

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".

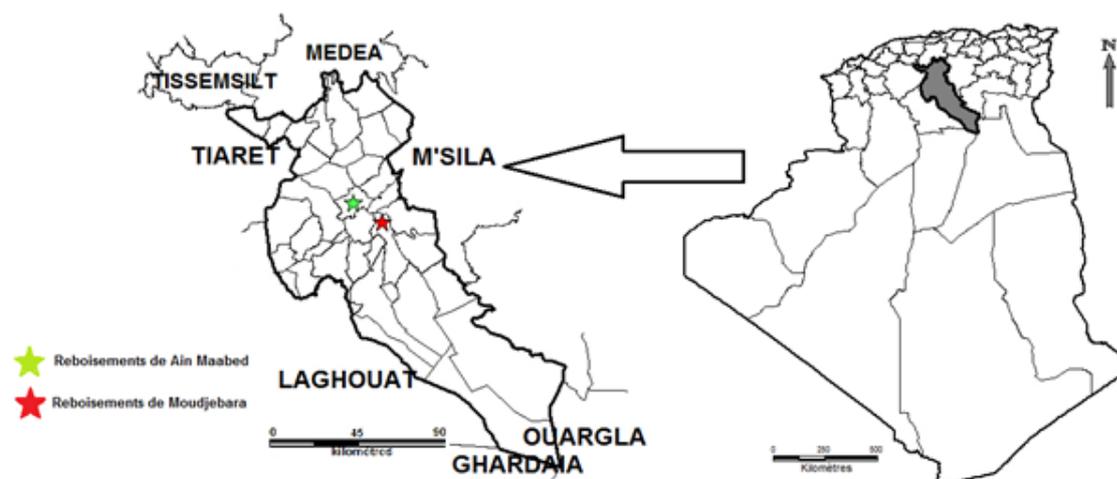


Figure 2 : Situation géographique des stations échantillonnées

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

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.

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> (Willd.) 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</i> sp
<i>Alyssum simplex</i> Rudolphi	<i>Lolium</i> sp
<i>Ammodaucus leucotrichus</i> Coss. & Dur.	<i>Lygeum spartum</i> . L.
<i>Anacyclus monanthos</i> subsp. <i>cyrtolepidioides</i> (Pomel) Humphries	<i>Malcolmia</i> sp
<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>

<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>Carduus spachianus</i> Durieu	<i>Daucus aureus</i> Desf.
<i>Carlina</i> sp	<i>Diploaxis harra</i> (Forsk.) Boiss.
<i>Catananche caerulea</i> L.	<i>Echinaria capitata</i> (L.) Desf.
<i>Catapodium rigidum</i> (L.) C.E. Hubb.	<i>Echiochilon fruticosum</i> Desf.
<i>Centaurea granatensis</i> ssp. <i>malinvaldiana</i> (Batt.) M.	<i>Echium humile</i> subsp. <i>pycnanthum</i> (Pomel) Greuter & Burdet
<i>Centaurea parviflora</i> Desf.	<i>Erodium cicutarium</i> subsp. <i>bipinnatum</i> (Desf.) Tourlet

<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>	<i>subsp. 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.		

