREZ-CONTRERAS T, SOLER J J & SOLER M. (2014).** Host selection by the pine processionary moth enhances larval performance: An experiment. Acta Oecologica .55: 15-22.
- **PIGNATTI S. (1978).** Evolutionary trends in the Mediterranean flore and vegetation, vegetatio, 37 : 175-185.
- **POUGET M. (1980).** Les relations sols végétation des sols steppiques sud algéroise. Thèse Doctorat d'état travaux et documentation de l'orslom Paris.665p+Ann
- **PNUE/PAM/PAP. (2000).** Directives pour la gestion de programmes de contrôle d'érosion et de désertification, plus particulièrement destinées aux zones côtières méditerranéennes. Split, Programme d'actions prioritaires. Formulation et mise en oeuvre des projets du PAC: Guide pratique. Athènes-Split.: CAR/PAP-PAM. 125p
- **QUEZEL P. & SANTA S., (1962-1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris. C.N.R.S 2 vol., 1170 p.
- **QUEZEL P. (1965).** La végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie. Gustav. Fischer. 328-333.

- **QUEZEL P. (1978).** Analysis of the flora of Mediterranean and saharan Africa- Ann. Missouri Bot. Gard., 65,2 : 411-416.
- **QUEZEL P. (1983).**- Flore et végétation de l'Afrique du Nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures de végétation passées- BOTHALIA, 14 : 411-416
- **QUEZEL P. (1985).** Les sapins du pourtour méditerranéen. Forêt méditerranéenne, 7(1), 27-34.
- **QUEZEL P. (1995).** La flore du bassin méditerranéen, origine, mise en place, endémisme, Ecologia mediterranea, 21(1-2) : 19-39.
- **QUEZEL P. (2000).** Réflexion sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Press. Paris. 117 p
- **QUEZEL P & MEDAIL F. (2003).** Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier. Paris. 573 p
- **RAMADE F. (2003).** Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. Paris : DUNOD. 690p.
- **RATHGEBER C. (2002).** Impact des changements climatiques et de l'augmentation du taux de CO₂ atmosphérique sur la productivité des écosystèmes forestiers : exemple du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Provence calcaire (France). Thèse doctorat Université Aix-Marseille 312p
- **RAUNKIAER C. (1904).** Comment les plantes géophytes à rhizomes apprécient la profondeur où se trouvent placés leurs rhizomes. Bullet. de l'acad. royale d. sciences de Danemark, 1094.329-349
- **RAUNKIAER C. (1934).** The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer. The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer. 632p
- **RAYMOND F, ULLMANN A & CAMBERLIN P. (2016).** Précipitations intenses sur le Bassin Méditerranéen: quelles tendances entre 1950 et 2013?. Cybergeog: European Journal of Geography. <https://doi.org/10.4000/cybergeog.27410>
- **REQUIER-DESJARDINS M, JAUFFRET S, & KHATRA N.B. (2009).** Chapitre 4- Lutter contre la désertification. In MediTERRA 2009 (pp. 137-182). Presses de Sciences Po.
- **RONDEUX J. (1999).** La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Belgique : Les presses agronomiques de Gembloux, 251p.
- **SBAA B & BENRIMA A. (2017).** Biodiversité acridienne et floristique en milieux steppiques naturels et reboisés dans la région de Moudjbara-Djelfa (Algérie), Algérie. Agrobiologia. 7(1) : 321-333.
- **SBABDI M, LAMBS L, HADDAD A & KADIK B. (2015).** Effect of periodic defoliations by *Thaumetopoea pityocampa* schiff. On radial growth in cedar woodland in Chréa, Algeria. Revue Ecologie (Terre et Vie). 70 (4) : 1-16.
- **SEFOR. (1979).** Bilan du secteur forestier. 1967-1978. RADP. 86p
- **SEGUIN B. (2007).** La sécheresse: caractérisation et occurrence, en lien avec le climat et l'hydrologie. Fourrages, 190, 147-162.
- **SENNI R. (2014)** Etude de la diversité de la végétation des zones humides de Zahrez Chergui et Gharbi (Djelfa) et de Chott el Hodna (M'sila). Thèse de doctorat en sciences Agronomiques. Ecole nationale supérieure d'agronomie. 145p.

- **SOLTNER D. (1987).** Les Bases de la production végétale : 2 : Le climat. Édition 4. Éditeur Dominique Soltner, 315 p
- **STEWART P. (1969).** « Quostient pluviothermique et dégradation biosphérique ». Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 59, pp. 23-36.
- **TORETI A., XOPLAKI E., MARAUN D., KUGLITSCH F. G., WANNER H., & LUTERBACHER J. (2010).** Characterisation of extreme winter precipitation in Mediterranean coastal sites and associated anomalous atmospheric circulation patterns. Natural Hazards and Earth System Sciences, 10(5), 1037-1050.
- **TREEP L (1974).** Les peuplements porte-graine pour le barrage vert. Rapport de mission, C.N.R.F. Djelfa. 24p.
- **TOMASELLI R. (1976).** La dégradation du maquis méditerranéen. Forêts et maquis méditerranéens: écologie, conservation et aménagements. Note Technique MAB, 2, 34-75.
- **WALTER H & STRAKA H. (1970).** Areaikunde. Stuttgart, Verlag, Eugen Ulmer.478p
- **ZAMOUM M, GACHI M & SAI K. (2008).** Guide de santé des forêts (Insectes Ravageurs et Champignons pathogènes). Publication de l'INREF, Alger,18 p.
- **ZEHRAOUI R & KADIK L. (2016).** Résultats préliminaires de l'étude de l'impact des reboisements du barrage vert sur la biodiversité floristique cas de la région de Djelfa (Algérie). Revue Biocenoses. Séminaire International «Biodiversité et Changements Globaux» Djelfa, 11p. Partenaires et organisateurs du Séminaire International «Biodiversité et Changements globaux», 7 (1), 22-30.
- **ZEHRAOUI R & KADIK L. (2020).** Etude phytoécologique et impacts des reboisements du barrage vert sur la biodiversité floristique. cas de la région de djelfa (algérie).Revue AGROBIOLOGIA V 10(3), 2062-2075.
- **ZINE EL ABIDINE A. & ABOULABBESS O. (2004).** Dépérissement du cèdre du cause moyen Atlasique : Hypothèses plausibles et thèmes de recherche proposés. Atelier de restitution sur la problématique des dépérissements de la cédraie du moyen Atlas, jeudi 8 avril 2004. HCEFLCD. 6p.
- **ZOHARY D. (1971).**The phytogeographical foundation of the Middle East. In "Plant life of south- west Africa" Botanical Soc. Edin burgh PP: 43-51.
- **ZOHARY D. (1962).** Plant life of Palestine. Ronald Pess Co. Nez York .262p

ANNEXES

**Résultats préliminaires de l'étude de l'impact des reboisements
du barrage vert sur la biodiversité floristique.
Cas de la région de Djelfa (Algérie)**

Rabia ZEHRAOUI ¹, Leila KADIK ².

- (1) ZEHRAOUI Rabia. Université Ziane achour (Djelfa), Faculté des sciences de la nature et de la vie. Département de biologie. : rabiazehraoui@gmail.com
(2) KADIK Leila. Laboratoire d'Ecologie végétale, Faculté des Sciences Biologiques Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène : l_kadik@yahoo.fr

Résumé

Notre travail est une étude phytoécologique de stations du barrage vert de la région de Djelfa (Algérie) dans le but de voir l'incidence des reboisements sur la diversité floristique locale. Nos travaux sur terrain se sont déroulés durant la période optimale de développement de la végétation, en l'occurrence la période entre mai-juin 2013. Cet inventaire nous a permis de recenser 22 familles et plus de 107 espèces. Les familles dominantes par le nombre d'individus sont les Astéracées, les Poacées et les Fabacées. Le calcul des spectres brutes montre une dominance des thérophytes, les spectres pondérés montrent que seuls les chaméphytes gardent leur place, une dominance des géophytes et des phanérophytes. L'Analyse Factorielle de Correspondance nous a permis d'identifier cinq différentes unités de végétation, selon leur contribution et leurs coordonnées sur les deux axes de l'AFC.

Mots Cles : *Barrage vert- reboisements- phytoécologie- biodiversité-AFC*

Abstract

The aim of our work is to determine the impact of the "green dam", reforestation on floristic biodiversity of Djelfa (Algeria). Our study consists in using phytoecological diagnostics to determine the state of the reforested area. Our sampling occurred during the period from May to June 2013. This inventory has identified 22 families and more than 107 species. The dominant families by the number of individuals are Asteraceae, Poaceae and Fabaceae. The Factorial Analysis of Correspondence has allowed us to identify five different vegetation units, according to their contribution and their contact details on the axes of the AFC.

Key words: *Green dam- reforestation- phytoecology- biodiversity- AFC*

1.INTRODUCTION

En Algérie, aux siècles derniers plusieurs botanistes et chercheurs ont attiré l'attention sur la dégradation du tapis végétal (Trabut, 1882 ; Maire, 1926 ; Boudy, 1955). En effet les territoires proches du Sahara, les zones arides de l'Atlas saharien algérien connaissent cette dégradation régressive de leur végétation favorable à l'extension du désert. D'une autre part l'ouverture des couloirs de transhumance par les nomades et leurs troupeaux lors des mouvements saisonniers de migration, ainsi que les vents du sud qui s'engouffrent entre les chaînons montagneux entraînant des masses considérables de sable qui viennent ainsi se déposer jusque dans la frange méridionale des hauts plateaux steppiques formant de vastes dunes mobiles, exposées à se déplacer encore plus au nord. Conscients de ce grave danger, les autorités ont entrepris un vaste programme de reboisement visant à la sauvegarde et à la mise en valeur des zones pré-sahariennes. Ainsi est née l'idée du « Barrage vert » (Fig.1). C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude de la biodiversité de différentes stations du barrage vert de la région de Djelfa dans la perspective de dresser un bilan des plantations et surtout de l'incidence des reboisements sur la biodiversité floristique locale.

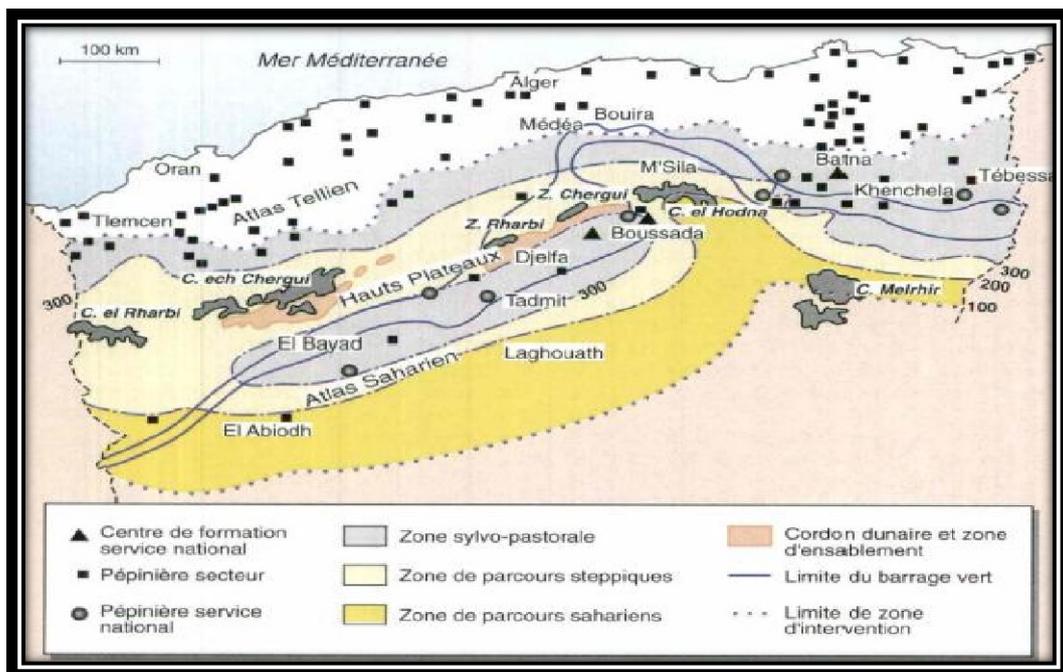


Fig.1 Carte de situation du barrage vert (Bensaid, 1995)

2.MATERIEL ET METHODE

Zone d'étude

Directement après l'indépendance le reboisement était l'une des priorités d'urgence. Les préoccupations nationales ont alors conduit à constituer dès 1968 des projets de grandes envergures ; le premier fut de Moudjebara (Région de Djelfa) (Fig.2). Notre zone d'étude est située dans la région de Djelfa. Située à 300 kilomètres au Sud de la capitale du pays et elle comprend deux grandes régions physiques : le reboisement de Ain Maabad qui est la continuité de la forêt domaniale de Sahary Guebli et vers le massif de Sénalba Gharbi, et le reboisement de Moudjebara qui est une continuité des forêts naturelles de Djellals.



Fig.2 Reboisements du barrage vert de la région de Djelfa (Zehraoui, 2013)

Le sol de la forêt de la station de Ain Maabad est sablo-limoneux dans les trois horizons. Le pH est basique, avec un taux de calcaire faible variant entre 0,5% et 3%. Le sol dérivant de grès calcaires assez favorable à la végétation forestière, la texture sableuse ne favorise pas l'emménagement de l'eau, d'où une régénération naturelle difficile.

Tableau 1. Principales données climatiques des stations échantillonnées

Stations	Latitude	Longitude	Altitude m	P (mm)	M°C	Q3	Etage bioclimatique
Ain Maabad	34° 48' N	3° 8' E	1163	320,16	34,08	33,15	Semi-aride à hiver frais
Moudjebara	34°38'N	3°19'E	1193	326,97	33,84	34,005	Semi-aride à hiver frais

2.2 Inventaires floristiques

Les inventaires floristiques ont été effectués selon la méthode développée par Braun-Blanquet en 1932. Cette méthode a été utilisée par de nombreux auteurs tels que Djebaili, 1984 ; Benabid, 1982 ; Kadik, 1983-2005, Aafi, 2007 ; Ababou *et al.* 2009.

Au total, 78 relevés ont été effectués durant la période optimale de développement de la végétation en l'occurrence la saison mai-juin 2013. Pour chaque parcelle échantillonnée une aire minimale de l'ordre de 100m² à travers laquelle nous avons effectué nos relevés phytocologiques, les espèces sont affectées d'un coefficient d'abondance-dominance (BraunBlanquet, 1952).

La détermination des espèces végétales a été réalisée à l'aide de la Nouvelle Flore de l'Algérie (Quézel & Santa, 1962-1963), la Flore de l'Afrique du Nord (Maire, 1952-1980), la Petite Flore des régions arides du Maroc occidental (Negre, 1961), la Flore du Sahara (Ozenda, 1977).

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Diversité et abondance

Les différents relevés réalisés ont permis de recenser 107 espèces végétales réparties sur 22 familles botaniques (Fig.3). Les familles les plus représentées sont les Asteraceae avec 23,36% du total des espèces, les Poaceae avec 16,82% et les Fabaceae avec 12,14%. Les autres familles sont représentées par un taux qui varie entre 1 % et 8,4 % de la flore totale. La figure 3 présente les proportions des familles recensées dans la zone d'étude.

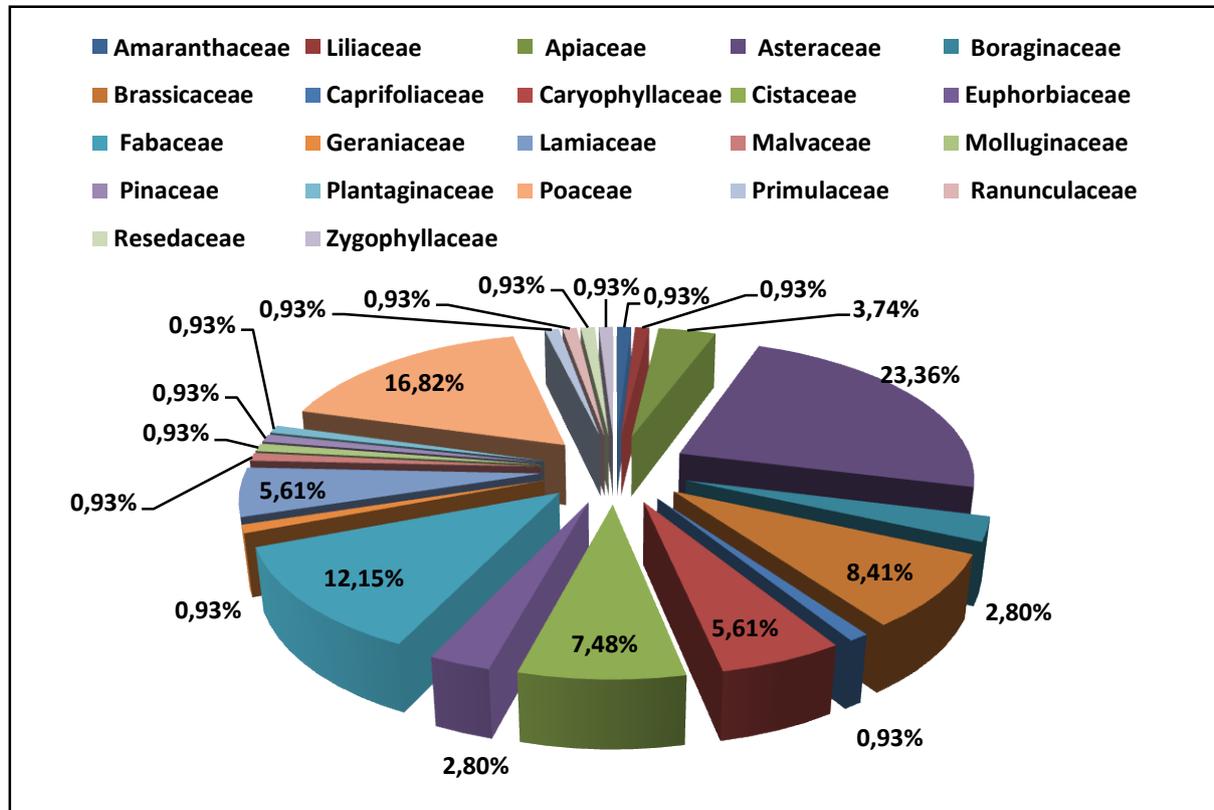


Figure 3: Proportions des familles représentées dans les relevés

Spectres biologiques :

Spectres Globaux : pour mieux appréhender qualitativement la biodiversité, nous avons établi une étude des spectres biologiques brut et réel globaux qui a permis d'évaluer la contribution de chaque élément biologique et d'avoir une idée générale sur l'ensemble des éléments biologiques participant à la végétation de la zone d'étude.

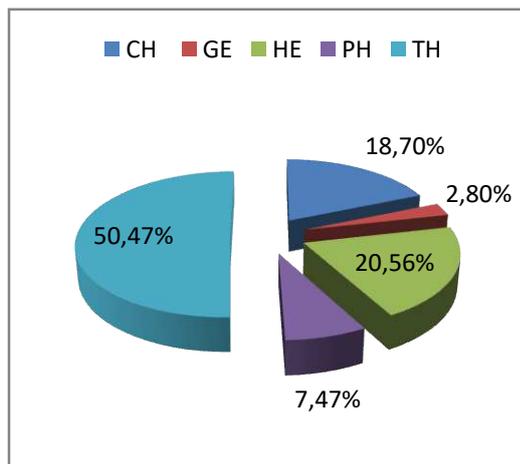


Fig.4 Spectre biologique brut global

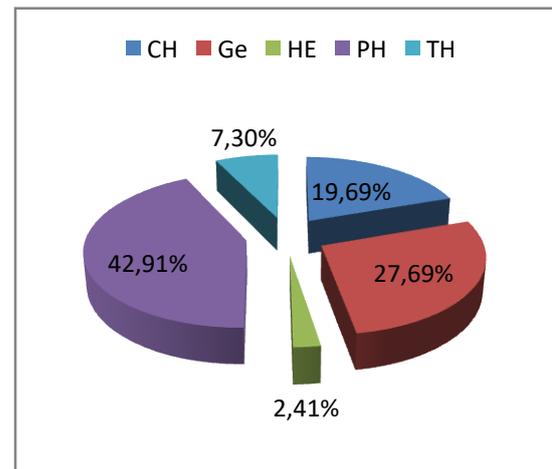


Fig.5 Spectre biologique réel global

D'après les figures 4 et 5, nous constatons une différence des pourcentages des types biologiques, entre le spectre biologique brut et le spectre biologique réel.

Pour le spectre biologique brut, la répartition des types biologiques suit le schéma suivant : Th > He > Ch. > Ph > Ge. L'analyse de la figure montre que les thérophytes constituent le taux le plus élevé (50,47%) suivis par les hémicryptophytes avec un taux de 20,57%, puis par les chaméphytes qui représentent un taux de 18,70% et enfin par les géophytes qui participent avec un taux faible qui est de 7,47%. Nous distinguons une dominance des thérophytes, qui est un trait essentiel de la dégradation de la végétation. Tandis que le taux relativement élevé pour les hémicryptophytes peut être expliqué par la nature, pré forestière du paysage (Kadik 2012), qui est assuré également par la présence peu élevée des phanérophytes. La présence des chaméphytes, avec un taux plus important que celui des phanérophytes et des géophytes, indique que le milieu est moins humide, car les chaméphytes sont connus par leur caractère plus xérophile et plus photophile (Danin et Orshan 1990 in Dahmani 1997).

Concernant le spectre biologique réel, la répartition des types biologiques est comme suit : Ph > Ge > Ch > Th > He. Ainsi, la figure 5 montre une forte participation des phanérophytes (42,91%), caractérisés par des forêts denses, peu denses, claires qui organisent une partie du paysage étudié. Elles sont suivies par les géophytes avec 27,69%. Les chaméphytes viennent après les géophytes avec un taux de 16,69%, on rencontre par la suite les thérophytes qui ne représentent qu'un taux de 7,30%. Les hémicryptophytes occupent une surface moins importante qui est de 2,41%.

Analyse statistiques des relevés :

Afin d'identifier les différentes unités de végétation, les échantillons sont séparés en groupes similaires selon leur contribution et leur coordonnées sur les deux axes de l'analyse.

L'examen des plans factoriels relatifs aux axes 1-2 a permis de constater une répartition intéressante des relevés et des espèces en 5 groupements bien distincts (Fig.6).

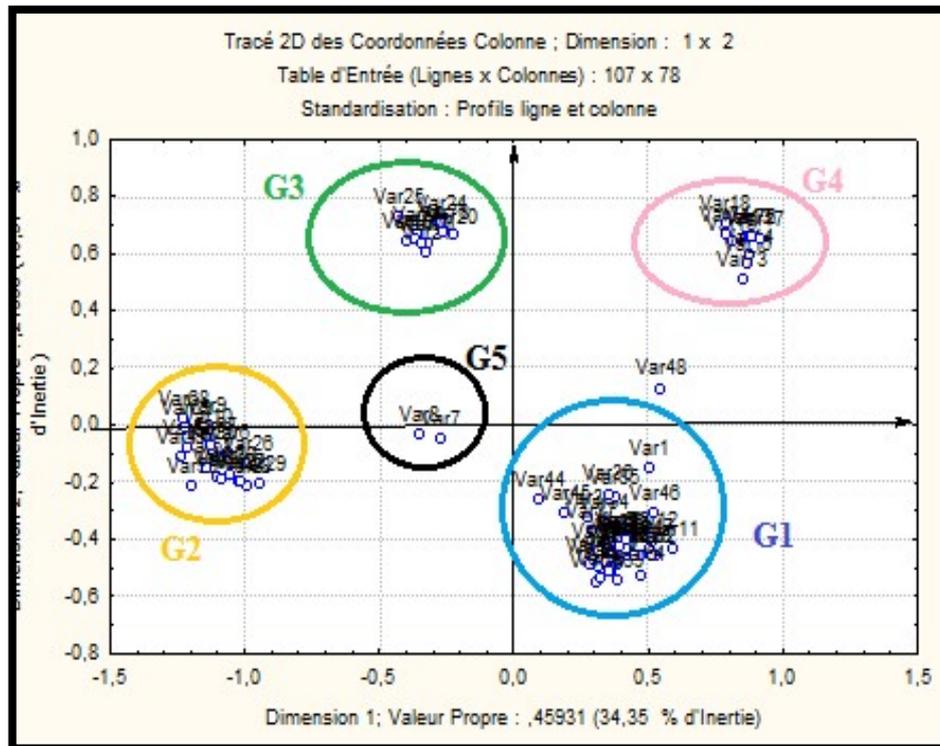


Fig.6 Répartition des relevés sur les plans factoriels relatifs aux axes 1-2

➤ Groupement 01 (G1) :

Qui rassemble les relevés : 1, 2, 3,4,5,11,12,33,34,35,36,37,38,39,40,41 42, 43, 44, 45, 46,47, 53,54,55, 56, 57, 58, 59,60, 61,62,63, 64, 65, 66 . Ce groupement réunit des forêts peu denses et claires .La structure verticale est marquée par la dominance d'une strate arborée à *Pinus halepensis* qui est une espèce représentative des milieux forestiers adaptée à large répartition géographique. Pour la strate herbacée nous marquons une dominance d'*Artemisia herba-alba* et de *Stipa tenacissima*. Nous marquons également, la présence des espèces steppiques telles que : *Bromus rubens*, *Avena sterilis*, *Schismus barbatus*. Ceci indique la présence d'une action anthropique, qui conduit à l'apparition de ces espèces qui trouvent un terrain favorable à leur développement mais aussi la recolonisation de ces milieux pré forestiers par des espèces liées aux milieux xériques.

➤ Groupement 02 (G2) :

Qui rassemble les relevés 6,9,10,26,27,28,29,30,31,32,4,50,51,52,67,68,69,70,71. Ce groupement réunit des forêts denses et assez denses. La structure verticale est marquée par la dominance d'une strate arborée à *Pinus halepensis*. Il faut remarquer la dominance de *Stipa tenacissima* (végétation originelle)

➤ Groupement 03 (G3):

qui rassemble les relevés 13, 14, 15, 16, 17, 18, 72, 73, 74, 75 et réunit des forêts peu denses et claires. La structure verticale est marquée par la dominance d'une strate arborée à *Pinus halepensis*. Pour la strate herbacée nous notons une dominance d'*Artemisia herba-alba* et de *Stipa tenacissima*. Nous remarquons également, l'infiltration des espèces steppiques qui ont tendance à reconquérir l'espace.

➤ Groupement 04 (G4) :

qui rassemble les relevés 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 76, 77, 78 et réunit des forêts claires. La structure verticale est marquée par la dominance d'une strate arborée à *Pinus halepensis*. Pour la strate herbacée nous retrouvons la dominance de *Artemisia herba-alba*. Nous marquons également, la présence des autres espèces mais en plus grande fréquence que précédemment notamment : *Bromus rubens*, *Avena sterilis*, *Schismus barbatus*.

➤ Groupement 5 (G5) :

qui rassemble les relevés 7 et 8 représentés par des forêts assez denses localisées dans deux lits d'oueds. La structure verticale est marquée par la dominance d'une strate arborée à *Pinus halepensis*.

Spectres des groupements étudiés

Dans un deuxième temps, le calcul des spectres biologiques bruts et réels pour chaque groupement étudié a permis de caractériser leur composition floristique spécifique représenté dans le tableau 2.