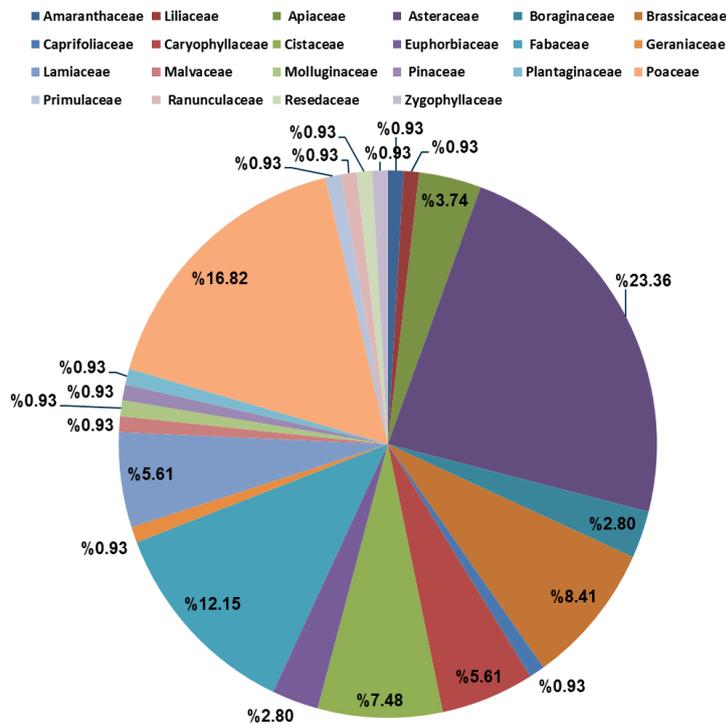


Figure 3 : Proportions des familles représentées dans les relevés

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.

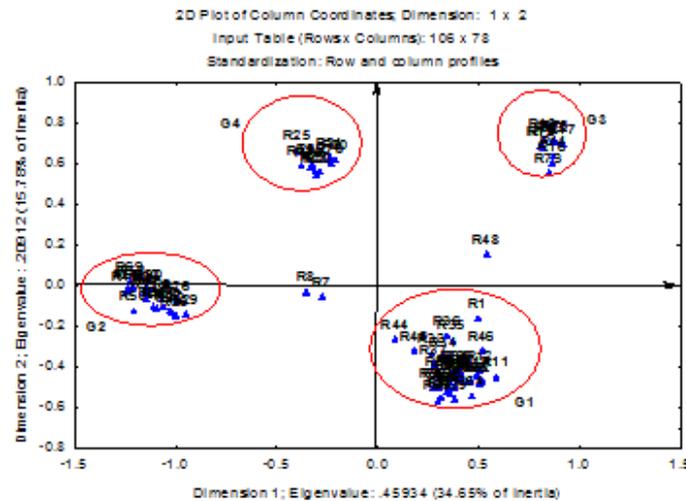


Figure 4 : Répartition des relevés sur les plans factoriels relatifs aux axes 1-2 de l'AFC

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 1et 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.

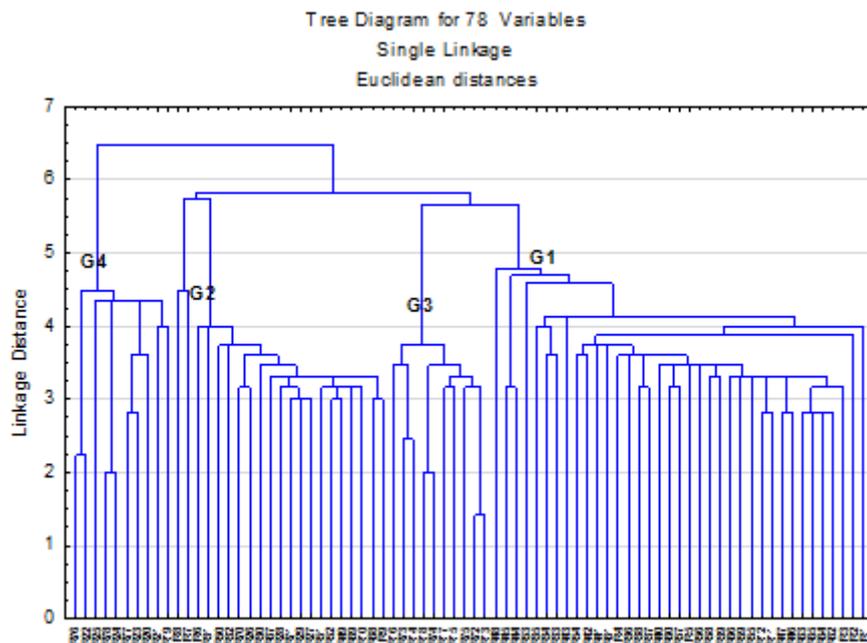


Figure 5 : Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) des relevés étudiés

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 15,08 %). 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