Pour le spectre biologique brut, la répartition des types biologiques suit le schéma suivant : Th > He > Ch. > Ph > Ge en ce qui concerne l'ensemble des groupements. Nous distinguons une dominance des thérophytes, qui est un trait essentiel de la dégradation de la végétation.

Suivis par les hémicryptophytes, leur taux relativement élevé peut être expliqué par la nature pré forestière du paysage, qui est assuré également par la présence des phanérophytes. La présence des chaméphytes, avec un taux plus important que celui des phanérophytes et des géophytes, indique que le milieu est moins humide, en effet les chaméphytes sont connus par leur caractère plus xérophile et plus photophile.

Concernant le spectre biologique réel, la répartition des types biologiques est comme suit :

- Pour le groupement 1 Ge>Ph>ch>Th>He
- pour le groupement 2 Ph >Ge >Th>He >Ch
- Pour le groupement 3 Ch>Ph>Ge>Th>He
- Pour le groupement 4 Ge>Ph>Ch>He>Th
- Pour le groupement 5 Ph>Ge>Ch>Th>He

Cela nous montre une dominance des géophytes, des phanérophytes et des chaméphytes à des taux variables. Les autres types biologiques (hémicryptophytes et Thérophytes) sont faiblement représentés. La forte participation des phanérophytes est caractérisé par des forêts denses, peu denses, claires qui organisent une partie du paysage étudié.

Tableau 2. Spectres biologiques des groupements étudiés

	Th (%)		He (%)		Ph (%)		Ch (%)		Ge (%)	
	B	R	B	R	B	R	B	R	B	R
Grp1	56,94	4,94	20,83	1,23	2,78	33,67	16,67	21,15	2,78	39
Grp2	57,7	13,16	23,03	3,13	5,76	69,12	7,7	1,08	5,77	13,51
Grp3	51,61	3,10	19,36	1,48	6,45	24,46	19,36	56	3,22	15
Grp4	44,3	6,78	21,52	8,27	10,13	22,97	21,52	12,68	2,53	49,30
Grp5	61,4	7,02	15,8	1,90	3,5	65,63	15,8	7,61	3,5	17,84
R48	54,90	4,32	19,61	1,54	1,96	57,87	19,61	28,40	3,92	7,87

4. CONCLUSION

Les résultats de ce travail en cours, nous ont permis de remarquer que les stations étudiées du Barrage vert ont été envahies par les espèces steppiques qui caractérisent la végétation originelle et encore une fois, ces résultats préliminaires montrent une diversité remarquable malgré l'action anthropique agressive (surpâturage). L'analyse systématique nous a permis d'identifier les familles les plus représentatives, qui sont: les astéracées, les poacées et les fabacées. Ces résultats représentent une contribution à la réactualisation de la flore qui accompagne des reboisements du barrage vert de la région de Djelfa, accompagnée d'un bilan des croissances du pin d'Alep (étude en cours de finalisation), ceci afin de dresser un bilan dendroécologique complet dans le but de propositions de rectification de ces systèmes écologiques complexes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aafi N., 2007 . Etude de la diversité floristique de l'écosystème de chêne-liège de la forêt de la Mamora. Thèse doctorat. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Maroc. 189p.
- Ababou A., Chouieb M., Khader M., Mederbal k., Bentayeb Z et Saidi D., 2009 . Analyse des associations végétales de la plaine salée du Bas-Cheliff, Algérie. Acta Bio, 38 (1-2). pp : 75-91
- Benabid A., 1982 . Etudes phytoécologique, biogéographique et dynamique des associations et séries sylvatiques du Rif Occidental (Maroc). Thèse de doctorat. Faculté des sciences St Jérôme, Aix Marseille III, 199 p.
- Bensaid S ., 1995. Bilan critique du barrage vert en Algérie. Sécheresse ;6 : 247-55, 9p.
- Boudy P., 1950. Economie forestière Nord-Africaine : monographie et traitements des essences forestières. Tome deuxième, Fasc. I et II, Ed. LAROSE. Paris, 878p.

Braun-Blanquet J., 1952. Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Montpellier : CNRS. 297 p.

Dahmani-Megrerouche M., 1997. Le chêne vert en Algérie : Syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. Etat. USTHB. Alger, 329p+annexes.

Djebaili S., 1984. Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes plaines steppique et de l'Atlas saharien. O.P.U Alger, 177p

Maire R., 1926. Notice de la Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie, Baconnier, Alger.

Maire R., 1952-1980. Flore de l'Afrique du Nord, XIV vol. Edit. Lechevallier, Paris.

Negre R., 1964. Carte au 1/50.000ème de Tipaza. Institut de cartographie, végétation d'Algérie. Notes et documents 1, Marseille, France.

Kadik I. & Mediouni K., 1982. Application de l'étude du pin d'Alep en région semi-aride aux interventions forestières, Inst.Nation.Agron., ALGER rapp.du coll.

Kadik L., 1987. Carte d'occupation des terres au 1/100.000 de la Wilaya de Djelfa *inédit*

Kadik L., 1996. Typologie des formations pré-forestières et forestières du Sénalba. Atelier sur la valorisation des ressources phytogénétiques. Ghardaia 5-7 Mars Projet B/94/114-151p. ANN181p.

Kadik L., 2012. Phytosociologie et phytoécologie des forêts à Pin d'Alep Verlag: *Editions Universitaires Europeennes*, 448 P.+ ann., Saarbrucken Allemagne

Ozenda P., 1977. Flore du Sahara. C.N.R.S. Paris. 622p.

Quezel P., Santa S., 1962-1963. Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tomes I et II. C.N.R.S. Paris.

Trabut L., 1892. Herborisation dans le massif de l'Aurès les 10, 11, 12, 13 et 14 Juillet. Bull. Soc. Bot. Fr. 39: 339-346. Paris.

ÉTUDE PHYTOÉCOLOGIQUE ET IMPACTS DES REBOISEMENTS DU BARRAGE VERT SUR LA BIODIVERSITÉ FLORISTIQUE. CAS DE LA RÉGION DE DJELFA (ALGÉRIE)

ZEHRAOUI Rabia^{1*} et KADIK Leila²

1. Département d'Agronomie, Faculté S.N.V. Université « Ziane Achour », Djelfa 17000, Algérie.

2. Laboratoire d'Ecologie végétale et Environnement, Faculté des Sciences Biologiques Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger 16000, Algérie.

Reçu le 29/10/2020, Révisé le 23/12/2020, Accepté le 31/12/2020

Résumé

Description du sujet : L'Algérie, fait face ces dernières années à la dégradation de ses écosystèmes ; la désertification qui en est le stade avancé, se traduit par la réduction du potentiel biologique. Conscientes de cette situation, les autorités algériennes ont entrepris un programme de reboisement d'envergure nationale dès 1970 visant à la sauvegarde et à la mise en valeur des zones présahariennes nommé : « Barrage vert ».

Objectifs : Étude phytoécologique de stations du barrage vert de la région de Djelfa (Algérie) dans le but de dresser un état des lieux de ces écosystèmes préforestiers et d'en déduire l'incidence sur la biodiversité floristique locale.

Méthodes : Etude phytoécologique et de la biodiversité floristique, identification des différents groupements de végétaux, étude des caractéristiques dendrométriques et du taux de défoliation, appréciation de la qualité du sol.

Résultats : Cette étude a permis de recenser 22 familles et plus de 106 espèces. L'AFC et la CHA ont permis d'identifier quatre groupements de végétaux. L'étude des caractéristiques dendrométriques et du taux de défoliation, a montré une différence hautement significative entre les différents groupements.

Conclusion : Malgré des résultats dendrométriques peu satisfaisants ; on constate le retour d'espèces steppiques typiques de la région. A l'issue de ce travail nous recommandons aux gestionnaires d'opter pour la diversification des essences et l'introduction d'espèces steppiques utiles, fourragères ou à intérêt médicinal.

Mots clés : Reboisement, barrage vert-Djelfa, désertification, phytoécologie, biodiversité floristique, dendrométrie.

PHYTOECOLOGICAL STUDY AND IMPACT OF "GREEN DAM" REFORESTATION ON FLORISTIC BIODIVERSITY. CASE OF DJELFA (ALGERIA)

Abstract

Description of the subject: Marginal areas bordering deserts under arid climate are subjected to desertification through a biomass reduction, among measures to combat desertification, the reforestation campaigns across the national territory have been adopted in Algeria since 1970 These efforts have been stitched into a large-scale project called "the green dam".

Objective: This study intends to show the impact of the "green dam" reforestations on floristic biodiversity.

Methods: Biodiversity and floristic inventory; identifying different vegetation groups; dendroecology; the rate of leaf devouring, soil properties.

Results: We identified 22 families and more than 106 species (CFA) allowed us to identify four vegetation groups. Dendrology, edaphic and defoliation studies enable us to make a state play of this reforestations and to see their Impact on the floristic biodiversity.

Conclusion: Dendrological results are far from satisfactory in reforestation areas. We noticed the return of original biodiversity. At the end of this study we would recommend to introduce useful steppe species for fodder or medicinal interest on the reforested areas

Keywords: Reforestation, green dam, Djelfa, Desertification-photoecology, Floristic biodiversity, dendroecology

* Auteur correspondant: ZEHRAOUI Rabia, E-mail : rabiazehraoui@gmail.com

INTRODUCTION

L'Algérie, au même titre que les pays nord africains, fait face ces dernières années à la dégradation continue de ses écosystèmes. Cette dégradation et la désertification qui en est le stade le plus avancé, se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologique et socio-économique [1, 2, 3]. En Algérie, au siècle dernier plusieurs botanistes et auteurs [4,5] ont attiré l'attention sur la dégradation de la végétation. Cette désertification, touche principalement les steppes des régions arides et semi-arides qui ont toujours été l'espace privilégié d'élevages ovins extensifs. Ces parcours pastoraux sont soumis à des sécheresses récurrentes et à une pression anthropique croissante d'où une dégradation de plus en plus accrue de toutes les composantes de l'écosystème. Conscientes de cette situation alarmante, les autorités algériennes ont entrepris un programme de reboisement d'envergure nationale dès 1970 visant à la sauvegarde et à la mise en valeur des zones pré-sahariennes.

Ainsi est née l'idée du « Barrage vert ». C'est dans ce contexte que s'inscrit notre présente étude phytoécologique de différentes stations du barrage vert de la région de Djelfa (Algérie). Dans le but de dresser un état des lieux de ces écosystèmes préforestiers et d'en déduire l'incidence des reboisements sur la biodiversité floristique locale.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Présentation du barrage vert

Selon Letreuch [6], les reboisements du barrage vert constituent une large barrière forestière face au désert qui s'étend au niveau de l'Atlas saharien depuis la frontière marocaine à l'Ouest jusqu' à la frontière tunisienne à l'Est (Fig.1), sur une longueur de 1500 km environ et une largeur de 20 km, soit une superficie totale de 3 000 000 ha. L'une des premières initiatives fut celle du projet de reboisement de "Moudjebara" dans la région de Djelfa en 1969. Cette région qui fait l'objet de notre contribution qui a pour but de préciser les conséquences et l'évolution des reboisements sur la végétation spontanée steppique.



Figure 1 : Situation géographique du barrage vert "Algérie" [7]
Basée sur les travaux de Letreuch [6]

2. Présentation de la zone d'étude

La région de Djelfa est une zone steppique algérienne localisée à près de 300 km au sud de la capitale "Alger", localisée entre 1000 et 1500m d'altitude, cette région bénéficie de 300 à 400 mm de précipitations par an. Djelfa est connue pour ses déficits hydriques cycliques, et la pauvreté de ses potentiels édaphiques [8]. Comme barrière à ce phénomène de désertification, cette région a bénéficié d'un programme de reboisement de pin d'Alep *Pinus halepensis* Mill., nommé le « barrage vert ».

Plusieurs reboisements se sont succédés depuis 1970 dans cette région, le dernier d'une superficie de 398 ha a été réalisé en 2014 dans la localité de Moudjbara [9]. La figure 2 montre la situation géographique des stations étudiées. Notre zone d'étude comprend les reboisements de deux zones différentes : (i) Les reboisements de "Ain Maabad" qui sont la continuité de la forêt domaniale de "Sahary Guebli" en allant vers le massif de "Sénalba Chergui", (ii) Les reboisements de "Moudjebara" qui sont une continuité des forêts naturelles de "Djellals".

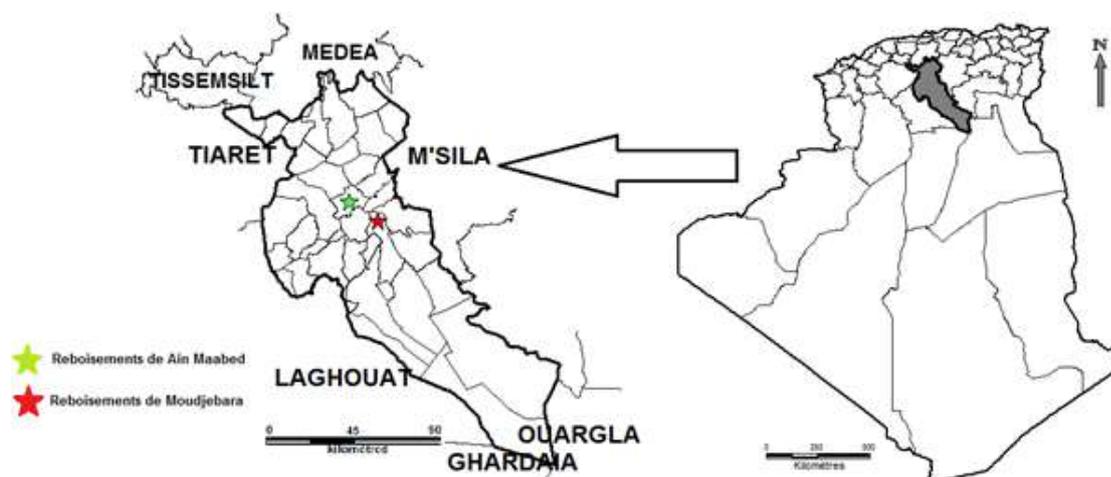


Figure 2 : Situation géographique des stations échantillonnées

Le Tableau 1 montre les principales caractéristiques climatiques des stations échantillonnées extrapolées à partir des données climatiques obtenues par la station météorologique de Djelfa (de 1982 à 2014). Pour ce qui est de l'extrapolation de ces données, nous avons utilisé les gradients calculés pour la partie centrale de l'Atlas saharien par Kadik [10] :

pour les précipitations (P), un gradient de 22,7 mm pour 100 m de dénivellation, pour la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (M), un gradient de 0,8°C pour 100 m de dénivellation ; pour la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m), un gradient de 0,3° C pour 100 m de dénivellation.

Tableau 1. Données climatiques des stations étudiées (1982-2014)

Stations	Latitude	Longitude	Altitude (m)	P (mm)	M°C	Q2	Etage bioclimatique
Ain Maabad	34°48' N	3° 8' E	1163	320.16	34.08	33,15	Semi-aride à hiver frais
Moudjebara	34°38'N	3°19'E	1193	326.97	33.84	34,005	Semi-aride à hiver frais

P (précipitation) ; M (Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud) ; m (Moyenne des températures minimales du mois le plus froid) ; Q² (Quotient pluviométrique d'Emberger)

3. Méthode d'échantillonnage

Nous avons effectué 78 relevés phytoécologiques durant la période optimale de développement de la végétation en l'occurrence mai-juin 2013, suivant un échantillonnage subjectif. Les relevés réalisés comportent des données sur les variables écologiques sectorielles et stationnelles (altitude, exposition, pente, pédologie), des informations dendrométriques (hauteur, diamètre, nombre d'arbres), ainsi qu'une appréciation de l'état phytosanitaire des peuplements. L'inventaire floristique est basé sur la méthode développée par Gounot [11] qui consiste à déterminer la plus petite surface appelée « aire minimale ». Cette méthode a été utilisée par de nombreux auteurs [12, 13, 8, 14, 15, 16, 17]. La notion d'aire minimale correspond à l'aire dans laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale est représentée [11]. Pour Djebaili [12], cette aire minimale varie en fonction de chaque type de groupement végétal.

Les espèces végétales inventoriées sont affectées d'un coefficient d'abondance-dominance [18]. Dans notre étude pour chaque parcelle échantillonnée une aire minimale de l'ordre de 100m² a été choisie. En effet, plusieurs auteurs ayant travaillé dans les zones steppiques ont opté pour cette superficie [19, 20, 21]. La détermination des espèces végétales a été réalisée à l'aide de : (i) la Flore de l'Algérie [22] (ii) la Petite Flore des régions arides du Maroc occidental [23] et (iii) la Flore du Sahara [24]. L'actualisation de la nomenclature s'est faite grâce au site telabotanica.org/flore/Afrique-du-nord/. Afin de connaître le type biologique de la végétation dans toute la zone d'étude, un spectre biologique a été établi (pour toutes les espèces retrouvées) selon la classification de Raunkiaer [25] qui considère que la participation des différents types biologiques à la flore d'une région par leur seule présence constitue le spectre biologique brut.

En ce qui concerne le spectre biologique réel, au sens de Carles [26] ; il est établi en tenant compte du pourcentage des recouvrements réel de chaque type biologique des taxons formant le groupement étudié. Les arbres plantés de pin d'Alep de chaque relevé ont fait l'objet de mesures qui ont porté sur les paramètres dendrométriques suivants : hauteur moyenne, circonférence moyenne et densité des plantations (nombre d'arbres à l'hectare). La détermination du taux de défoliation pour chaque arbre échantillonné, a été faite selon la méthode utilisée par Zamoum et al [27,28] où l'estimation a été évaluée en fonction des degrés d'attaques de la biomasse foliaire comme suit : 100%: l'arbre est totalement défolié, 75%: $\frac{3}{4}$ de la biomasse foliaire est défolié, 50%: la moitié de la biomasse foliaire est défoliée, 25%: $\frac{1}{4}$ de la biomasse foliaire est défoliée, 0%: absence de défoliation. Des échantillons de sol ont été prélevés au niveau de chaque relevé phytoécologique étudié afin de comprendre l'impact de la qualité du sol sur la répartition des espèces recensées dans les différents peuplements. Pour cela, nous avons creusé des fosses pédologiques dont les dimensions sont : longueur 1 m 50, largeur 0,8 m et de profondeur jusqu'à la roche mère. Après avoir réalisé le profil pédologique, nous avons prélevé des échantillons de sol à différents horizons. Ces échantillons ont fait l'objet d'analyses classiques

Tableau 2. Liste des espèces végétales recensées

Nom de l'espèce (Nom retenu)	
<i>Adonis dentata</i> Delile	<i>Launaea fragilis</i>
<i>Aegilops triuncialis</i> L.	(Asso) Pau
<i>Ajuga chamaeptytis</i> (L.) Shreb.	<i>Picris hispanica</i> (Will d.) P.D.Sell
<i>Allium cupanii</i> Raf.	<i>Rhaponticum</i>
<i>Alyssum alpestre</i> L.	<i>coniferum</i> (L.)
<i>Alyssum granatense</i> Boiss. & Reut.	<i>Greuter</i>
<i>Alyssum linifolium</i> Stephan ex Willd.	<i>Lithospermum sp</i>
<i>Alyssum simplex</i> Rudolphi	<i>Lolium sp</i>
<i>Ammodaucus leucotrichus</i> Coss. & Dur.	<i>Lygeum spartum</i> L.
<i>Anacyclus monanthos</i> subsp. <i>cyrtolepidioides</i> (Pomel) Humphries	<i>Malcolmia sp</i>
<i>Arabis auriculata</i> Lam., Th., Méd.	<i>Malva aegyptiaca</i> L.
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.	<i>Medicago laciniata</i> (L.) Mill.
<i>Astragalus caprinus</i> L.	<i>Bombycilaena</i>
	<i>discolor</i> (Pers.) M.La
	<i>Minuartia campestris</i> L.
	<i>Minuartia montana</i> L.
	<i>Nepeta nepetella</i> L.
	<i>Onopordon</i>
	<i>arenarium</i> (Desf.)
	<i>Pomel.</i>

physico-chimiques de sols ont été réalisées, à savoir : (i) Le pH (mesuré par la méthode « extraction rapport 1/2,5 » [29], (ii) La conductivité électrique (mesurée par « extraction rapport 1/5 ») [29], (iii) Le calcaire total par la méthode gazométrique [30], (iv) La matière organique par la méthode de Anne [31]

4. Analyse des données

Nous avons utilisé le logiciel STATISTICA.10 pour effectuer une Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.) et une classification hiérarchique ascendante (CHA) sur une matrice initiale comportant 78 relevés et 106 espèces. Les différents résultats dendrométriques ont fait l'objet d'une ANOVA (analyse de la variance) et d'un test de corrélation.

RÉSULTATS

1. Diversité et abondance spécifique

Les différents relevés réalisés ont permis de recenser 106 espèces végétales (Tableau 2) réparties sur 22 familles botaniques. Les familles les plus représentatives sont les Asteraceae avec 23,36 % du total des espèces, les Poaceae avec 16,82 % et les Fabaceae avec 12,14 %. Les autres familles sont représentées par un taux qui varie entre 1 % et 8,4 % de la flore totale. La figure 3 présente la répartition des proportions des familles dans les relevés.

<i>Astragalus crenatus</i> Schult.	<i>Paronychia arabica</i> (L.) DC.
<i>Atractylis cancellata</i> L.	<i>Paronychia argentea</i> Lam.
<i>Atractylis carduus</i> (Forssk.) Christ.	<i>Pinus halepensis</i> Mill.
<i>Atractylis polycephala</i> Coss.	<i>Plantago albicans</i> L.
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	<i>Coronilla minima</i> L.
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P.Beauv.	<i>Coronilla scorpioides</i> (L.) W.D.J. Koch
<i>Anisantha rubens</i> (L.) Nevski	<i>Ctenopsis pectinella</i> (Delile) de Not.
<i>Bupleurum semicompositum</i> L.	<i>Cutandia divaricata</i> (Desf.) Benth.
<i>Cytisus spinosus</i> (L.) Bubani	<i>Dactylis glomerata</i> L.
<i>Bubani</i>	<i>Daucus aureus</i> Desf.
<i>Carduus spachianus</i> Durieu	<i>Diploaxis harra</i> (Forsk.) Boiss.
<i>Carlina sp</i>	<i>Echinaria capitata</i> (L.) Desf.
<i>Catananche caerulea</i> L.	<i>Echiochilon fruticosum</i> Desf.
<i>Catapodium rigidum</i> (L.) C.E. Hubb.	<i>Echium humile</i> subsp. <i>pycnanthum</i> (Pomel) Greuter & Burdet
<i>Centaurea granatensis</i> ssp. <i>malinvaldiana</i> (Batt.) M.	<i>Erodium cicutarium</i> subsp. <i>bipinnatum</i> (Desf.) Tourlet
<i>Centaurea parviflora</i> Desf.	

<i>Centaurea resupinata</i>	<i>Eryngium ilicifolium</i>	<i>Herniaria fontanesii</i>	<i>Stipa barbata</i> Desf.
<i>Coss. subsp. resupinata</i>	Lam.	J.Gay	<i>Stipa parviflora</i> Desf.
<i>Glebionis coronaria</i>	<i>Euphorbia falcata</i> L.	<i>Herniaria hirsuta</i> L.	<i>Thymus algeriensis</i>
(L.) Cass. ex Spac	<i>Euphorbia granulata</i>	<i>Hippocrepis areolata</i>	Boiss. & Reut.
<i>Cistus clusii</i> Dunal	Forsk.	Desv.	<i>Thymus munbyanus</i>
<i>Cistus salvifolius</i> L.	<i>Euphorbia sp</i>	<i>Hippocrepis</i>	subsp. <i>ciliatus</i> (Desf.)
<i>Cistus creticus</i> L.	<i>Fagonia glutinosa</i>	<i>multisiliquosa</i> L.	Greuter & Burdet
<i>Coris monspeliensis</i> L.	Delile	<i>Hippocrepis</i>	<i>Trigonella</i>
<i>Coronilla juncea</i> L.	<i>Filago germanica</i> L.	<i>unisiliquosa</i> L.	<i>polyceratia</i> L.
<i>Fumana thymifolia</i> (L.)	<i>Filago pyramidata</i> L.	<i>Hordeum murinum</i> L.	<i>Xeranthemum</i>
Webb	<i>Poa bulbosa</i> L.	<i>Jurinea humilis</i> (Desf.)	<i>inapertum</i> (L.) Mill.
<i>Genista sp</i>	<i>Reseda lutea</i> L.	DC.	
<i>Genista umbellata</i>	<i>Nitrosalsola vermicul</i>	<i>Koeleria sp.</i>	
(L'Hér.) Dum. Cours.	<i>ata</i> (L.) Theodorova	<i>Koelpinia linearis</i> Pall.	
<i>Hedypnois</i>	<i>Salvia verbenaca</i> L.	<i>Launaea nudicaulis</i> (L.)	
<i>rhagadioloides</i> (L.) F.	<i>Lomelosia stellata</i> (L.)	Hook.f.	
W. Schmidt.) Raf.	<i>Macrochloa</i>	
<i>Helianthemum pilosum</i>	<i>Schismus barbatus</i>	<i>tenacissima</i> (L.) Kunth	
(L.) Mill.	(L.) Thell.	<i>Telephium imperati</i> L.	
<i>Helianthemum virgatum</i>	<i>Arabidopsis thaliana</i>	<i>Teucrium polium</i> L.	
(Desf.) Pers.	(L.) Heynh.	<i>Thlaspi perfoliatum</i> L.	
<i>Helianthemum sp.</i>	<i>Sonchus tenerrimus</i> L.		

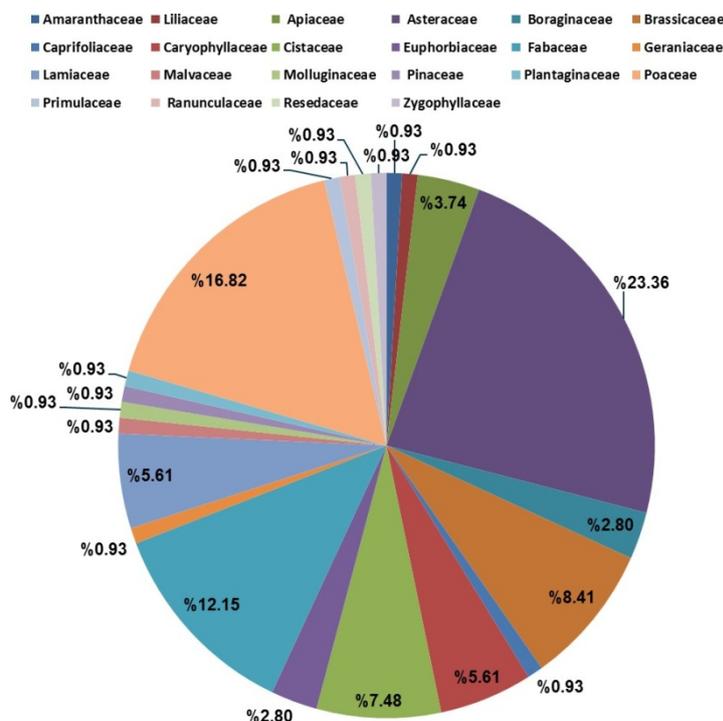


Figure 3 : Proportions des familles représentées dans les relevés

2

. Analyse factorielle des correspondances (A.F.C.)