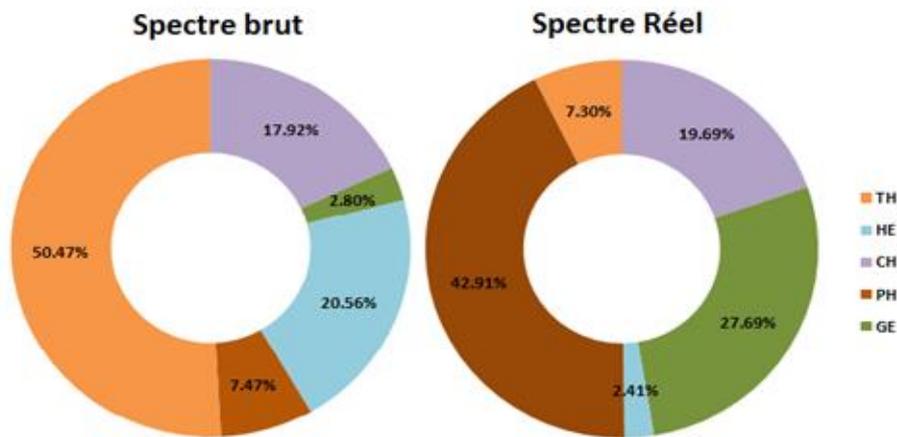


Figure 6 : Spectres biologiques brut et réel (globaux)

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

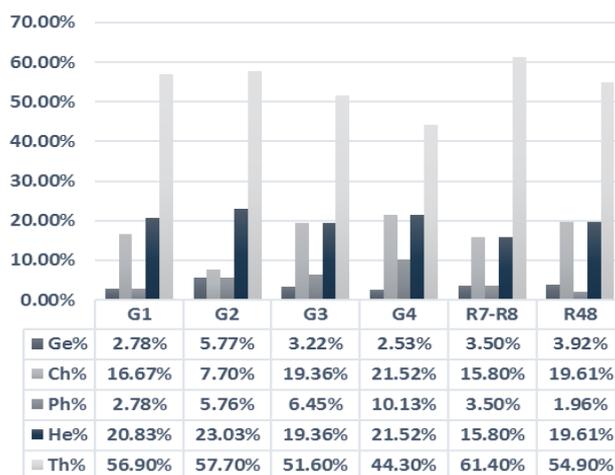


Figure 7 : Spectres biologiques bruts par groupement (identifiés par l'AFC)

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

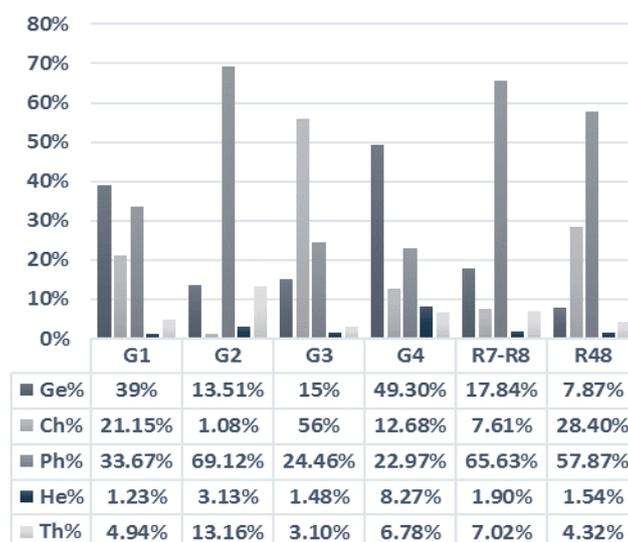


Figure 8 : Spectres biologiques réels des groupements (identifiés par l'AFC)
 TH: Thérophytes; HE: Hémicryptophytes; CH: Chaméphytes; PH: Phanérophytes, GE. Géophytes

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 caractérisés 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 représentés 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 Medail [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 médical. 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-lounis 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 & Médail 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]. **Khouani 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]. Sbabdji M., Lambs L., Haddad A., Kadik B; (2015). Effect of periodic defoliations by *Thaumetopoea pityocampa schiff*. On radial growth in cedar woodland in Chr ea, 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 Espa ola de Entomolog a* 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   l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie : Ecologie, Dendrométrie, Morphologie. Office des publications universitaire (Alger). 585p
- [66]. 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.