Afin d'identifier les différentes unités de végétation, les échantillons sont séparés en groupes similaires selon les contributions et les

coordonnées des points relevés qui les constituent sur les deux axes de l'analyse. La figure 4 montre le résultat de l'analyse factorielle des correspondances appliquée aux 78 relevés et 106 espèces.

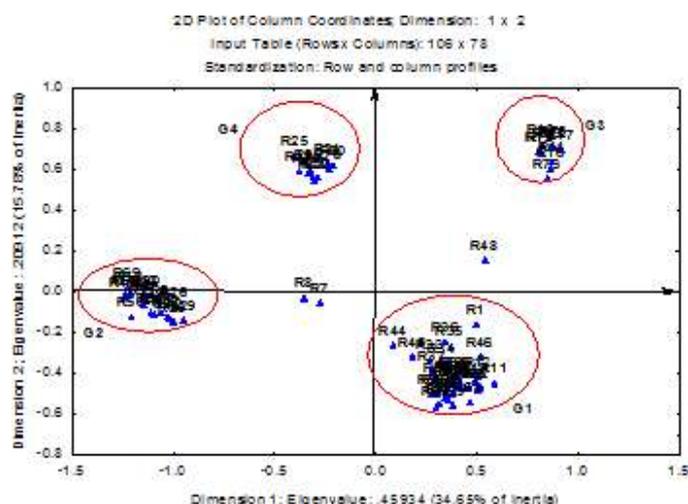


Figure 4 : Répartition des relevés sur les plans factoriels relatifs aux axes 1-2 de l'AFC

L'analyse du positionnement des relevés à forte contribution de part et d'autre des axes factoriels a permis de prendre en considération les axes 1 et 2 (Tableau 3)

Tableau 3 : Valeurs propres et taux d'inertie pour les axes 1 et 2 de l'AFC

Axes	Valeurs propres	Taux d'inertie (%)
1	0,459340713	34,650643
2	0,209124906	15,7754631

L'examen des plans factoriels de l'AFC a permis de constater une répartition des relevés et des espèces en 4 groupements bien distincts :
 -*Groupement 01 (G1)* : Ce groupement réunit des paysages préforestiers peu denses et clairs. La structure verticale est marquée par la dominance d'une strate arborée à *Pinus halepensis* planté dans le barrage vert ; cette espèce est thermophile, plastique et représentative des forêts méditerranéennes. La strate basse est marquée par une dominance d'*Artemisia herba-alba* et de *Macrochloa tenacissima*. Nous remarquons également la présence des espèces steppiques telles que : *Anisantha rubens*, *Avena barbata*, *Schismus barbatus*. Ceci indique la recolonisation par la steppe qui est l'écosystème primaire de ces zones plantées, où ces espèces trouvent donc un terrain xérique favorable à leur développement. Nous sommes donc en présence d'un faciès de steppe mixte (armoise -alfa) à dominance d'armoise blanche.

-*Groupement 02 (G2)* : Ce groupement regroupe des paysages préforestiers denses et peu denses aux reliefs légèrement vallonnés. La structure verticale est toujours marquée par la dominance d'une strate arborée plantée à *Pinus*

halepensis indiquant la réussite des plantations de cette espèce dans certaines stations. Pour la strate basse nous notons la dominance de *Macrochloa tenacissima*. Nous sommes en présence d'un faciès bien venant de steppe à alfa.

-*Groupement 03 (G3)* : Ce groupement réunit des paysages préforestiers très denses. La structure verticale est marquée par la dominance d'une strate arborée dégradée à *Pinus halepensis*. Pour la strate chaméphytique et herbacée, nous remarquons une dominance d'*Artemisia herba-alba* et de *Lygeum spartum*. Il faut signaler également, l'infiltration des espèces steppiques qui ont tendance à reconquérir l'espace. Nous sommes en présence d'un faciès de steppe mixte armoise -alfa à dominance armoise blanche.

-*Groupement 04 (G4)* : Ce groupement réunit des paysages préforestiers très denses et denses aux reliefs relativement vallonnés. Une partie des parcelles étudiées est constituée de jeunes plantations mises en défens par une clôture. La structure verticale est marquée par la dominance d'une strate arborée plantée à *Pinus halepensis*. Pour la strate basse nous retrouvons la dominance de *Macrochloa tenacissima* et de *Lygeum spartum*. Nous remarquons également, la présence d'autres espèces herbacées mais en plus grande fréquence que précédemment notamment : *Anisantha rubens*, *Avena barbata*, *Schismus barbatus*. Nous sommes en présence d'un faciès de steppe à alfa.

-*Relevés 7 et 8* : Représenté par des formations préforestières assez denses localisées dans deux lits d'oueds où les plantations à *Pinus halepensis* présentent une croissance

importante liée à leur situation privilégiée dans un talweg.

On note aussi la présence de l'alfa et de l'armoise blanche dans les deux relevés avec une dominance de l'alfa.

La physionomie de la végétation ainsi que la densité de nos peuplements permettent d'interpréter les axes de l'AFC. En effet l'axe 1 représente le type physiologique de la végétation (en sous-bois), car il oppose les groupements 1, 3 et le relevé 48 qui se trouve du côté positif de l'axe et qui présente le faciès d'une steppe mixte à Armoise ; aux groupements 2, 4 et les relevés (7,8) qui se

trouvent du côté négatif de l'axe et qui présentent le faciès d'une steppe mixte à Alfa. L'axe 2 représente un gradient de densité de plantations et il oppose les groupements 3, 4 et le relevé 48 qui se trouvent du côté positif de l'axe et se caractérisent par une forte densité de plantations de pin d'Alep ; aux groupements 1 et une partie du groupement 2 qui se trouve du côté négatif de l'axe qui se caractérise par des peuplements moins denses. Comme on peut le voir sur la figure 5, la classification hiérarchique ascendante (CHA) permet d'identifier les mêmes groupements obtenus par l'AFC.

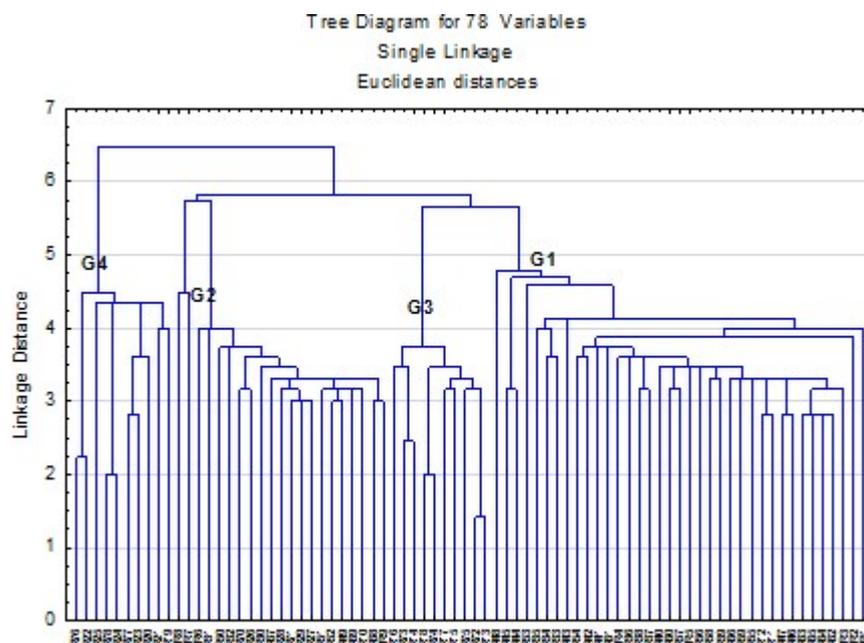


Figure 5 : Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) des relevés étudiés

3. Diversité biologique

L'étude des spectres biologiques brut et réel globaux donne une idée générale sur l'ensemble des éléments biologiques participant à la végétation des peuplements étudiés ; les résultats sont consignés dans la figure 6. Selon Aidoud [30], *Macrochloa tenacissima*, dans les Hautes Plaines et l'Atlas saharien en Algérie, se présente souvent comme une hémicryptophyte en sous-bois de matorral mais une géophyte en steppe aride. Pour notre part, nous l'avons considéré comme une géophyte [33]. Nous constatons une différence de pourcentages, entre le spectre biologique brut et le spectre biologique réel. Concernant le spectre biologique réel qui considère le pourcentage de recouvrement du couvert végétal occupé par chaque type biologique, la répartition des types biologiques est comme suit : Ph > Ge > Ch > Th > He.

Ainsi, la figure 6 montre une forte participation des phanérophytes (42,91%) suivies par les géophytes ce qui caractérise des forêts denses, peu denses, claires qui organisent une partie du paysage étudié. Le pourcentage appréciable des phanérophytes peut donc être interprété par une réussite relativement appréciable des plantations des reboisements des stations étudiées de la région de Djelfa. On constate que le taux de chaméphytes et de thérophytes suit celui des géophytes avec respectivement 19,69 % et 7,30 %. Enfin les hémicryptophytes occupent une surface moins importante qui est de 2,41 %. Pour le spectre biologique brut, la répartition des types biologiques suit le schéma suivant : Th > He > Ch > Ph > Ge. L'analyse de la figure 6 montre que les thérophytes constituent le taux le plus élevé (50,47 %) suivi par les hémicryptophytes avec un taux de 20,56 %,

les chaméphytes qui représentent un taux de 17,92 %, les phanérophytes avec un taux de 7,47 % et enfin les géophytes qui participent avec un taux faible de 2,80 %. Dans un deuxième temps, nous présentons les spectres biologiques brut et réel des quatre groupements (figures 7 et 8) distingués par l'AFC. Chaque groupement se caractérise par sa composition floristique spécifique. La figure 7 présente les spectres bruts selon le schéma suivant : Th > He > Ch > Ph > Ge, pour l'ensemble des groupements. On note une dominance des thérophytes avec des taux relativement élevés allant de 61,4 % à 44,3 % suivi par les hémicryptophytes (23,03 % à 15,80 %). Pour le spectre réel, la figure 8 indique la répartition des types biologiques comme suit :

-Pour le groupement 1 (Ge > Ph > Ch > Th > He) : regroupe des peuplements peu denses et clairs avec une dominance des géophytes (39 %) suivi par les phanérophytes et les chaméphytes.

-Pour le groupement 2 (Ph > Ge > Th > He > Ch) : réunit des peuplements denses et assez denses avec une dominance des phanérophytes (69.12 %) suivi par les géophytes et les thérophytes.

-Pour le groupement 3 (Ch > Ph > Ge > Th > He) : rassemble des peuplements peu denses et clairs avec une dominance des chaméphytes (56 %) suivi par les phanérophytes et des géophytes.

-Pour le groupement 4 (Ge > Ph > Ch > He > Th) : réunit des peuplements clairs avec une dominance des géophytes (49.30 %) suivi par les phanérophytes et les chaméphytes

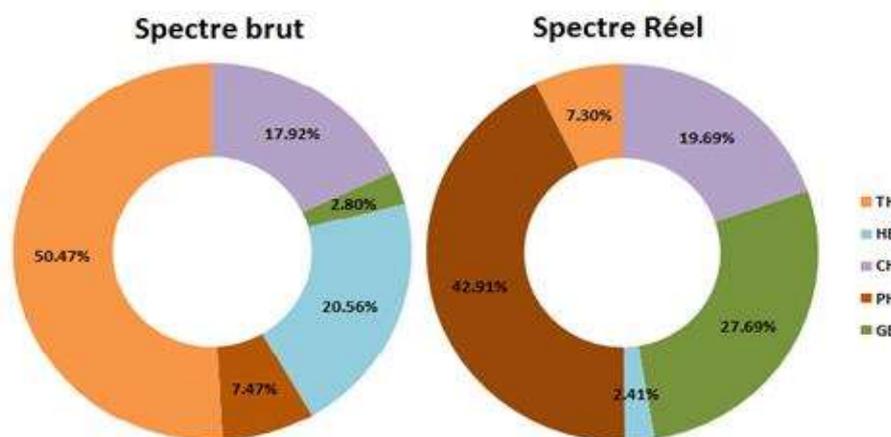


Figure 6 : Spectres biologiques brut et réel (globaux)

TH: Thérophytes; HE: Hémicryptophytes; CH: Chaméphytes; PH: Phanérophytes, GE. Géophytes

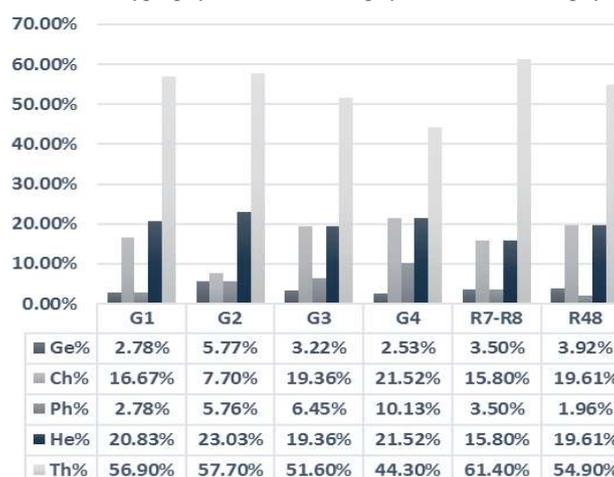


Figure 7 : Spectres biologiques bruts par groupement (identifiés par l'AFC)

TH: Thérophytes; HE: Hémicryptophytes; CH: Chaméphytes; PH: Phanérophytes, GE. Géophytes

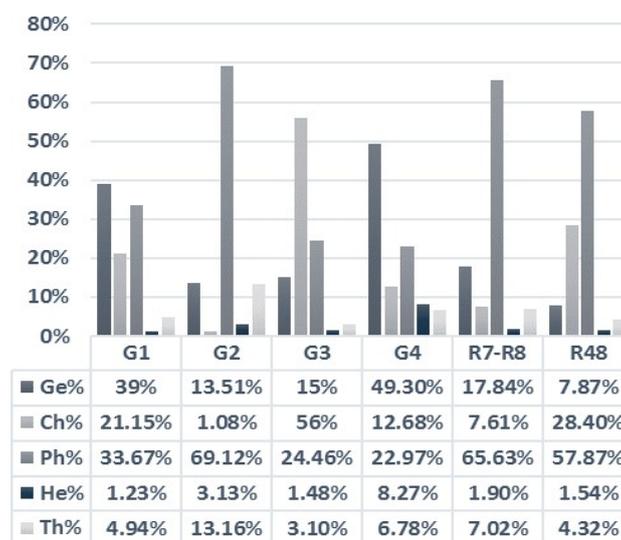


Figure 8 : Spectres biologiques réels des groupements (identifiés par l'AFC)
 TH: Thérophytes; HE: Hémicryptophytes; CH: Chaméphytes; PH: Phanérophytes, GE. Géophytes

4. Relevés dendrométriques

Le tableau 4 regroupe l'ensemble des résultats dendrométriques (globaux et par groupement) et montre que la hauteur moyenne varie entre 1,19 m et 5,01 m avec une moyenne de $3,23 \pm 1,002$ m, la circonférence moyenne varie entre 17,1 cm et 63,1 cm avec une moyenne de $35,09 \pm 9,70$; la densité des peuplements varie entre 400 et 1600 arbres à l'hectare avec une moyenne de $832,05 \pm 363,42$. L'analyse de la variance (ANOVA), a révélé des différences hautement significatives entre les mesures

dendrométriques des différents groupements identifiés par l'AFC. Comme on peut le constater sur le tableau 4. Le groupement 4 et les relevés (7,8) caractérisés par une topographie particulière (lits d'oued – reliefs vallonnés), donnent des hauteurs moyennes relativement plus élevées que les autres groupements. Les groupements 3, 4 et le relevé 48 caractérisés par une forte densité des plantations montrent un taux de défoliation relativement élevé.

Tableau 4 : Caractéristiques dendrométriques et défoliation des groupements étudiés

	Hm (m)	Cm (cm)	D (N/ha)	Def
Grpt1	3.47±0.15 (2.8-4.1) 4.35%	36.58±1.70 (31.5-39.5) 4.65%	752.78±120.68 (600-900) 16.03%	30.90±10.64 (25-50) 34.42%
Grpt2	4.65±0.27 (4.11-5.1) 5.94%	53.50±2.91 (49-59,5) 5.44%	457.89±69.24 (400-600) 15.12	4.12±9.33 (0-25) 226.53%
Grpt3	1.32±0.15 (1.19-1.73) 11.35%	19.67±2.29 (17,1-24.80) 11.67%	1130±125.17 (900-1300) 11.07%	66.81±11.79 (50-75) 17.64%
Grpt4	3.23±0.099 (3.16-4.28) 3.08%	33.28±2.89 (30.23-63.1) 8.69%	1570±48.3 (1500-1600) 3.07%	70.86±9.32 (50-75) 13.15%
R7-R8	4.74±0.035 (4.7-4.8) 0.74%	40.39±0.24 (40.02-40.73) 0.61%	550±70.71 (500-600) 12.85%	9.10±12.61 (0-25) 138.74%
R 48	4.098±0.52 (3.35-4.6) 12.67%	35.03±4.71 (29.69-45.23) 13.46%	1000	35±12.91 (25-50) 36.89%
Moy±ET	3.23***±1.002	35,09***±9.70	832.05***±363.42	43.045***±26.023
(Min-Max)	(1.19-5,1)	(17.1-63,1)	(400- 1600)	(0-75)
C.V. (%)	31.07%	27,62%	43,67%	60.45%

Moyenne : Moy ; Ecart type : E.T. ; Etendue : Min-Max ; C.V. : Coefficient de variation (%) ; Hm (hauteur moyenne); Cm (Circonférence moyenne); D (nombre de pied par hectare) ; Def (Taux de défoliation%). Seuil de signification : *, $p < 0,05$; **, $p < 0,01$; ***, $p < 0,001$.

La matrice de corrélation (Tableau 5) permet de distinguer la relation entre les différents paramètres dendrométriques. On constate que la densité des peuplements est fortement corrélée positivement avec le taux de défoliation, et négativement avec la circonférence moyenne.

Une forte corrélation positive entre la circonférence moyenne et la hauteur moyenne ainsi qu'une forte corrélation négative entre le taux de défoliation et (la hauteur moyenne et la circonférence moyenne)

Tableau 5 : Corrélations entre les différentes variables dendrométriques

	D	Cm	Hm	Def
D	1.000000			
Cm	-0.635064***	1.000000		
Hm	-0.431045***	0.896333***	1.000000	
Def	0.934087***	-0.814835***	-0.676360***	1.000000

Seuil de signification : *, $p < 0,05$; **, $p < 0,01$; ***, $p < 0,001$.

5. Caractéristiques édaphiques du sol des différents groupements

Des échantillons de sol ont été prélevés au niveau des différents relevés afin de comprendre l'impact de la qualité du sol sur la répartition des espèces recensées. Un profil pédologique a été réalisé pour chaque groupement.

Le Tableau 6, donne les résultats des analyses physicochimiques des relevés pédologiques effectués. Les groupements 2, 4 et les relevés (7, 8, 48) sont caractérisés par des sols assez profonds, plus humides au, pH alcalin, comparés aux groupements (1 et 3).

Tableau 4 : Caractéristiques édaphiques des sols des différents groupements

	Prof (cm)	pH	Mo %	Ca t.%	Cond ms/cm2	Hum%
Grpt1	11.1	7.67	1.67	56.1%	0.132	4.12
Grpt2	25.4	8.43	2.34	23.3%	0.134	7.33
Grpt3	9.5	7.14	2.14	55.8%	0.161	4.04
Grpt4	16.9	7.94	1.54	41.2%	0.123	6.55
R7-R8	23.5	8.30	2.90	12.5%	0.118	7.75
R48	24.1	7.93	2.93	11.87%	0.115	7.85

Prof (profondeur du sol) ; *Mo* (matière organique) ; *Ca t* (calcaire total) ; *Cond* (conductivité) ; *Hum* (Humidité du sol)

DISCUSSION

L'objectif de ce travail est d'établir un état des lieux des reboisements du barrage vert et de faire ressortir son incidence sur la biodiversité floristique de la région de Djelfa. L'examen des plans factoriels relatifs aux axes 1-2 de l'AFC (Fig.4) a permis de constater une répartition des relevés en quatre groupements de végétaux bien distincts. La physionomie de la végétation ainsi que l'analyse des caractéristiques dendrométriques de nos groupements (Tableaux 4). En étudiant la répartition des types biologiques réels globaux et par groupement nous distinguons un taux relativement élevé des phanérophytes avec un taux de 42,91 % ce qui peut être expliqué par la nature, préforestière du paysage [34]. Plus particulièrement les groupements 2 et les relevés (7, 8, 48) qui semblent former des reboisements clairs et denses et caractérisé par une strate arborée peu dégradée et bien évoluée et des sols profonds relativement humides (Tableau 4).

On note une forte participation des géophytes avec un taux de 27.69 % particulièrement au niveau des groupements 1 et 4 représenté par des peuplements clairs exposés et caractérisés par une strate arborée peu développée présentant un faciès de steppe à Alfa et à armoise. En ce qui concerne le spectre brut, nous constatons une dominance des thérophytes, en particulier pour le groupement 2 avec un taux de 57,7 % ; de nombreux auteurs : [35, 36, 37, 38] cités par Aidoud et al [39] ont trouvé un lien entre la thérophytisation et la sécheresse d'été sous climat méditerranéen. Selon Nègre [40] et Daget [38] la Thérophytie est une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques. Ce processus de thérophytisation qui est précédé par celui de la steppisation a été décrit par Quézel [41] et Quézel et Médail [42], en Afrique du Nord.

Le phénomène de steppisation est d'autant plus représenté par un taux de chaméphytes plus au moins élevé surtout au niveau des peuplements peu denses et clairs.

La présence de chaméphytes, avec un taux relativement élevé indique que le milieu est moins humide ce qui est confirmé par le tableau 4 qui montre des taux d'humidité du sol relativement bas pour la majorité des groupements, car les chaméphytes sont connus par leur caractère plus xérophile et plus photophile [43 in 44]. Cette chamæphytisation a pour origine le phénomène d'aridisation [45, 46, 47 in 48] ; il faut savoir que les Chamaephytes s'adaptent mieux à la sécheresse estivale et aux forts éclaircissements lumineux [43] ; le pâturage favorise aussi cette chamæphytisation. De nombreux auteurs [49, 50, 51, 52, 53] admettent que la chamæphytisation est synonyme d'une anthropisation accentuée, ce phénomène est lié à la présence d'espèces épineuses comme : *Cytisus spinosus* qui se développent au détriment des espèces fourragères. D'après Amara et Bouazza [54], ce processus de steppisation est montré par l'envahissement d'espèces steppiques tel que : *Anisantha rubens*, *Atractylis humilis* et de la régénération des espèces physiologiques liées à la végétation originelle avant les plantations de *Pinus halepensis* telles que : *Artemisia herba alba*, *Macrochloa tenacissima*. Il faut noter aussi une dégradation du sol, en effet ; l'analyse des caractéristiques édaphiques a montré que : la majorité des échantillons de sols étudiés ont une teneur en calcaire total relativement élevée et un pH neutre à basique ce qui caractérise souvent les sols des zones steppiques. Il en ressort donc que ce milieu étudié est proche des steppes arides selon Amara et Bouazza [54]. En résumé les résultats obtenus expriment une reprise progressive d'un environnement steppique dans les parcelles reboisées. On note la dégradation de ces paysages préforestiers, en partie dû au dépérissement causé par la chenille processionnaire qui engendre une forte défoliation surtout dans les groupements 3 et 4 caractérisés par une forte densité de plantation à pin d'Alep (Tableau 4). Selon Bensaid [55], la forte densité des reboisements est due à la décision de planter 2000 plants par hectare dans les plans initiaux du barrage vert. D'après Khaouani [56], cette densité excessive cause un ralentissement de l'accroissement des suites de la concurrence des jeunes plants entre eux et provoque un dépérissement du peuplement ;

cette pratique rendrait les individus vulnérables face aux attaques d'insectes ravageurs tel que la chenille processionnaire. L'état de santé du pin d'Alep est essentiellement lié à la chenille processionnaire qui est son principal ravageur et le plus redoutable [57]. Celui-ci se nourrit des aiguilles à différents stades et provoque une défoliation considérable [58, 59] ce qui affaiblit les arbres attaqués et peut perturber sa croissance et peut même conduire à la mort des arbres [60, 61]. D'après Dajoz [62], la femelle a peu de temps pour pondre ses œufs à sa sortie du sol, ce qui rend les pins les plus proches encore plus sensibles à l'infestation par la chenille. La hauteur des arbres semble être un autre facteur influant sur le taux de défoliation. En effet, on remarque que les groupements caractérisés par des hauteurs moyennes plus élevées "groupement 2 et les relevés 7, 8 " (Tableau 4) ont un taux de défoliation inférieur aux autres groupements ce qui laisse supposer, que les arbres les plus hauts et leurs premières branches plus soulevées du sol, échappent considérablement aux papillons gravides au cours de la ponte, qui choisissent les branches les plus basses ce qui rejoint les observations de plusieurs auteurs [63, 64]. En Algérie, cet insecte ravageur est présent dans l'ensemble des forêts résineuses. Les attaques massives sont apparues après les grands efforts de reboisement dans le cadre de "barrage vert". En effet la monoculture exclusive à base du pin d'Alep, a engendré une explosion démographique des populations de la chenille processionnaire [65]. D'après Letreuch [6], L'utilisation quasi-générale du pin d'Alep dans les plantations du Barrage vert est un choix qui semble hasardeux où le long terme n'a pas été pris en considération car les conditions biotiques et abiotiques ont été bouleversées et le groupement du pin d'Alep ne peut s'installer qu'après la mise en place de conditions plus favorables. Cette dégradation est due aussi au facteur anthropique, les forêts de la région de Djelfa connaissent un surpâturage qui, selon Alaoui et al [66], peut jouer un rôle important dans le déséquilibre et la dégradation des peuplements. De plus que le facteur de piétinement peut réduire la régénération et la croissance des jeunes pousses selon Kadik[8].

CONCLUSION

Les résultats dendrométriques de ce présent travail, montrent que le pin d'Alep des reboisements du Barrage vert de la région de Djelfa n'est pas aussi développé que celui des forêts naturelles. Ces résultats, peuvent être imputables à la densité de plantation occasionnant une compétition sévère entre les arbustes ainsi qu'à l'absence d'entretien. La régénération naturelle des jeunes plants de pin d'Alep est freinée par les attaques de la chenille processionnaire ; cet aspect phytosanitaire, doit être pris en compte, car comme tous les peuplements monospécifiques, les reboisements du barrage vert sont vulnérables, face aux insectes ravageurs et aux pathologies. Au cours de nos travaux sur le terrain nous avons constaté que l'action anthropique (surpâturage – pollution – coupe illicite...) jouait aussi un rôle très important dans la dégradation de ces paysages préforestiers. Malgré ces constatations peu satisfaisantes ; on constate le retour d'espèces steppiques typiques de la région. En effet les zones étudiées ont été envahies par les espèces qui caractérisent la végétation originelle. Une strate herbacée appréciable se développe en sous-bois et permet la préservation d'associations végétales intéressantes pour une évolution de la formation végétale et du spectre biologique malgré l'action anthropique et les contraintes climatiques. A l'issue de ce travail nous recommandons aux gestionnaires d'opter pour la diversification des essences en plus du pin d'Alep et l'introduction d'espèces steppiques utiles, fourragères ou à intérêt médicinal. Il faudrait également appliquer un aménagement et un entretien forestier adéquat et permanent. Ces premiers résultats peuvent servir ainsi d'outil pour d'éventuelles rectifications des reboisements du barrage vert dans un contexte de lutte contre la désertification et l'appauvrissement de la biodiversité.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. **Le Houerou H.N;** (1985). La régénération des steppes algériennes. Rapport de mission de consultation et d'évaluation. Ministère de l'agriculture, Alger
- [2]. **Aidoud A ;** (1996). La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. Sécheresse, 7, 187-93 méditerranéens. Forêt Méditerranéenne, XII : 194-215 p.
- [3]. **Bedrani S ;** (1999). Situation de l'agriculture, de l'alimentation et de l'économie algérienne. CIHEAM. Paris
- [4]. **Maire R ;** (1926). Notice de la Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie, Baconnier, Alger
- [5]. **Boudy P ;** (1950). Economie forestière Nord-Africaine : monographie et traitements des essences forestières. Tome deuxième, Fasc. I et II, Ed. LAROSE. Paris, 878p
- [6]. **Letreuch-Belarouci N ;** (1991). Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. 2 tomes, O.P.U.
- [7]. **Khaouani B;** (2019). Ecological dynamics of the green dam by remote sensing: the case of Moudjbara (Djelfa, central Algeria) International Journal of Sciences and Research Vol 75 / N4/1
- [8]. **Kadik B ;** (1983). Contribution à l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie. Ecologie, dendrométrie, morphologie. O.P.U. Alger, 581 p
- [9]. **Bachir.K;** (2019). Biocenose de *Pinus halepensis*, *Cupressus dupreziana* de la région de Djelfa et test d'un biocide pour lutter contre *Thaumetopoea pityocampa* Den. & Schiff. (Lepidoptera, Notodontidae) Thèse de Doctorat LMD en écologie forestière, université de Djelfa, 148p+an.
- [10]. **Kadik L ;** (1984). Phyto-écologie des formations à pin d'Alep *Pinus halepensis* Mill du Senalba Chergui et Guarbi. Thèse Doct. 3ème cycle. USTHB, 281p+annexes.
- [11]. **Gounot M ;** (1969). Méthode d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie. Paris, 314p.
- [12]. **Djebaili S ;** (1984). Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes plaines steppique et de l'Atlas saharien. O.P.U Alger, 177p
- [13]. **Benabid A ;** (1982). Etudes phytoécologique, biogéographique et dynamique des associations et séries sylvatiques du Rif Occidental (Maroc). Thèse de doctorat. Faculté des sciences St-Jérôme, Aix Marseille III, 199 p
- [14]. **Kadik L ;** (2005). Etude phytosociologique et phytoécologique des formations à Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) de l'étage bioclimatique semi-aride algérien. Thèse Doct. Es Sciences, USTHB. Alger, 301p+annexes
- [15]. **Aafi N; Achhal El kadmiri A; Benabid A; Rochdi M;** (2005). Richesse et diversité floristique de lasuberaie de la mamora (Maroc), *Acta Botanica Malacitana* 30 : 127-138
- [16]. **Ababou A., Chouieb M., Khader M., Mederbal K., Bentayeb Z ET Saidi D;** (2009). Analyse des associations végétales de la plaine salée du Bas-Cheliff, Algérie. *Acta Biológica Paranaense*, 38 (1-2). pp : 75-91
- [17]. **Zitouni W ;** (2010). Etude de la diversité floristique le long d'un transect au sud de Djelfa (région de Djellal Gherbi), Mémoire : Magister, FSB, USTHB, 80p+annexes
- [18]. **Braun-Blanquet J ;** (1952). Phytosociologie appliquée Comm. S.I.G.M.A. N° 116.
- [19]. **Khabtane A & Rahmoune C;** (2012). Effects of habitat on floristic diversity and phenotypic polymorphism groups in *Tamarix africana* Poir in Arid region of Khenchela (Eastern Algeria), *Journal of Agriculture and Environment for International Development* ,106(2):123-137.
- [20]. **Stambouli M & Bouazza M;** (2013). Floristic characterisation of the steppe of Tlemcen (western Algeria), *International Journal of Environment, Ecology, Family and Urban Studies* , ISSN 225060065, Jun 2013.3 (2):7-20

- [21]. **Senni R**, (2013). Survey of the damp areas' plant coverage diversity of Zahrez Chergui and Gharbi (Djelfa) and of the "Chott" el Hodna (M'sila) in Algeria, African Journal of Agricultural Research, Vol. 8(27), pp. 3618-3627, 18 July, 2013
- [22]. **Quezel P & Santa S** ; (1962-63). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris. C.N.R.S. 2vol, 1170p
- [23]. **Negre R** ; (1961-62). Petite Flore des Régions Arides et Semi-Arides du Maroc Occidental. CNRS, Paris, France, 2 tomes, 297p
- [24]. **Ozenda P** ; (1977). Flore du Sahara. C.N.R.S.Paris. 622p
- [25]. **Raunkiaer C** ; (1904). Om biologiske Typer, med Hensyn til Planternes Tilpasning til at overleve ugunstige Aarstider. Bot. Tidsskrift, 26, 1904
- [26]. **Carles J. I** ; (1949). Le spectre biologique réel. Bull. Soc. Bot. Fr. 951 340-343.
- [27]. **Zamoum M** ; (2002). Quelques éléments pour la préservation de la santé des forêts en Algérie. Revue de la forêt algérienne, n° 4, juil. 2002, 46 pp
- [28]. **Zamoum M., Gachi M., Sai K** ; (2008). Guide de santé des forêts (Insectes Ravageurs et Champignons pathogènes). Publication de l'INREF, Alger, 18 p
- [29]. **Aubert G** ; (1976). Les Ericacées en Provence, répartition, édaphologie, phytosociologie, croissance et floraison. Thèse d'Etat, Univ. D'Aix-Marseille
- [30]. **Baize D** ; (1988). Guide des analyses courantes en pédologie : choix expression présentation-Interprétation. Ed. INRA, Paris. 172 p
- [31]. **Anne P** ; (1945). Sur le dosage rapide du carbone organiques des sols. Ann Agron 15, 161-172
- [32]. **Aidoud A** ; (2010). Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Conférences n°3 ac.toulouse.fr.
- [33]. **Kadi-Hanifi H** ; (1998). L'alfa en Algérie : Syntaxonomie, relations milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse Doct. Etat, USTHB, Alger 228p.+ annexes
- [34]. **Kadik L** ; (2012). Phytosociologie et phytoécologie des forêts à Pin d'Alep Verlag Editions Universitaires Européennes, Saarbrücken Allemagne ,448 p +annexes
- [35]. **Braun-Blanquet J & Maire R** ; (1924). Étude sur la végétation et la flore marocaine. Comptes Rendus des Herborisations de la Société Botanique de France, session du Maroc. Mém. Soc. Nat. Maroc. 8(1): 1-124
- [36]. **Zohary M** ; (1962). Plant life of Palestine. Ronald Press Co, N.Y., 262p.
- [37]. **Quézel P** ; (1965). La végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie. G.Fischer
- [38]. **Daget P** ; (1980). Les différents types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative (cas des thérophytes) in recherche d'écologie théorique : les stratégies adaptatives (ed, BARBAULT R, BLANDIN P, MEYEB J-A). Malouine. Paris, pp.89-114
- [39]. **Aidoud A., Slimani H., Aidoud-Iounis F., Touffet J** ; (1999). Changements édaphiques le long d'un gradient d'intensité de pâturage dans une steppe d'Algérie. Ecologia mediterranea 25 : 163-171.
- [40]. **Negre R** ; (1966). Les thérophytes, Mem. Soc. Bot. Fr.: 92-108
- [41]. **Quézel P** ; (2000). Réflexion sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Press, Paris, 117 p
- [42]. **Quézel P & Medail F** ; (2003). Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, Paris, 573 p
- [43]. **Danin A & Orshan G** ; (1990) The distribution of Rankiaer life forms in Israel in relation to the environment. Journal of vegetation science 1. pp : 41-48
- [44]. **Dahmani M** ; (1997). Le chêne vert en Algérie : Syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. Etat. USTHB. Alger, 329p+annexes.
- [45]. **Raunkier C** ; (1934). The life form of plants and statistical plant geography. Oxford Univ. Press
- [46]. **Orshan G., Montenegro G., Avila G., Alja RO M., Wal Ckowiak A., Mujica, A** ; (1984). Plant growth forms of Chilean matorral. A monocharacter growth form analysis along an altitudinal transect from sea level to 2000 m a.s.l. Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques, 131 : 411-425.
- [47]. **Floret C., Gala N., Le floch E., Orshan G., Romane F** ; (1990). Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation. J. Veget. Sci., 1 : 71-80.
- [48]. **Senni R** ; (2014) Etude de la diversité de la végétation des zones humides de Zahrez Chergui et Gharbi (Djelfa) et de Chott el Hodna (M'sila). Diplôme de doctorat en sciences Agronomiques. Ecole nationale supérieure d'agronomie, 145p.
- [49]. **Kadi-Hanifi H** ; (2003). Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. Revue sécheresse, 14, 169-17
- [50]. **Kadik L** ; (2011). Phytosociologie Et Phytoecologie Des Forêts a Pin D'Alep, Edition Universitaire Europeenne, 439p.
- [51]. **Guit B** ; (2015). Etat sanitaire des peuplements de pin d'Alep (*Pinus halepensis mill.*) dans le massif forestier de Senalba (région de Djelfa), Revue d'Ecologie (Terre et Vie), Vol. 71 (2), 2016 : 156-167
- [52]. **Sbaa B & Benrima A** ; (2017). Biodiversité acridienne et floristique en milieux steppiques naturels et reboisés dans la région de Moudjbara-Djelfa (Algérie), Algérie, Agrobiologia 7(1) : 321-333
- [53]. **Barbero 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 : 194-215.
- [54]. **Amara M & Bouazza M** ; (2013). Contribution à l'étude des groupements à *Pistacia atlantica* Subsp. *atlantica* dans la plaine de Maghnia (Extrême nord-ouest algérien), phytosociologie et dynamique. European Journal of Scientific Research, 99 : 22-35
- [55]. **Bensaïd S** ; (1995). Bilan critique du barrage vert en Algérie. Science et changements planétaires/Sécheresse, 6, 247-255.
- [56]. **Khaouani B** ; (2019). Monitoring de la dynamique du reboisement de Moudjbara (W. Djelfa) par télédétection spatiale, Thèse Doct. Es Sciences, USTHB. Alger, 114p+annexes
- [57]. **Hódar J A., Castro J., Zamora R** ; (2003). Pine processionary caterpillar *Thaumetopoea pityocampa* as a new threat for relict Mediterranean Scots pine forests under climatic warming, Biological Conservation 110 (1):123-129.
- [58]. **Arnaldo P S., Chacim S., Lopes D** ; (2010). Effects of defoliation by the pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* on biomass growth of young stands of *Pinus pinaster* in northern Portugal. Forest 3 :159-162.

- [59]. **Cardil A., Vepakomma U., Brotons L ; (2017).** Assessing pine processionary moth defoliation using unmanned aerial systems. *Forests* 8: 1-13.
- [60]. **Mirault J., Regad J ; (1992).** Le point sur la situation phytosanitaire du pin d'Alep, Forêt méditerranéenne 13 (3) : 220-223.
- [61]. **Sbajdi M., Lambs L., Haddad A., Kadik B ; (2015).** Effect of periodic defoliations by *Thaumetopoea pityocampa schiff.* On radial growth in cedar woodland in Chréa, Algeria. *Revue Ecologie (Terre et Vie)* 70 (4): 1-16.
- [62]. **Dajoz R ; (1998).** Les insectes et la forêt : rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. Ed. Tec& Doc. Paris : 269-272 p
- [63]. **Pérez-Contreras T & Tierno de Figueroa J M ; (1997).** Estudio de la puesta de *Thaumetopoea pityocampa*, *Schiff.* 1775 (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) en relación al pino parasitado. Boletín de la Asociación Española de Entomología 21 : 119-125.
- [64]. **Pérez-Contreras T., Soler J J., Soler M ; (2014).** Host selection by the pine processionary moth enhances larval performance: An experiment, *Acta Oecologica* 55: 15-22.
- [65]. **Kadik B ; (1987).** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie : Ecologie, Dendrométrie, Morphologie. Office des publications universitaire (Alger). 585p
- [66]. **Alaoui A., Laariby S., Gmira N ; (2011).** Production, croissance et modèles de conduite sylvicoles des principales essences (le pin maritime et le pin d'Alep) de reboisement au Maroc. *Journal of Forestry Faculty* 11: 68 - 84.

Annexe 2 : Formulaire de relevé phytoécologique

Auteur :.....	Lieu :.....N° :.....
Date :..... /..... /.....	Latitude :.....Longitude :
Altitude :..... Pente :.....	Exposition :.....
Géomorphologie :.....	Nature du substrat :.....
M(°C) :.....	m(°C) :.....
P(mm) :.....	Accident climatique :.....
Action anthropozoïque :.....	Intensité de l'action anthropozoïque :.....
.....
Recouvrement végétal :.....	Espèces dominante : 1.....
Observations :	2.....
	3.....

Espèce	Code	Obs
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
38		
39		
40		

Annexe 3 :

La valeur de la contribution absolue de chaque relevé dans chaque axe :

Relevés	X	Y
R1	0,5053451	-0,1532992
R2	0,5280147	-0,4583431
R3	0,5115538	-0,456432
R4	0,3669024	-0,5107014
R5	0,3869126	-0,4837458
R11	0,5951856	-0,4356273
R12	0,5166224	-0,4055523
R33	0,2778697	-0,325939
R34	0,3375809	-0,3370828
R35	0,3781971	-0,2523418
R36	0,3533551	-0,2410559
R37	0,289655	-0,3685446
R38	0,3729647	-0,4122747
R39	0,3911069	-0,5404905
R40	0,3606784	-0,4933062
R41	0,4118474	-0,430145
R42	0,415075	-0,4516175
R43	0,3637153	-0,4481722
R44	0,09735791	-0,2583042
R45	0,189998	-0,3088657
R46	0,5252301	-0,310716
R47	0,5028533	-0,4302691
R53	0,3146868	-0,4962439
R54	0,3150324	-0,4397862
R55	0,3065642	-0,5471547
R56	0,4063867	-0,4510578
R57	0,2865949	-0,4867555
R58	0,3243174	-0,5364344
R59	0,4711232	-0,4569887
R60	0,353954	-0,5073918
R61	0,3959393	-0,401706
R62	0,4530478	-0,4576547
R63	0,4185074	-0,4014755
R64	0,4746543	-0,5235878
R65	0,4166666	-0,4311447
R66	0,3959106	-0,4236843
R7	-0,2677541	-0,04684772
R8	-0,348638	-0,03363242
R9	-1,140648	-0,00601171

Relevés	X	Y
R10	-1,133596	-0,0424828
R6	-1,055419	-0,09344029
R26	-0,9867046	-0,134553
R27	-1,01627	-0,1986296
R28	-0,9890786	-0,2153348
R29	-0,9398467	-0,2032236
R30	-1,116351	-0,09649246
R31	-1,099368	-0,1807957
R32	-1,012676	-0,197488
R49	-1,234057	-0,1104681
R50	-1,193855	-0,2135307
R51	-1,135408	-0,1466731
R52	-1,204845	-0,08203325
R67	-1,121946	-0,07010633
R68	-1,219486	0,02003264
R69	-1,211511	-0,00830184
R70	-1,047737	-0,1724914
R71	-1,08093	-0,1878407
R13	0,8640422	0,6569615
R14	0,876807	0,5900878
R15	0,8108135	0,6363256
R16	0,8702396	0,5600227
R17	0,9163784	0,6473945
R18	0,788951	0,7016592
R72	0,8793979	0,6550328
R73	0,8529782	0,5086045
R74	0,7863699	0,6643382
R75	0,8839444	0,6540748
R19	-0,3939664	0,6438094
R20	-0,2242777	0,6604025
R21	-0,320641	0,6048224
R22	-0,3534507	0,664804
R23	-0,3149557	0,6335129
R24	-0,2654545	0,7017866
R25	-0,4237747	0,7273145
R76	-0,3615874	0,650359
R77	-0,3392283	0,6354735
R78	-0,2602786	0,6707555
R48	0,5467067	0,1274882

Annexe 4 Quelques espèces inventoriées dans les reboisements de Djelfa



Macrochloa tenacissima (L.) Kunth.



Lygeum spartum. L.



Cistus salvifolius L.



Erodium cicutarium subsp. *bipinnatum* (Desf.)



Echinaria capitata (L.) Desf.



Echium humile subsp. *pycnanthum* (Pomel) Greuter & Burdet

(Original, 2013)



Koelpinia linearis Pall.



Malva aegyptiaca L.



Thymus algeriensis Boiss. & Reut.



Paronychia arabica (L.) DC.



Minuartia campestris L.



Fumana thymifolia (L.) Webb



Atractylis cancellata L.



Cistus clusii Dunal



Helianthemum virgatum (Desf.) Pers.



Centaurea resupinata subsp. *resupinata* Coss.



Bombycilaena discolor (Pers.) M.La .



Cytisus spinosus (L.) Bubani



Maresia nana (DC.) Batt.



Anisantha rubens (L.) Nevski

(Original, 2013)

Annexe 5 : Liste des taxons rencontrés

Espèces		Type biologique	Famille	Type biogéographique
Nom retenue	≈			
<i>Adonis dentata</i> Delile		Th	Renonculaceae	Med
<i>Aegilops triuncialis</i> L.		Th	Poaceae	Med-Irano-Tour.
<i>Ajuga chamaeepytis</i> (L.) Shreb.		Th	Lamiaceae	Eur-Med.
<i>Allium cupanii</i> Raf.		Ge	Liliaceae	Med
<i>Alyssum alpestre</i> L.		Ch	Brassicaceae	Med
<i>Alyssum granatense</i> Boiss. & Reut.		Th	Brassicaceae	Med
<i>Alyssum linifolium</i> Stephan ex Willd.		Th	Brassicaceae	Med-Irano-Tour.
<i>Alyssum simplex</i> Rudolphi	<i>Alyssum parviflorum</i>	Th	Brassicaceae	Med
<i>Ammodaucus leucotrichus</i> Coss. & Dur.		Th	Apiaceae	Sah
<i>Anacyclus monanthos subsp. cyrtolepidioides</i> (Pomel) Humphries	<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	Th	Asteraceae	End.Alg.Mar
<i>Arabis auriculata</i> Lam.		Th	Brassicaceae	Med
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.		Ch	Asteraceae	Med
<i>Astragalus caprinus</i> L.		Th	Fabaceae	De liaison Méd-Sind
<i>Astragalus crenatus</i> Schult.	<i>Astragalus cruciatus</i>	Th	Fabaceae	De liaison Méd-Sind
<i>Atractylis cancellata</i> L.		Th	Asteraceae	Med
<i>Atractylis carduus</i> (Forssk.) Christ.		Ch	Asteraceae	De liaison Méd-Sind
<i>Atractylis polycephala</i> Coss.		he	Asteraceae	End.Alg.Mar
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link .	<i>Avena alba</i>	Th	Poaceae	Med-Irano-Tour.
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P.Beauv.		Th	Poaceae	Med
<i>Anisantha rubens</i> (L.) Nevski		Th	Poaceae	Med
<i>Bupleurum semicompositum</i> L.		Th	Apiaceae	Med
<i>Cytisus spinosus</i> (L.) Bubani.	<i>Calycotome spinosa</i>	Ph	Fabaceae	Med.
<i>Carduus spachianus</i> Durieu.		Th	Asteraceae	Med
<i>Carlina</i> sp.				
<i>Catananche caerulea</i> L.		He	Astéraceae	Med
<i>Catapodium rigidum</i> (L.) C.E. Hubb.		Th	Poaceae	Eur
<i>Centaurea granatensis</i> ssp. <i>malinvaldiana</i> (Batt.) M.		He	Astéraceae	Med
<i>Centaurea parviflora</i> Desf.		Ch	Astéraceae	End.Alg.Tun
<i>Centaurea resupinata</i> subsp. <i>Resupinata</i> Coss.	<i>Centaurea tenuifolia</i>	Ch	Asteraceae	Med
<i>Glebionis coronaria</i> (L.) Cass. ex Spac.	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Th	Astéraceae	Med.
<i>Cistus clusii</i> Dunal.		Ph	Cistacées	Med
<i>Cistus salvifolius</i> L.		Ph	Cistacées	Med
<i>Cistus creticus</i> L.	<i>Cistus villosus</i>	Ph	Cistacées	Med.
<i>Coris monspeliensis</i> L.		Th	Primulaceae	Med
<i>Coronilla juncea</i> L.		Ph	Fabaceae	Med
<i>Coronilla minima</i> L.		Ch	Fabaceae	Med

Coronilla scorpioides (L.) W.D.J. Koch.
Ctenopsis pectinella (Delile) de Not.
Cutandia divaricata (Desf.) Benth.
Dactylis glomerata L.
Daucus aureus Desf.
Diplotaxis harra (Forsk.) Boiss.
Echinaria capitata (L.) Desf.
Echiochilon fruticosum Desf.
Echium humile subsp. *pycnanthum* (Pomel) Greuter & Burdet.
Erodium cicutarium subsp. *bipinnatum* (Desf.) Tourlet,
Eryngium ilicifolium Lam.
Euphorbia falcata L.
Euphorbia granulata Forsk.
Euphorbia sp.
Fagonia glutinosa Delile.
Filago germanica L.
Filago pyramidata L.
Fumana thymifolia (L.) Webb.
Genista sp.
Genista umbellata (L'Hér.) Dum. Cours.
Hedypnois rhagadioloides (L.) F. W. Schmidt.
Helianthemum pilosum (L.) Mill.
Helianthemum virgatum (Desf.) Pers.
Helianthemum sp.
Herniaria fontanesii J.Gay
Herniaria hirsuta L.
Hippocrepis areolata Desv.
Hippocrepis multisiliquosa L.
Hippocrepis unisiliquosa L.
Hordeum murinum L.
Jurinea humilis (Desf.) DC.
Koeleria sp.
Koelpinia linearis Pall.
Launaea nudicaulis (L.) Hook.f.
Launaea fragilis (Asso) Pau.

Hippocrepis bicontorta.

Launaea resedifolia

Th	Fabaceae	Med
Th	Poaceae	Med
Th	Poaceae	Med
He	Poaceae	Eur
Th	Apiaceae	Med
Th	Brassicaceae	Med
Th	Poaceae	Med
Ch	Boraginaceae	Sah-Sind
Th	Boraginaceae	A liai.Med-Sind
Th-He	Geraniaceae	Med
Th	Apiaceae	Med
Th	Euphorbiaceae	Med
Th	Euphorbiaceae	Sah-Sind
	Euphorbiaceae	
Ch	Zygophyllaceae	Sah-sind
Th	Asteraceae	Eur-Med
Th	Asteraceae	Med
Ch	Cistaceae.	Med
	Fabaceae	
Ph	Fabaceae	End Alg-Mar
Th	Asteraceae	Med
Ch	Cistaceae	Méd
Ch	Cistaceae	Med
ch	Cistaceae	
Ch	Caryophyllaceae	Med
He	Caryophyllacées	Eur-Med
Th	Fabaceae	De liai.Med-Sind
Th	Fabaceae	Med.
Th	Fabaceae	Med
Th	Poaceae	Cosm
he	Asteraceae	Med
	Poaceae	
Th	Asteraceae	Med-Irano-Tour.
Th	Asteraceae	De liai.Med-Sind
Th	Asteraceae	De liai.Med-Sind

<i>Picris hispanica</i> (Willd.) P.D.Sell.	<i>Leontodon hispanicus</i>	He	Asteraceae	Med
<i>Rhaponticum coniferum</i> (L.) Greuter	<i>Leuzea conifera</i> .	He	Asteraceae	Med
<i>Lithospermum</i> sp.			Boraginaceae	
<i>Lolium</i> sp.			Poaceae	
<i>Lygeum spartum</i> . L.		Ge	Poaceae	Med
<i>Maresia nana</i> (DC.)Batt.	<i>Malcolmia nana</i>	He	Brassicaceae	Cosm
<i>Malva aegyptiaca</i> L.		Th	Malvaceae	Med
<i>Medicago laciniata</i> (L.) Mill.		Th	Fabaceae	De liai.Med-Sind
<i>Bombycilaena discolor</i> (Pers.) M.La.	<i>Micropus bombycinus</i> .	Th	Asteraceae	Cosm
<i>Minuartia campestris</i> L.		Th	Caryophyllaceae	Med
<i>Minuartia montana</i> L.		Th	Caryophyllaceae	Eur-Med
<i>Nepeta nepetella</i> L.		He	Lamiaceae	End Alg-Mar
<i>Onopordon arenarium</i> (Desf.) Pomel.		He	Asteraceae	De liai.Med-Sind
<i>Paronychia arabica</i> (L.) DC.		He	Caryophyllaceae	Med
<i>Paronychia argentea</i> Lam.		He	Caryophyllaceae	Med
<i>Pinus halepensis</i> Mill.		Ph	Pinaceae	Med
<i>Plantago albicans</i> L.		He	Plantaginaceae	Med
<i>Poa bulbosa</i> L.		He	Poaceae	Eur
<i>Reseda lutea</i> L.		Th	Resedaceae	Eur
<i>Nitrosalsola vermiculata</i> (L.) Theodorova	<i>Salsola vermiculata</i>	Ch	AmaranThaceae	De liai.Med-Sind
<i>Salvia verbenaca</i> L.		He	Lamiaceae	Med
<i>Lomelosia stellata</i> (L.) Raf.	<i>Scabiosa stellata</i>	Th	Caprifoliaceae	Med
<i>Schismus barbatus</i> (L.) Thell.		Th	Poaceae	Med
<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.		Th	Brassicaceae	Cosm
<i>Sonchus tenerrimus</i> L.		He	Asteraceae	Med
<i>Stipa barbata</i> Desf.		He	Poaceae	Med
<i>Stipa parviflora</i> Desf.		He	Poaceae	Med
<i>Macrochloa tenacissima</i> (L.) Kunth	<i>Stipa tenacissima</i>	Ge	Poaceae	Med
<i>Telephium imperati</i> L.		He	Molluginaceae	Med
<i>Teucrium polium</i> L.		ch	Lamiaceae	Eur-Med.
<i>Thlaspi perfoliatum</i> L.		Th	Brassicaceae	Eur-Med
<i>Thymus algeriensis</i> Boiss. & Reut.		Ch	Lamiaceae.	End.Alg.Mar
<i>Thymus munbyanus</i> subsp. <i>ciliatus</i> (Desf.) Greuter & Burdet,	<i>Thymus ciliatus. subsp coloratus</i>	Ch	Lamiaceae.	End.Alg.Mar
<i>Trigonella polyceratia</i> L.		Th	Fabaceae	Med
<i>Xeranthemum inapertum</i> (L.) Mill.		Th	Asteraceae	Med